



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ESTRATEGIA DE BIORREMEDIACIÓN PARA CONTRARRESTAR LOS
EFECTOS DEL VIBRIO SP. EN EL CULTIVO DE CAMARÓN
(LITOPENAEUS VANNAMEI)

CABRERA TORRES NATHALY KATHERINE
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

ESTRATEGIA DE BIORREMEDIACIÓN PARA CONTRARRESTAR
LOS EFECTOS DEL VIBRIO SP. EN EL CULTIVO DE CAMARÓN
(LITOPENAEUS VANNAMEI)

CABRERA TORRES NATHALY KATHERINE
INGENIERA ACUÍCULTORA

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ACUÍCOLA

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTRATEGIA DE BIORREMEDIACIÓN PARA CONTRARRESTAR LOS EFECTOS
DEL VIBRIO SP. EN EL CULTIVO DE CAMARÓN (LITOPENAEUS VANNAMEI)

CABRERA TORRES NATHALY KATHERINE
INGENIERA ACUÍCULTORA

VELASQUEZ LOPEZ PATRICIO COLON

MACHALA, 29 DE AGOSTO DE 2022

MACHALA
29 de agosto de 2022

N Cabrera

por NATHALY CABRERA

Fecha de entrega: 19-ago-2022 09:25a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1884393768

Nombre del archivo: N_Cabrera_1.docx (1.1M)

Total de palabras: 4965

Total de caracteres: 27432

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

La que suscribe, CABRERA TORRES NATHALY KATHERINE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Estrategia de biorremediación para contrarrestar los efectos del *Vibrio* sp. en el cultivo de camarón (*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.

La autora 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.

La autora 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.

Machala, 29 de agosto de 2022



CABRERA TORRES NATHALY KATHERINE
0706679636

RESUMEN

Dentro de la industria camaronera se presentan problemas de enfermedades bacterianas que se prolongan por diversos factores hasta volverse un evento dentro de la producción del cultivo de camarón (*Litopenaeus vannamei*) para contrarrestar ciertos problemas se opta por el uso de probióticos que son bacterias Gram positivas que cumplen una función de desplazar bacterias Gram negativas como es la vibriosis. Es primordial mantener bajas concentraciones de Vibrios en el cultivo debido a que son bacterias oportunistas que pueden llegar afectar si el camarón se encuentra inmune deprimido. Por consiguiente, el presente trabajo presenta mediante revisión bibliográfica estrategias para combatir la vibriosis en el cultivo de camarón. Por consiguiente, el presente trabajo presenta mediante revisión bibliográfica estrategias para combatir la vibriosis en el cultivo de camarón

El personal técnico debe implementar una estrategia de trabajo donde se utilicen probióticos en conjunto con ácidos orgánicos e inmunoestimulantes, para esto se puede realizar el proceso de bioaumentación agregando bacterias Gram positivas como el *Bacillus subtilis*, y *Bacillus licheniformis*. Que nos ayudan a desplazar cierta cantidad de Vibrios que se encuentra en el camarón (*Litopenaeus vannamei*) degradando ciertas toxinas que sé que se encuentran en el agua como también en el suelo.

Palabras claves: Bioaumentación, Probióticos, *Bacillus sp*, Vibriosis, *Litopenaeus vannamei*, Acuacultura.

ABSTRACT

Within the shrimp industry there are problems of bacterial diseases that are prolonged by various factors until they become an event within the production of shrimp farming (*Litopenaeus vannamei*). To counteract certain problems, the use of probiotics is chosen, which are gram-positive bacteria that They fulfill a function of displacing gram negative bacteria such as vibriosis. It is essential to maintain low concentrations of Vibrios in the culture because they are opportunistic bacteria that can affect if the shrimp is immune depressed. Therefore, this paper presents, through a literature review, strategies to combat vibriosis in shrimp farming. Therefore, the present work presents, through a bibliographic review, strategies to combat vibriosis in shrimp farming.

The technical staff must implement a work strategy where probiotics are used in conjunction with organic acids and immunostimulants, for this the bioaugmentation process can be carried out by adding gram positive bacteria such as *Bacillus subtilis*, and *Bacillus licheniformis*. That help us displace a certain amount of Vibrios in shrimp (*Litopenaeus vannamei*) degrading certain toxins that are found in the water as well as in the soil.

Keywords: Bioaugmentation, Probiotics, *Bacillus sp*, Vibriosis, *Litopenaeus vannamei*, Aquaculture.

INDICE

1. ANTECEDENTES DE ENFERMEDADES BACTERIANAS Y AFECTACION AL CULTIVO DEL CAMARON.....	2
1.1.2. PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS.....	3
1.2.1. MODO DE ACCION DE LOS PROBIOTICOS.....	5
1.3.1. Bacillus spp.....	7
2.2.3. USO DE BACILLUS COMO METODO DE BIORREMEDIACION EN ACUACULTURA	8
2.2.3. CURVA DE CRECIMIENTO DE BACTERIAS GRAM POSITIVAS.....	9
2.3. PRODUCTOS COMERCIALES QUE HOY EN DIA SE UTILIZA EN FINCAS ACUICOLAS PARA BIORREMEDIACION.....	11
2.4. METODOLOGIA DEL USO DE MICROORGANISMOS PARA UNA ACCIÓN PROBIOTICA	13
2.4.1. MODO DE ADMINISTRACION.....	13
3. ESTRATEGIAS PARA CONTRARRESTAR EFECTOS DE VIBRIOS EN CULTIVO DE CAMARON <i>Litopenaeus Vannamei</i>.....	13
3.1. ESTRATEGIA PARA DISMINUIR LA POBLACIÓN DE VIBRIOS EN EL HEPATOPÁNCREAS E INTESTINO DEL CAMARÓN.....	13
3.1.1. MEJORAMIENTO DE LA SALUD DEL CAMARÓN CON EL USO DE PROBIÓTICOS.....	14
3.2. ESTRATEGIA PARA CONTRARRESTAR EL CRECIMIENTO DE VIBRIOS EN EL AMBIENTE DEL CULTIVO DEL CAMARÓN.....	15
3. CONCLUSIÓN.....	16
4. BIBLIOGRAFÍA.....	17

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1; Cepas probióticas utilizadas en campos acuícolas.(Trujillo et al., 2017).....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustración 2; Mecanismo de acción de los probióticos(Emilia et al., 2020).....</i>	<i>6</i>
<i>Ilustración 3; Influencias del probiótico Bacillus en el organismo acuático y el medio ambiente.....</i>	<i>8</i>
<i>Ilustración 4; Acción del Bacillus sp. en la mejora de la calidad de agua.(Castillo et al., 2018).....</i>	<i>9</i>
<i>Ilustración 5; Curva de crecimiento bacteriano. Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/sanchez_q_a/capitulo7.pdf.....</i>	<i>10</i>

INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una industria que está comprometida con el aumento de producción de alimentos mediante nuevas tecnologías y prácticas, por ende, está pasando por una serie de cambios climáticos y económicos para así poder producir productos de alta calidad y a la vez disminuyendo impactos y cambios al medio ambiente. El cultivo de camarón se ha visto afectado por ciertas enfermedades sea virídicas o bacterianas, lo cual la comunidad camaronera se ha visto a la obligación de prevenir aquellas enfermedades, haciendo uso de productos que estén compuestos de microorganismos vivos como son los probióticos ya que con la ayuda de ellos se puede prevenir o contrarrestar ciertos problemas presentes en estanques de camarón *Litopenaeus vannamei*. (Ordoñez & Ordoñez, 2018).

El uso de microorganismos para el mejoramiento de la producción en acuicultura se ha expandido en los últimos tiempos mediante el uso de probióticos para la colonización de los microorganismos en el intestino del camarón y la biorremediación para mejorar las condiciones ambientales de piscinas camaroneras. Existen diferentes tipos de administración de los microorganismos que puede ser por medio de esporas liofilizadas, microencapsulación, bioencapsulación y también se pueden añadir carbohidratos, aglutinantes o lípidos al agua o al alimento (Ordoñez & Ordoñez, 2018).

La aplicación de probióticos no solamente se asocia con la salud intestinal del camarón sino también en la biorremediación del medio ambiente como es el agua y suelo del medio de cultivo. Pueden ser aplicados directamente a la columna de agua, o en el suelo, así como también la degradación de residuos no deseables, y por último disminuye la presencia de sustancias tóxicas del estanque. También contribuyen con la prevención de ciertas enfermedades mediante la acción de resistencia a ciertas enfermedades por las que pueden ser atacados los camarones (Trujillo et al., 2017).

Los problemas de la presencia enfermedades bacterianas pueden tratarse realizando una biorremediación enfocada al proceso de bioaumentación que consiste en el uso externo de microorganismos degradadores. El presente trabajo tiene por objetivo desarrollar una estrategia de biorremediación y efecto probiótico de manera combinada para contrarrestar las concentraciones de *Vibrios sp.* en cultivo de camarón y su patógena en el camarón *Litopenaeus vannamei*.

1. ANTECEDENTES DE ENFERMEDADES BACTERIANAS Y AFECTACION AL CULTIVO DEL CAMARON.

El Ecuador es un país pionero en la producción de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en el 2019 llegó a alcanzar el primer lugar en cuanto a las exportaciones (Sánchez, 2022).

El sector acuícola en sus antecedentes se ha visto afectado por diferentes enfermedades que le atribuyeron pérdidas económicas muy significativas, se dice que dichas afectaciones se dan por patógenos que se presentan en la fase de producción, y generalmente son virus que representan un 60% considerados como los más patogénicos, de igual manera las bacterias se presentan con un 20% de mortalidad en la producción (Sánchez, 2022).

La cámara nacional de acuicultura informa que en el año 2019 en exportaciones se registraron pérdidas por encima de los 90 millones de dólares, el problema es debido a descenso de 32 millones de libras en volumen de producción (Sánchez, 2022).

Una de las enfermedades por la que se ve afectado el sector camaronero es el problema de bacterias gram negativas como son los Vibrios patógenos, estos se presentan en la fase larvaria y engorde. El órgano que es afectado principalmente a la salud del camarón es el hepatopáncreas. En la fase larvaria se presentan enfermedades como síndrome Zoea II, bacterias Epibiontes, luminiscentes, bolitas blancas. En la etapa de engorde se presentan los siguientes Vibrios, como el *V. Alginolyticus*, *Parahaemolyticus*, *V. Vulnificus*, *V. Harvey*, los presentes dan lugar a dichas enfermedades como es la vibriosis sistémica, vibriosis luminiscente, epibiontes bacterianos, síndrome de la gaviota y hepatopancreatitis necrotizante (Kuebutornye et al., 2019).

La enfermedad de la vibriosis se da por diversas cepas de Vibrios los signos patológicos que se logra observar directamente para reconocer dicha enfermedad es el elevado rango de estrés que presenta el camarón como también, natación errática, cromatóforos expandidos, músculo contraído, anorexia y también opacidad muscular (Kuebutornye et al., 2019).

1.1. BIORREMEDIACIÓN Y PROBIOTICOS EN EL CULTIVO DE CAMARÓN.

1.1.1. CALIDAD DE AGUA EN EL CULTIVO DEL CAMARÓN

El agua es un factor muy importante dentro de nuestro cultivo, debido a que con el paso de los días se van acumulando restos orgánicos e inorgánicos. La calidad de agua son cualidades físicas, químicas y biológicas presentes por medio de efectos de compuestos como es solidos, líquidos, suspendidos o disueltos. El manejo apropiado del agua del cultivo de camarón siendo sistemas intensivos o semi intensivos con circuitos abiertos o cerrados por la recirculación del agua. Debido a las incidencias en la actividad acuícola técnica, productiva o sanitarias. Los camarones se encuentran expuestos a niveles no apropiados como el oxígeno disuelto, nitritos, amonio no ionizado, ácido sulfhídrico lo que causa a formar estrés oxidativo y enfermedades de transmisión hídrica (Castro, 2021).

Los crustáceos específicamente camarones, están expuestos a la exposición de niveles no apropiados de oxígeno disuelto, amonio no ionizado, nitrito o ácido sulfhídrico, que conlleva a desarrollar estrés oxidativo y enfermedades de origen o transmisión hídrica. A pesar que en ambientes complejos y dinámicos de piscinas de camarones, los parámetros de calidad del agua también se influyen entre sí.

El concepto de manejo de calidad del agua explica las propiedades biológicas, físicas y químicas del agua, es fundamental medir estos parámetros para establecer cómo influye en el incremento de la actividad en sus características naturales. El pH es un elemento que ayuda a regular las propiedades del agua y que se encarga de retransmitir riesgos de toxicidad de amoniaco a través de sus valores se puede detallar si el agua de los estanques se encuentra en un medio ácido o alcalino. (Castro, 2021).

1.1.2. PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS

Los parámetros físicos y químicos son primordiales debido a que a su lectura o valores se puede corregir de manera inmediata si se presenta alguna alteración en el agua del cultivo de *L. vannamei*. Se puede realizar un seguimiento por medio de monitoreo diario.

Parámetros físicos y químicos que debemos tener en cuenta es la temperatura, turbidez, pH, oxígeno disuelto, amoniaco, nitritos, nitratos.

1.2. SELECCIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMOS BENEFICOS QUE SE USAN EN ACUACULTURA

Las bacterias Gram positivas son una buena elección para combatir enfermedades bacterianas dentro de la acuicultura, porque debemos basarnos en la connotación empírica y una prueba científica. Es importante que las bacterias requeridas efectúen ciertos requisitos por ejemplo tener un porcentaje alto de colonización, que sean capaces de competir con el patógeno, que provoquen una capacidad de resistencia contra las enfermedades cumplir con ciertos parámetros para el crecimiento microbial y para una mejor selección (García-Pérez et al., 2021).

Las cepas seleccionadas deberían ser beneficiosas para el camarón, en el hospedero, deben presentes en grandes cantidades de células viables y ser capaces de sobrevivir en el órgano invasor, sin alterar el crecimiento ni permitir resistencia a los medicamentos Finalmente, debe ser estable en almacenamiento y permitir la producción en masa. Las pruebas de rango comercial son esenciales y no solo elevan la supervivencia, también es más importante, el crecimiento y el aumento de peso no se ve perjudicado. Si la cepa probiótica es apta, el siguiente avance será evaluar la economía de los probióticos a escala comercial (Trujillo et al., 2017).

Cepa probiótica	Beneficio	Modo de aplicación	Referencia
<i>Bacillus cereus</i>	Control de concentración de vibrio.	En el agua	18
<i>Bacillus licheniformis</i>	. Competir con otras bacterias en la acumulación y limpieza de la materia orgánica.	En el agua	19
<i>Bacillus subtilis</i>	Contra la infección con <i>Vibrio harveyi</i> 639.	Adición al agua	20
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Inmunoestimulación y protección contra <i>Vibrio harveyi</i>	En la dieta	21
<i>Streptococcus sp.</i>	Antagonista con <i>Vibrio alginolyticus</i>	En la dieta	22
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Control de la infección con <i>Vibrio alginolyticus</i>	En la dieta	23

Ilustración 1; Cepas probióticas utilizadas en campos acuícolas.(Trujillo et al., 2017)

En todas las granjas de producción de camarón, los productores utilizan la melaza como un protocolo para activar compuestos biológicamente activos como las bacterias que se encuentran en el medio; esta práctica se ha incrementado en todos los cultivos de camarón durante la última década, ya que como en este trabajo queda expuesto que el uso de microorganismos endógenos en cualquier fase del cultivo de camarón al lograr estimular el crecimiento de bacterias probióticas, logra inhibir la proliferación de las microorganismos patógenos. Por tanto, las bacterias probióticas son una fuente de alimento viable para el cultivo de camarón, mejorando así la digestión de los alimentos comerciales que se suministran a la producción, la cual aumentaría la productividad y disminuye problemas o efectos adversos en los ecosistemas costeros (Colon Velásquez et al., 2021).

1.2.1. MODO DE ACCION DE LOS PROBIOTICOS

Los probióticos tienden a actuar de manera antagónica contra las bacterias. Por medio de sus modos de acción como es el antagonismo directo por producción de sustancias inhibitorias, exclusión competitiva por sitios de adhesión, competencia por nutrientes, en la mejora de la respuesta inmune y la interrupción del Quorum Sensing (Emilia et al., 2020).

En la ilustración 2, se puede observar los mecanismos de acción que realizan los probióticos al momento de actuar contra la bacteria. Primero compiten por el sitio donde poder adherirse, luego producen enzimas que impiden la manifestación de la reacción de las bacterias gram negativas para después competir por nutrientes y la suspensión del QS que son mecanismos utilizados por las bacterias al momento de regular los genes de expresión por medio de la producción y liberación de moléculas que son los auto indicadores. Y por último la mejora del sistema inmune del camarón.

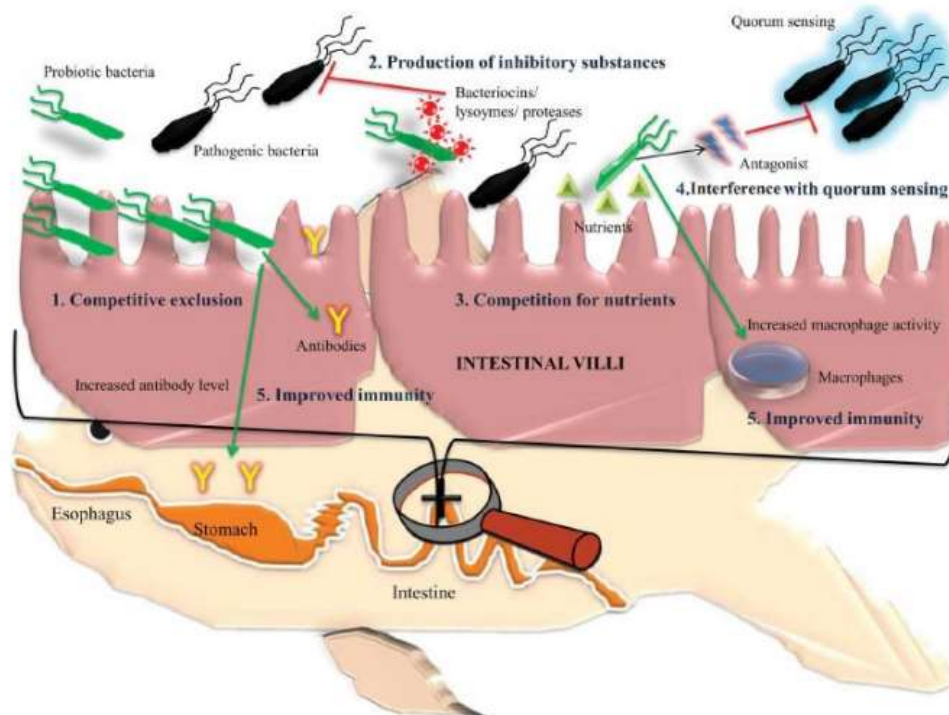


Ilustración 2; Mecanismo de acción de los probióticos (Emilia et al., 2020)

1.3.MODO DE ACCION DEL USO DE MICROORGANISMOS EN LA BIORREMEDIACIÓN

La biorremediación se trata de una técnica que ayuda la capacidad de sobrevivencia y crecimiento de microorganismos mediante la utilización de sustancias recalcitrantes, que permiten degradar compuestos como el dióxido de carbono, agua, y otros productos (Marín Velásquez et al., 2018).

Además, mencionan que la biorremediación se divide a su vez en dos técnicas: La bioestimulación y la bioaumentación.

Mediante un estudio se manifiesta que la biorremediación nace como propuesta metodológica que desactiva y elimina las plagas del suelo mediante el uso de microorganismos probióticos que ayudan a degradar los residuos presentes en el suelo o agua. El camarón genera mucha cantidad de residuos que comprometen en la calidad del agua. Y de igual manera se introduce la biorremediación por medio de productos a base de *Bacillus sp* para poder eliminarlos (Marín Velásquez et al., 2018).

Los niveles adecuados en parámetros químicos físicos y biológicos en un estanque, existen contaminantes que pueden comprometer en la producción del cultivo como es los plaguicidas, hidrocarburos, desechos tóxicos industriales, metales pesados y aguas

servidas de comunidades aledañas. Los animales expuestos a los ambientes tóxicos pueden ser afectados en su estructura intestinal y en su sistema inmune sin pasar por alta el daño que afectaría al microbiota intestinal (Marín Velásquez et al., 2018).

Por otro lado, (Castro, 2021) identifico que el método de estudio comparativo campo con productos de biorremediación en el cultivo del camarón es muy limitado debido al riesgo que corre el sector camaronero, debido a que el camarón sufre de estrés, mancha blanca, entre otras enfermedades al momento de no introducir bacterias biorremediadoras en el proceso de producción. Se indica que la realización de estudios en temas biorremediadoras permanece fijo a los precios de la producción del *L. vannamei* una vez que se debería utilizar piscinas testigo por consiguiente, optan por equiparar diferentes tratamientos utilizando un promedio de los resultados que se obtengan al haber terminado un periodo de cultivo por medio de una prueba de verosimilitud.

1.3.1. *Bacillus spp.*

El género *Bacillus sp.* Se distribuyen en hábitats diversos que incluyen ecosistemas de agua sea dulces o salobres. Varios estudios demuestran las potencialidades de los *Bacillus sp.* para la producción de antibióticos, enzimas, la solubilización de fosfatos y la fijación biológica del nitrógeno (Tejera et al., 2011).

Debido al incremento en la acuicultura es necesario implementar estrategias sustentables que ayuden con la calidad del cultivo. La estrategia sería implementar o adherirse a fuentes de carbono para proteger la conversión de los desechos nitrogenados en biomasa bacterianas que sirven como proteína derivada. Existen comunidades microbianas que suelen tener ciertos efectos en la calidad del agua debido a que las bacterias heterotróficas tienden a utilizar el amoníaco que se acumula en la columna de agua como una fuente de nitrógeno eliminándolo de manera menos tóxicas y asimilables, es necesario el uso de fuentes de carbono para fomentar el crecimiento de estas agrupaciones. (Liñán, 2019).

La ilustración 3, nos indica las influencias que tienden a realizar el *Bacillus sp.* en los microorganismos acuáticos.

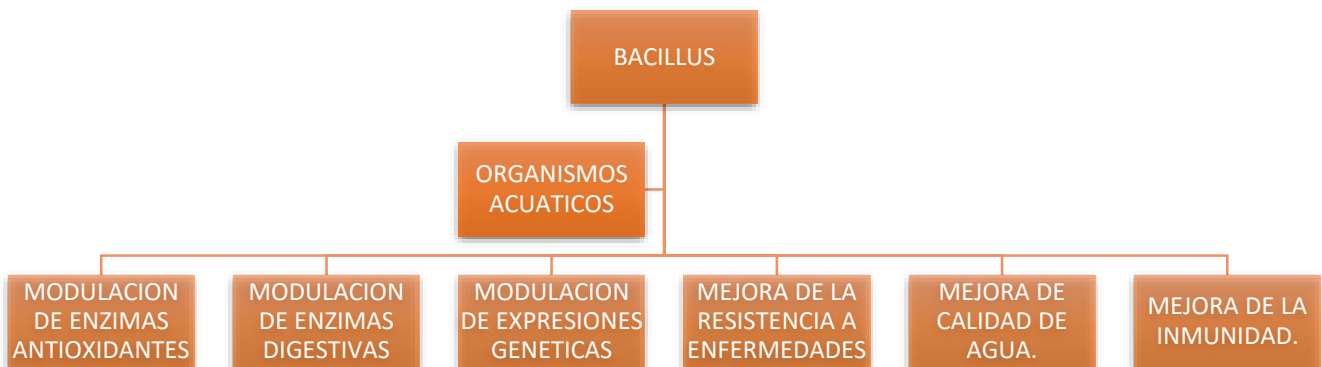


Ilustración 3; Influencias del probiótico *Bacillus* en el organismo acuático y el medio ambiente.

Fuente: Autor

2.2.3. USO DE BACILLUS COMO METODO DE BIORREMEDIACION EN ACUACULTURA

Las bacterias Gram positivas, del género *Bacillus*, seleccionadas como probióticos tienen la posibilidad de cambiar la materia orgánica en dióxido de carbono a diferencia de las Gram-negativas que se caracterizan por su manera de transformar la materia orgánica en biomasa bacteriana o fango. Los géneros *Bacillus* adheridos en la dieta y al agua de cultivo a diferentes dosis y frecuencias de aplicación, se puede lograr obtener resultados de reducción de la concentración de amonio y nitrato del medio, el aumento importante de la supervivencia, el incremento y la estimulación del sistema inmune (Castillo et al., 2018).

Melgar Valdés et al. (2013) al adicionar producto comercial compuesto por bacterias ácido-lácticas y levaduras, al agua de un cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, obtuvo resultados eficaces en la disminución de la materia orgánica, la concentración de nitratos reguló el pH y aumentó la disponibilidad de fósforo en el agua y mejoró indicadores de productividad como la supervivencia y el componente de conversión alimentaria aspecto que lo corroboro (Castillo et al., 2018).

(Kuebutornye et al., 2019) encontró que la aplicación de la cepa *B. subtilis* a concentraciones de 10^8 UFC ml⁻¹ mantiene los rangos tolerables del nitrito, amoníaco, e iones de nitrato en el cultivo de camarones. Por medio de un estudio se informa que la *B. subtilis* E20 mejorar la calidad del agua para el cultivo de camarón. Lo que determina que

las especies de *Bacillus* se pueden usar para la biorremediación, por lo tanto, se mantiene la calidad del agua y se logra un mejor crecimiento de especies de acuicultura.

En la ilustración 4, indica la acción del *Bacillus* en la mejora de la calidad del agua por lo que al momento de ingresar la especie de *Bacillus* sp, comienzan con la segregación de enzimas, donde las enzimas se alimentan de contaminantes para luego liberar esos nutrientes y restaurar la calidad de agua para así poder reproducirse en el medio.

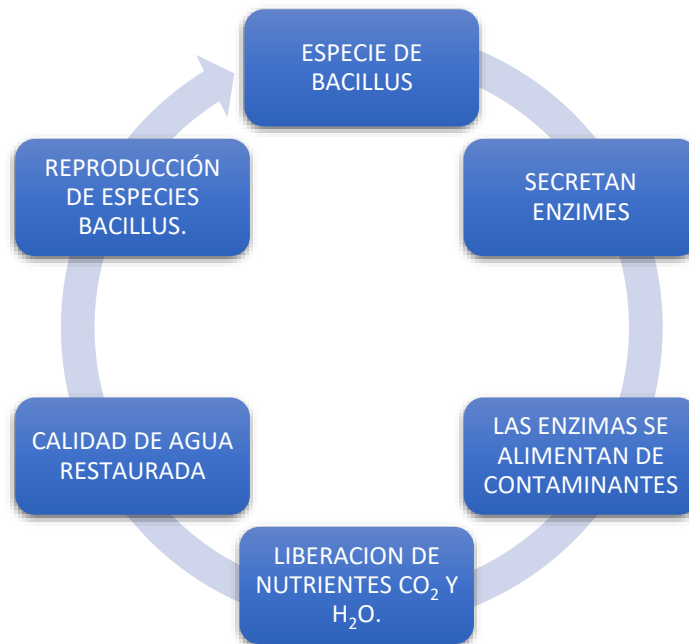


Ilustración 4; Acción del *Bacillus* sp. en la mejora de la calidad de agua. (Castillo et al., 2018)

2.2.3. CURVA DE CRECIMIENTO DE BACTERIAS GRAM POSITIVAS

El crecimiento de bacterias Gram positivas del género *Bacillus* sp. Tanto como aerobios estrictos o anaerobios facultativos son idóneas para la formación de esporas para obtener enzimas o antibióticos. Se compone por 3 fases; La fase Lag o fase de adaptación, fase logarítmica, fase estacionaria y muerte celular.

La fase de adaptación trata de un ajuste donde las células se adaptan a su nuevo entorno, es ahí donde el metabolismo incrementa la síntesis de los productos intermedarios, el ARN ribosómico produce proteínas bacterianas y enzimas, lo cual se puede decir que va haber un aumento de volumen por cada organismo sea por el almacenamiento de agua con el que se inicia el proceso de síntesis bioquímica (Castañeda Alvarez & Consuelo Sánchez, 2016).

Las bacterias en la fase logarítmica aumentan su número y biomasa de manera exponencial por lo que se reproducen por bipartición en donde el tiempo de replicación puede llegar a alterarse entre varias especies. En esta fase el conteo de individuos por hora será mucho mayor. En la etapa logarítmica las bacterias se reproducen por bipartición en donde aumentan su número y biomasa de manera exponencial. El tiempo de replicación puede alterarse entre especies. En esta fase podemos obtener un mayor recuento de individuo viables por hora.

Al terminar, la tasa de reproducción decae hasta bajar la cantidad de bacterias en el medio, pasa una vez que la tasa de reproducción es igual a la tasa de mortalidad controlando que la comunidad bacteriana se conserva constante por un lapso. En la fase de muerte, el número de células bacterianas factible decrece, lo que se puede dominar como el proceso contrario de la fase logarítmica, omitiendo que los microorganismos se mueren en diferentes fases por lo que no todas las bacterias llegan a desarrollarse en el mismo periodo (Castañeda Alvarez & Consuelo Sánchez, 2016).

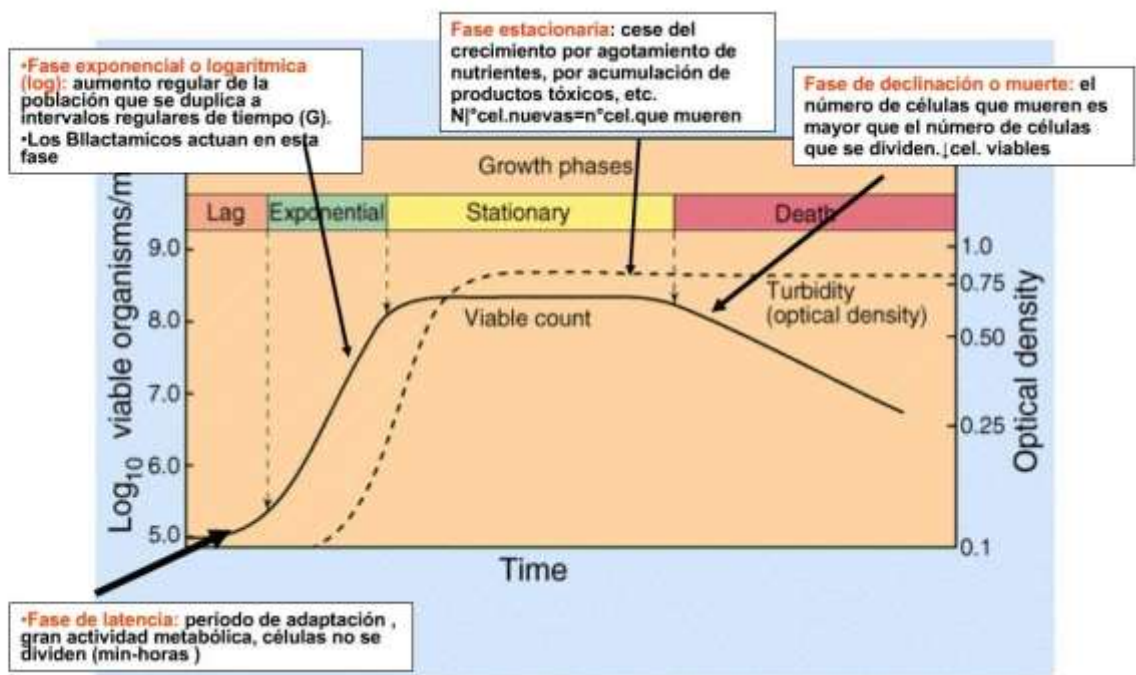


Ilustración 5 Curva de crecimiento bacteriano. Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lbi/sanchez_q_a/capitulo7.pdf

2.3. PRODUCTOS COMERCIALES QUE HOY EN DIA SE UTILIZA EN FINCAS ACUICOLAS PARA BIORREMEDIACION.

En las camaroneras de Ecuador y Centroamérica se utilizan probióticos en pastillas liofilizados, por su rápida acción y que no necesitan activación para ser lanzado al medio o columna de agua., disminuyen tóxicos presentes en el agua como amonio, nitritos y sulfuros. Además, estas bacterias no afectan negativamente al oxígeno disuelto promoviendo así una mejor salud al camarón sin afectar su metabolismo. Gracias a la composición de bacterias liofilizadas que tiene la Pro 4000X es capaz de disminuir la concentración de Vibrios presentes (Rodríguez et al., 2015).

PRODUCTOS	CEPAS	CONCENTRACION UFC/g
PRO 4000X	BACILLUS SUBTILIS	2,00E+09
	BACILLUS LICHENIFORMES	2,00E+09
AQUABLEND	B. SUBTILIS	2,00E+09
	B. LICHENIFORMES	1,00E+09
	B. AMYLOLIQUEFACIENS	1,00E+09
	B. PUMILUS	1,00E+09
BACZYME	B. PUMILUS	1,20E+10
	B. SUBTILIS	1,20E+10
	B. LATEROSPOROS	1,20E+10
	B. LICHENIFORMES	1,20E+10
BIO-BAC B	B. SUBTILIS	1,00E+08
	B. AMYLOLIQUEFACIENS	1,00E+08
	B. LICHENIFORMES	1,00E+08
	B. PUMILUS	1,00E+08
	LACTOBACILLUS PLANTARUM	1,00E+07
	PEDIOCOCCUS ACIDILACTICI	1,00E+07
	PEDIOCOCCUS PENTOSACEUS	1,00E+07

Tabla 1 Productos comerciales que se comercializan como probióticos para el cultivo de *L. vannamei*.

Fuente: Autor

En todas las granjas de producción de camarón, los productores utilizan la melaza como un protocolo para activar compuestos biológicamente activos como las bacterias que se encuentran en el medio; esta práctica se ha incrementado en todos los cultivos de camarón durante la última década, ya que como en este trabajo queda expuesto que el uso de microorganismos endógenos en cualquier fase del cultivo de camarón al lograr estimular el crecimiento de bacterias probióticas, logra inhibir la proliferación de las microorganismos patógenos. Por tanto, las bacterias probióticas son una fuente de alimento viable para el cultivo de camarón, mejorando así la digestión de los alimentos

comerciales que se suministran a la producción, la cual aumentaría la productividad y disminuye problemas o efectos adversos en los ecosistemas costeros (Colon Velásquez et al., 2021).

El producto comercial que en lo personal recomiendo por la experiencia que he tenido es la bacteria **PRO 4000X** por su rápida eficacia de remediación de cada parámetro del estado inicial del agua parte del proceso de restauración de la condición del agua.

Este producto probiótico es comercializado por Creaciones Acuícolas SA de CV y está compuesto por dos tipos de esporas degradadoras que son la *B. subtilis* 2X10⁹ CFU/g y la *B. licheniformis* 2X10⁹ CFU/g. Hoy en día se lo comercializa en presentación de tabletas de 16 gramos en tachos de 2 kilogramos, el modo de aplicación puede ser directamente al suelo, o también para la columna de agua se puede activar con una fuente de carbono como es la melaza.

De acuerdo a experiencias personales en el campo de la producción e camarones una de la activación utilizada para 1000L de agua con una activación de 72H, es la siguiente:

200g PRO 4000X (Probióticos)

40kg de melaza (Fuente de carbono)

20kg de silicato (Mineral)

3kg de balanceado (Prebiótico)

Los resultados del conteo de bacteria que se obtuvo luego de 72H de activación fue de 5X10⁸ CFU/g.

En un estudio realizado por Newman (2013) identificaron que en un ciclo de producción de cultivo extensivo se recomienda a utilizar ocho tabletas desde el día 14 después de sembrar las larvas, al final se utilizaran 497 tabletas. Por medio de esta investigación se comprueba que la aplicación de este producto reduce significativamente los niveles de amonio, de *Vibrio sp*, materia orgánica, y también ayuda acelerar el crecimiento del camarón (Rodríguez et al., 2015).

2.4. METODOLOGIA DEL USO DE MICROORGANISMOS PARA UNA ACCIÓN PROBIOTICA

2.4.1. MODO DE ADMINISTRACION

Los probióticos ejercen sus efectos benéficos, primordialmente a grado del tracto digestivo, de allí que varios de los métodos de gestión desarrollados se encuentren dirigidos a aumentar su seguridad y facilitar su asimilación. La añadidura de los probióticos en la dieta es una de las maneras más empleadas por esta vía, los probióticos se unen paralelamente con el alimento, lo cual está referente con una contribución enzimática a la digestión y mejor aprovechamiento de los nutrientes ingeridos y otros patógenos, sin embargo, esta clase de gestión plantea a los microorganismos probióticos a condiciones físicas y químicas extremas que podrían dañar su viabilidad y reducir su impacto en el hospedero.

El proceso bioencapsulación, aprovecha la capacidad filtradora de dichos organismos que integran los probióticos al ser agregados al medio de cultivo. Aunque diversos autores refieren la funcionalidad de las encapsulaciones, su moderada predominación en los parámetros productivos del cultivo de camarón (*Litopennaeus vannamei*), así como su múltiple escalado y notable precio sugieren la necesidad de estudios de productividad para su aplicación en la etapa productiva. Sin embargo, los probióticos tienen la posibilidad de ser agregados de manera directa al organismo acompañando la dieta alimenticia durante el cultivo de los camarones, más que nada por el caso que son capaces de hacer más eficientes la digestión del alimento y mejorando la calidad del medio acuático (Castillo et al., 2018).

3. ESTRATEGIAS PARA CONTRARRESTAR EFECTOS DE VIBRIOS EN CULTIVO DE CAMARON *Litopennaeus Vannamei*.

3.1. ESTRATEGIA PARA DISMINUIR LA POBLACIÓN DE VIBRIOS EN EL HEPATOPÁNCREAS E INTESTINO DEL CAMARÓN.

Una de las estrategias para disminuir la población de vibrios es buscar una sinergia entre un probiotico y ácido orgánico. El probiotico cumple la función de desplazar a los vibrios y el ácido orgánico dependiendo de su estructura molecular se hace cadena corta o cadena larga cumpliría la función bacteriostático o bactericida.

Como primera parte debemos evaluar la concentración de vibrios que tenemos en nuestro cultivo realizando análisis correspondientes, como la microbiología de camarón y agua con el medio de cultivo, el agar TCBS

Las concentraciones de vibrios se debe mantener o ser menor a las 50.000 colonias UFC/g. las pruebas que se deben aplicar para el reconocimiento efectivo de la vibriosis es por medio de una observación directa o por microscopia, la que es más recomendable es la prueba bacteriológica que se da con el uso de medios de cultivo como es el agar TCBS, aunque también se suele usar ChromAgar para reconocer o diferenciar por medio de colorimetría las diferentes especies de *Vibrios sp* (Cuéllar-Anjel, 2013).

Los probióticos se los denomina suplementos bacterianos vivos que poseen un impacto productivo sobre el hospedero, perfeccionando su respuesta hacia las patologías, transformando a la comunidad bacteriana del ambiente vinculada al hospedero, mejorando un buen uso del alimento y costo nutricional. Las bacterias tienen la posibilidad de competir por espacio y fuentes de carbono y liberar sustancias químicas provocando efectos bactericidas: bacteriocinas, lisozimas, proteasas, ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno influyendo tal sobre las interacciones de competencia entre poblaciones bacterianas. Por otro lado, los constituyentes de las paredes celulares Lipopolisacáridos y peptidoglicanos pueden ser detectados por el sistema inmune del hospedero como patrones moleculares asociados a patógenos, y trabajan por consiguiente como inmunoestimulantes (Rodríguez et al., 2015).

Los efectos de los lipopolisacaridos (LPS) como estimuladores para sistema inmunológico del camarón se puede indicar que la proliferación de hemocitos su porcentaje puede aumentar más 3 veces después de la estimulación con los lipopolisacaridos (Trujillo et al., 2017).

3.1.1. MEJORAMIENTO DE LA SALUD DEL CAMARÓN CON EL USO DE PROBIÓTICOS

Los microorganismos vivos empleados como aditivos en alimento nos ayudan a mejorar la biota microbiana gastrointestinal, digestiva, crecimiento de los organismos, resistencia a enfermedades y a la mejora de la calidad del agua de nuestros cultivos. Los probióticos que más se consideran en el cultivo de camarón debido a que mejora el crecimiento, sobrevivencia y favorece el sistema inmune del camarón mejorando su salud. Por otro lado, puede disminuir tasa de conversión alimenticia debido a la producción de enzimas

digestivas. Existen probióticos que están compuestos también por beta-glucanos, quitina, ácidos nucleicos y mano-proteínas que nos ayudan a estimular los hemocitos, que a su vez fomenta la respuesta inmune del camarón *Litopenaeus vannamei* (Campa-Córdova et al., 2020).

Las mezclas de cepas probióticas son más efectivas a las cepas independientes esto se debe al efecto sinérgico que ayuda en los diferentes procesos que pueden mejorar el crecimiento, producción y salud y condiciones del sistema inmune del camarón. Por otro lado, las mezclas probióticas también influyen mucho en la actividad en los cofactores o síntesis de proteínas, ayuda a la digestión de proteínas entre otros que ayudan a fomentar la absorción de nutrientes. Además, podemos recalcar que mejora la síntesis de la hemocianina que pertenece a la parte del sistema inmune del camarón, y se relaciona con la reparación, construcción y el mantenimiento de tejidos, siendo una fuente de energía catabólica (Campa-Córdova et al., 2020).

3.2. ESTRATEGIA PARA CONTRARRESTAR EL CRECIMIENTO DE VIBRIOS EN EL AMBIENTE DEL CULTIVO DEL CAMARÓN

Hoy en día la mayoría de los probióticos son agregados al agua como también al suelo. una de las estrategias de biorremediación de suelo y agua es por medio de Métodos químicos como son los ácidos orgánicos y el método biológico que es el uso de las bacterias probióticas que producen enzimas y metabolitos. Se puede otorgar técnicas de biorremediación in situ, que se deben someter a evaluaciones especiales. La aplicación de tratamientos de biorremediación está comprendida entre una de las mejores alternativas, puesto que permite mantener constantemente los niveles de calidad del suelo y agua, mediante el uso de agentes biológicos naturales. (Anokyewaa et al., 2021)

Para saber la eficiencia de los probióticos en suelo o agua es recomendable realizar pruebas de antagonismo contra patógenos en agar, caracterización e identificación de probióticos, y conteo de UFC en distintos agares.

3. CONCLUSIÓN

La estrategia a desarrollar para controlar las concentraciones de *Vibrio* dentro del cultivo de camarón es la biorremediación mediante la aplicación de bacterias Gram positivas compuestas por varias cepas de *Bacillus sp.* entre ellas principalmente la *B subtilis* y *B. licheniformes* siempre teniendo en cuenta que las dosis deben ser las correctas al momento de la activación o al momento de suministrar a la columna de agua utilizando bacterias que en el mercado vienen en presentaciones en polvo y su aplicación es directa sin tener que esperar 24 o más horas de activación.

Mediante la biorremediación los resultados que vamos a obtener al aplicar el proceso de bioaumentación con cepas de *Bacillus sp.* es ayudar a eliminar todo residuo presente en el agua o suelo del estanque de cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*.

El uso de microorganismos como probióticos en el alimento se coloniza el intestino del camarón y se fortalece el sistema inmune del organismo, contribuyendo con la supervivencia, crecimiento y manteniendo la salud de toda la población en buenas condiciones. Y en la biorremediación reduce costos operativos del cultivo del camarón, más aún si se usa una estrategia de propagación de microorganismos autóctonos, la cual se vislumbra como una potencial estrategia para el sector camaronero.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Anokyewaa, M. A., Amoah, K., Li, Y., Lu, Y., Kuebutornye, F. K. A., Asiedu, B., & Seidu, I. (2021). Prevalence of virulence genes and antibiotic susceptibility of *Bacillus* used in commercial aquaculture probiotics in China. *Aquaculture Reports*, 21, 100784. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100784>
- Campa-Córdova, A. I., Cristóbal, Y.-M., Guzmán-Murillo, M. A., & Aguirre-Guzman, G. (2020). Evaluación de la respuesta productiva e inmune en juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei* alimentado con mezclas probióticas. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 55(1), 73–78. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2020.55.1.2394>
- Castañeda Alvarez, E., & Consuelo Sánchez, L. (2016). *Evaluación del crecimiento de cuatro especies del género Bacillus sp., primer paso para entender su efecto biocontrolador sobre Fusarium sp.* <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v14n26/v14n26a06.pdf>
- Castillo, N., Carrillo, O., Arenal, A., & Toledo Adrián. (2018). Probióticos: una realidad en el cultivo de camarones. Artículo de revisión. In *Revista de Producción Animal* (Vol. 30, Issue 2). Universidad de Camagüey, Ministerio de Educación Superior. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000200009&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Castro, J. (2021). *Análisis comparativo de dos bacterias (Pro 4000x y Hgs7) utilizadas en procesos de biorremediación en las piscinas del cultivo de Litopenaeus vannamei de la empresa acuícola San Andrés (El Oro)* [Universidad católica de Santiago de Guayaquil]. <http://201.159.223.180/bitstream/3317/17185/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-180.pdf>
- Colon Velásquez, P., Solorzano-Reyes, F., Solorzano-Reyes, F., & Velásquez-López, P. C. (2021). Eficiencia de absorción en postlarvas de camarón blanco del Pacífico, *Litopenaeus vannamei*, alimentadas con una dieta de levadura marina de marismas de manglar. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 50(2), 73–90. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2021.50.2.1012>
- Emilia, M., Alvarado, M., Vicente, J., & Mendoza, N. (2020). *Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar.*
- García-Pérez, J., Ulloa-Rojas, J. B., Mendoza-Elvira, S., Mendoza-Elvira, S., García-Pérez, J., García-Pérez, J., Ulloa-Rojas, J. B., & Mendoza-Elvira, S. (2021). Patógenos bacterianos y su resistencia a los antimicrobianos en los cultivos de tilapia en Guatemala. *Uniciencia*, 35(2), 1–14. <https://doi.org/10.15359/ru.35-2.4>
- Kuebutornye, F. K. A., Abarike, E. D., & Lu, Y. (2019). A review on the application of *Bacillus* as probiotics in aquaculture. *Fish & Shellfish Immunology*, 87, 820–828. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2019.02.010>
- Liñán, M. (2019). *EVALUACION DE UN CONSORCIO DE Bacillus sp. ARROZ Y SU EFECTO EN EL CULTIVO DE CAMARON BLANCO Litopenaeus vannamei* [Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C.].

https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1709/1/li%C3%B1a_n_m%20TESIS.pdf

- Marín Velásquez, T. D., Gota Díaz, C. N., Ortiz Pinto, T. C., Velásquez, T. D. M., Díaz, C. N. G., & Pinto, T. C. O. (2018). Evaluación del extracto obtenido como lixiviado de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como bioestimulante en la remediación de un suelo contaminado con petróleo. *Enfoque UTE*, 9(4), 180–193.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.303>
- Ordoñez, K., & Ordoñez, A. (2018). *Aplicación de la técnica de Biofloc, usando sustratos naturales, y Probióticos en el cultivo de Oreochromis sp en sistema de cero recambios de agua* [Centro Universitario Regional del Litoral Pacifico].
<https://www.megasupply.net/wp-content/uploads/2020/11/Aplicacion-de-la-tecnica-de-Biofloc-en-Tilapia-Honduras-2018.pdf>
- Rodríguez, J., Leonardo, C., Borbor, D., Chalen, B., & Agurto Rodríguez, G. (2015). Probióticos, parte de la solución: alternativas de uso en el cultivo de camarón. *Foro Iberoam*. <https://www.researchgate.net/publication/280627728>
- Sánchez, D. (2022). *ENFERMEDADES QUE AFECTARON LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN Y ANÁLISIS DE LAS EXPORTACIONES DE CAMARÓN EN EL ECUADOR* [UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA].
<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/8084/4/UPSE-TBI-2022-0024.pdf>
- Tejera, B., Rojas, M., & Heydrich, M. (2011). Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *CENIC*. <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181222321004.pdf>
- Trujillo, L., Rivera, L., Hardy, E., Llumiquinga, E., Garrido, F., Chávez, J., Abril, V., & País-Chanfrau, J. (2017). Estrategias Naturales para Mejorar el Crecimiento y la Salud en los Cultivos Masivas de Camarón en Ecuador. *Bionatura*, 2(2), 312–316.
<https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.02.8>