

**CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y PRODUCTIVAS DEL
CAMARON (*Litopenaeus vannamei*). EFECTO DE LOS PROBIÓTICOS
EN SU PRODUCCIÓN INTENSIVA.**

*José Alejandro Mesa Roy¹, MSc. Marta Laurencio Silva¹,
Dr. C. Ana Julia Rondón Castillo¹, MSc. Marlene Martínez
Mora¹ y MSc. Fátima Arteaga Chávez².*

1. *Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía
Blanca Km.3, Matanzas, Cuba. ana.rondon@umcc.cu*

2. *Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador.*



Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo valorar los resultados de la aplicación de probióticos en la producción de camarones. Los probióticos se definen como microorganismos vivos que administrados como suplemento en la dieta pueden causar modificaciones en la microbiota asociada al tracto gastrointestinal del hospedador y generar efectos benéficos como el incremento en la conversión alimentaria, en la resistencia a enfermedades y de la calidad del agua. Durante los últimos años, su aplicación en el cultivo intensivo de camarón se ha hecho frecuente y los estudios de obtención y selección de microorganismos probióticos constituye tema de investigación de numerosos investigadores en el tema. También se presentan resultados del efecto de la aplicación de biopreparados o productos comerciales en la camaronicultura moderna, ideados para sustituir la utilización de antibióticos y mejorar el rendimiento y la salud de los animales.

Palabras claves: *Probióticos; camarones; Litopenaeus vannamei.*

Introducción

La acuicultura es la producción de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo, se desarrolla e intensifica en muchas regiones, en respuesta al incremento de la demanda por alimentos de origen acuático. Esta intensificación ha conducido a un elevado uso y abuso de medicamentos y químicos en el sector, lo que trae consigo, problemas con la seguridad de los alimentos. Son varias las estrategias para evitar el uso de antibióticos en el control de enfermedades tales como, buena gestión de bioseguridad, vacunación efectiva, estimulación de los mecanismos de defensa, así como el uso de probiótico, a partir de microorganismos vivos que suministrados en pequeñas dosis tienen su efecto sobre el equilibrio de la microbiota intestinal, que provoca un buen desarrollo del sistema inmunológico y repercute en el incremento de los indicadores productivos y de salud (Sosa, 2006).

La adecuada aplicación de probióticos en la dieta de los camarones de cultivo evita la utilización de antibióticos para el manejo de patógenos o enfermedades que generan consecuencias negativas en la salud de la población que los consume. Los probióticos tienen muchos mecanismos de acción: la exclusión competitiva de las bacterias patógenas, servir como fuente de nutrientes, contribuir a la digestión enzimática, efectos beneficiosos sobre la calidad del agua y mejora de la respuesta inmunológica del animal. El objetivo de la presente monografía es describir el efecto de Probióticos en la producción intensiva de camarones (*Litopenaeus vannamei*).

Historia de la pesquería del camarón

Delgado y Cantón (2016), investigadores del Centro de Investigaciones Pesqueras de Cuba, realizaron una recopilación de datos de la pesquería del camarón en el país. Estos autores explican que desde los años 60 del siglo pasado, existe la pesquería del camarón como



segundo recurso exportable de la Industria Pesquera, la cual aporta al país más de 15 millones de dólares anualmente. Desde esta época, se comienza el incremento de la crianza y se introducen modelos tecnológicos con el fin de mejorar la producción. En los años 70 se alcanzaron alrededor de 6 000 t/anuales, pero debido a la sobreexplotación inadecuada que provocó el descenso de las capturas en la década de los 80, se implantaron las primeras regulaciones para evitar el deterioro de la pesca y lograr una recuperación de la población camaronesa, entre las que se destacan, el incremento del paso de malla en las redes de arrastre, disminución temporal de la pesca, vedas de hasta 105 días, sin embargo, aún con estas medidas no se logró una buena recuperación de la población, lo que hizo especular de la existencia de otros factores antrópicos y naturales que impedían recobrar la antigua producción. Se tomaron medidas más drásticas como prohibir la pesca a los largo de la franja costera de uno hasta dos millas náuticas, incluidas las áreas de alta densidad juvenil y aquellas zonas donde la captura fuera de pequeña talla.

Caracterización y origen del camarón (Delgado y Cantón, 2016)

Los camarones en las diferentes especies son relativamente abundantes en los cuerpos de agua dulce o salada en todo el mundo, lo cual los convierte en un importante recurso pesquero y alimenticio.

Ubicación taxonómica: Se encuentran en el Reino Animalia, Filo arthropoda, Clase acuático, Orden decapoda y Familia peneidae

Hábitat: En Cuba se encuentra en las aguas costeras hasta profundidades de 30 m, principalmente sobre fondos fangosos suaves y en menor medida en sustratos arenosos, también cerca a la desembocadura de los ríos Cauto y Zaza, así como en la Bahía de Cienfuegos y en la Ensenada de la Broa.

Características morfológicas. Según Sosa (2000), su cuerpo se encuentra dividido en tres regiones: Cefalotórax, Abdomen, Telson y Urópodos. En la figura 1 se aprecian las características morfológicas.

Cefalotórax: Fusionado y recubierto por un duro carapacho, con posesión de una serie de apéndices.

Rostrum: Alargado y puntiagudo en su extremo más anterior, ornamentado dorsal y ventralmente por espinas rostrales. Como característica notoria y distintiva del género *Farfantepenaeus*, presentan un surco a ambos lados del rostrum, que abarca todo el cefalotórax, llegando hasta la unión del mismo con el abdomen.

Pedúnculos oculares: Con córnea globular y giratoria, capaces de cubrir 360° de campo ocular (visión estereoscópica).



Anténulas: En la parte interior del primer segmento se localiza el estatomisto u órgano del equilibrio. Posee flagelos (flagelos antenulares), con función táctil.

Antenas: Apéndices sensoriales (centros de percepción táctil), que mantienen el plano anterior del cuerpo en equilibrio, mediante un abrir y cerrar bastante constante de la escama antenal.

Apéndices masticadores:

Labrum: Segmento en forma de saco lobulado suspendido sobre la boca, como en labio superior, que cuenta con un borde dentado. Relacionado con las mandíbulas como ayuda a la masticación. **Mandíbulas y maxilas:** Apéndices muy endurecidos para la función de masticación

Maxilípedos: Apéndices caminadores, pero adaptados a ayudar en la masticación en su porción interior. Están relacionados con las branquias, localizadas dentro del cefalotórax ventralmente, de donde obtienen parte del agua necesaria para la respiración, la otra porción llega por un bombeo producido por los lóbulos medios de las maxilas.

Periópodos (patas caminadoras): Apéndices funcionalmente modificados, en la terminación adquieren la forma de una pinza (donde las cerdas terminales son receptores de agentes químicos). En las hembras el último par de patas sufre una modificación característica, el téllico cuya función será almacenar el espermatóforo.

Abdomen: Tiene la función propulsora del camarón, constituido por 5 segmentos, cada uno con un par de apéndices, pleópodos. En los machos el primer par de patas nadadoras se transforman (en su rama interna) en el órgano copulador, el petasma, mediante el cual le transfiere a la hembra los espermatozoides.

Segmentos abdominales: Todos los segmentos están articulados entre sí, y recubiertos por la artícula endurecida, lo que permite los movimientos, capaces de accionar el cuerpo con desplazamientos por intervalos hacia atrás, puesto que estos segmentos son musculosos.

Pleópodos: Apéndices transformados para la natación, de los cuales hay un par en cada segmento abdominal.

En la figura 1 se presentan las partes externas del camarón.



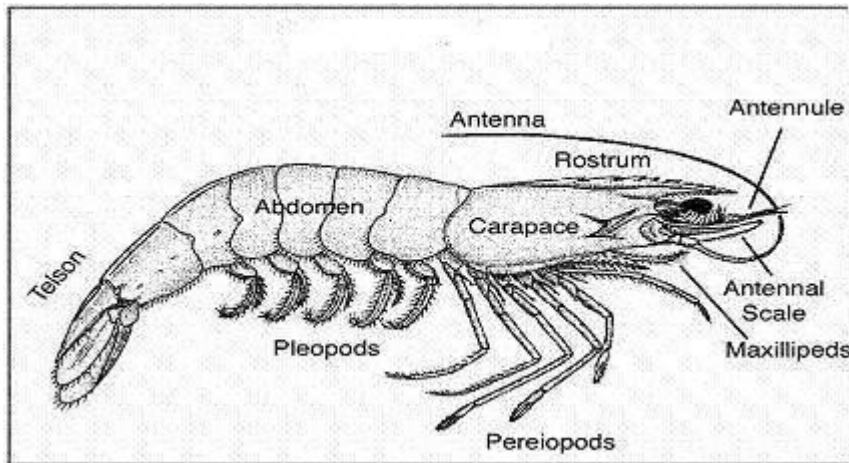


Figura 1. Características morfológicas del camarón (Tomada de Ecured, 2016).

Morfología Interna: Guitart *et al.* (1985) describieron los principales órganos.

- ❖ **Órganos de la visión:** Muy relacionados a la función neuro-hormonal.
- ❖ **Aparato digestivo:** Consta de una parte mecánica (labro, mandíbulas, maxilas, patas transformadas en apéndices masticadores), y otra digestiva (tubo digestivo y glándulas anexas hepatopáncreas). Está constituido por la boca, situada en la parte ventral y anterior entre las mandíbulas; el estómago o molino gástrico, con dos cavidades, el cardias y el píloro. En el primero se continúa la trituration de los alimentos y en el segundo ocurre la filtración de los mismos. Otra parte es el Hepatopáncreas, que tiene tres funciones: proporcionar enzimas para desdoblar alimentos (proteasas, lipasas y amilasas). También servir como almacén de reserva de glucógeno, además para la asimilación de sustancias alimenticias.
- ❖ **Aparato excretor:** Del tipo glandular (en la base de las escamas antenales), teniendo la salida al exterior mediante poros excretores y una porción ventral encima del ganglio esofágico.
- ❖ **Aparato reproductor:** Con glándulas pares y siempre los sexos son separados y sin inversión. En las hembras los ovarios están a lo largo del cuerpo y dorsalmente, mientras que en los machos los testículos se localizan también dorsalmente pero en el primer segmento abdominal, estructura en forma de esfera y colocada ventralmente también en el primer segmento abdominal, en cuyo interior se forma el espermatozoide.



- **Madurez:** La hembra alcanza la madurez sexual cuando alcanza los 85 mm de longitud total aproximadamente, mientras que el macho lo hace para los 74 mm de longitud total.
 - **Cópula:** Se cree que la cópula debe ocurrir varias veces durante la vida de la hembra, indicativo de promiscuidad.
 - **Fertilización:** En la fertilización externa, el macho coloca el espermátforo en la zona ventral-abdominal de la hembra. El poro genital de la hembra se abre en la base del tercer par de pereiópodos, después que sale el huevo por el mismo es fertilizado por los espermatozoides contenidos en el espermátforo que es retenido en el télico.
 - **Gónadas:** El tamaño del ovario se incrementa en la medida que se incrementa la talla del ejemplar, lo que sugiere que las hembras mayores produzcan más huevos que las de menor tamaño, aunque el número de huevos producidos por una hembra es desconocido, se cree que una hembra de camarón blanco de 172 mm de longitud total porta alrededor de 860 mil huevos, probablemente la cantidad de huevos en el rosado sea similar para un solo desove, y se plantea que puede tener más de un desove en su vida.
 - **Desove:** Varios factores ambientales pueden influir en el desove de esta especie. Se cree que el desove es muy elevado en la época de primavera, verano y otoño, y pobre en el invierno, y existe relación directa entre la temperatura del agua y la concurrencia de camarones adultos, la temperaturas óptima para el desove está entre 19,6-30,6 °C.
- ❖ **Sistema neuro-endocrino:** Del tipo anular (ganglios), con una cadena peri esofágica y otra dorsal, conectadas a un cordón nervioso ventral, que inerva a todas las estructuras musculares y apendiculares. Ahí descansan las glándulas X e Y, relacionadas con la muda, crecimiento, reproducción, desove, entre otras funciones.

Mecanismo de la alimentación: El camarón desde su desarrollo va sufriendo metamorfosis en la anatomía del aparato digestivo, sino también en su fisiología como por ejemplo reduce o incrementa las secreciones enzimáticas en las diferentes etapas. Estos cambios influyen también en sus hábitos de alimentación, que nacen con la tendencia a ingerir fitoplancton y termina consumiendo materia orgánica del bento.

Captura del alimento: Varía de acuerdo a su estadio, en las etapas larvales de zoea y mysis la captura está dada por la acción rítmica que ejercen los apéndices sobre el agua, los cuales provocan corrientes que pasan cerca de la boca. En los estadios de postlarvas poseen en su cefalotórax ocho pares de apéndices, las tres primeras participan en la captación del alimento hacia la boca y toman el nombre de maxilípedos, el resto son patas caminadoras,



además presentan órganos sensoriales o quimiorreceptores para detectar la presencia de los alimentos

Hábitos alimentarios: Los más pequeños por lo general son pelágicos, es decir que se mueven en la columna de agua y su alimentación fundamental es de fito y zooplancton de la franja de agua. Los adultos son bentónicos, es decir que se alimentan de plancton con una dieta basada en copépodos, micro algas, poliquetos y detritus, entre otros.

Ciclo de vida. Revilla y Rodríguez (1982), describieron el ciclo de vida del camarón, el cual puede representarse a través de cuatro fases principales: el desove, el desarrollo embrionario y larval y además la cría de post-larvas bentónicas hasta juveniles o pre adultos y por último la madurez, en la cual encuentran condiciones relativamente más estables para el desove, completando el ciclo vital.



Figura 2. Ciclo de vida del camarón (Tomado de EcuRed, 2016).

Enfermedades del aparato digestivo: Puga *et al.* (1982) describieron que el camarón es una fuente importante de proteína para satisfacer la demanda de alimento del hombre por su rápido crecimiento; sin embargo, en la actualidad el mayor problema a nivel mundial son las enfermedades causadas por agentes parasitarios, virales, bacterianos y no biológicos. Estos autores afirman que la vibriosis es una de las enfermedades que más daño causa en la acuicultura de camarones y peces, distribuidas en las instalaciones de todo el mundo, siendo la principal responsable de la mortalidad del camarón. Es causada por una bacteria gram-negativa de la familia Vibrionaceae, que son capaces de penetrar las barreras físicas del huésped, a través de heridas en el exoesqueleto o poros, multiplicándose rápidamente en



la sangre del camarón. Se reportan alrededor de 14 especies, entre las cuales están: *V. harveyi*, *V. splendidus*, *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *V. anguillarum*, *V. vulnificus*, *V. campbelli*, *V. fischeri*, *V. damsella*, *V. pelagicus*, *V. orientalis*, *V. ordalii*, *V. mediterrani*, y *V. logei*.

Chen (1992) valoró que *V. harveyi* es la bacteria más importante entre las causantes de mortalidades masivas en todos los estadios de vida, pero son más comunes en los sistemas de crianza de larvas. Los mayores reportes son *P. monodon* en la región del Indio-Pacífico, *P. japonicus* de Japón y *P. vannamei* de Ecuador, Perú, Colombia y América Central.

Las especies de *Vibrio* son parte de la microbiota natural en los camarones silvestres y de cultivo, sin embargo, se convierten en patógenos oportunistas cuando los mecanismos de defensa natural están bajos, fundamentalmente cuando los camarones están estresados por diferentes factores como: pobre calidad del agua, elevadas densidades, alta temperatura del agua, baja concentración de oxígeno disuelto y baja tasa de recambio de agua. Cuando son adultos pueden parecer hipóxicos, al mostrar el enrojecimiento del cuerpo con branquias rojas o marrones, se reduce el consumo de alimento y se observan nadando en los bordes y superficies de los estanques. Se destacan cinco tipos de enfermedades causadas por *Vibrio*: necrosis de la cola, enfermedad de la concha, enfermedad roja, síndrome de la concha suelta y enfermedad del intestino blanco. Estas provocan grandes pérdidas económicas tanto en nuestro país como en el mundo (Chen, 1992).

En camarones juveniles y adultos, puede aparecer la enfermedad de los apéndices rojos, coloración roja en los pleopodos, peiopodos y branquias, hasta provocar una mortalidad de 95%. También aparece la enfermedad de la necrosis ocular causada por *V. cholerae*, donde los globos oculares infectados se vuelven marrón y se caen y en pocos días mueren (Chen, 1992).

En la enfermedad bacteriana del caparazón, se presentan manchas marronas o negras y aparecen en la cutícula del cuerpo, apéndices y branquias, donde hay pérdida de miembros, musculaturas blandas, infección del intestino, afectando el hepatopáncreas y provocando septicemia general. Otra afección es la que causa la separación del epitelio, que afecta la regulación de agua y asimilación de iones en el cuerpo. La vía principal de transmisión es a través del agua y la bacteria ingresa al camarón por las heridas o grietas en la cutícula o son ingeridas con el alimento (Chen, 1992).

Para contrarrestar estas enfermedades en el cultivo intensivo de camarones, desde hace años se aplican los probióticos, aditivos alimentarios constituidos por microorganismos vivos, que tienen un efecto beneficioso en la fisiología y la salud del hospedero (Griggs y Jacobs, 2005).



Uso de probióticos en la crianza de camarón

Los probióticos se aplican para estimular el sistema inmunológico de los camarones y se han convertido en la mejor alternativa a los antibióticos. Los probióticos tienen muchos mecanismos de acción: la exclusión competitiva de las bacterias patógenas, servir como fuente de nutrientes, contribuir a la digestión enzimática, efectos beneficiosos sobre la calidad del agua y mejora de la respuesta inmunológica del animal. Los probióticos comerciales ayudan a controlar enfermedades producidas por *Vibrio parahaemolyticus*, mejoran la tasa de crecimiento y la supervivencia de los camarones de alta mar como los de crianza intensiva (Sánchez *et al.*, 2013).

Malta Cleyton y Lallemand Animal Nutrition probaron los beneficios del probiótico Bactocell®, que contiene bacterias vivas de *Pediococcus acidilactici* y Levucell® a base de *Saccharomyces cerevisiae boulardii*. En el experimento utilizaron 225 camarones en 12 jaulas de 3x3 m para 4 réplicas de cada grupo: Grupo 1: Control, Grupo 2: Bactocell® (dieta estándar + 5.10^6 CFU/g de alimento/del probiótico) y Grupo 3: Levucell® (dieta estándar + 8×10^6 CFU/g de alimento/probiótico). Como resultado, ambos probióticos mejoraron las conversiones alimenticias, llevando a ahorros substanciales en costos de alimentación (cerca de un 12%). Se logró un promedio semanal de crecimiento de 0,24g/día y una supervivencia de 73.8% al final de la prueba (Anon, 2012).

El empleo de probióticos para el control de enfermedades en la acuicultura intensiva es una alternativa al uso de antibióticos. Sánchez *et al.* (2013) aislaron la cepa bacteriana IC1 a partir de la fermentación ácido láctica de col, la cual se identificó por técnicas moleculares y convencionales como *Lactobacillus* sp. Para la evaluación de la actividad probiótica de esta cepa se utilizaron postlarvas de *Litopenaeus vannamei*, las cuales se trataron cada 24 horas con 2×10^4 ufc.mL⁻¹ de IC1 y otro grupo se mantuvo sin tratamiento. A los 25 días se cuantificó el peso húmedo y el comportamiento de los parámetros inmunológicos (actividad de las enzimas superóxido dismutasa, fenoloxidasa y peroxidasa). El peso de los animales que se trataron con *Lactobacillus* sp. IC1 fue superior en 1,3 veces respecto al control ($p < 0,05$). Las actividades de las enzimas fenoloxidasa y superóxido dismutasa también se incrementaron, lo que indica la estimulación del sistema inmune de las postlarvas. La cepa mostró además actividad antagonista *in vitro* frente *Vibrio harveyi* R1, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 25 853 y *Bacillus subtilis* ATCC 6633. Estos autores concluyeron que la cepa *Lactobacillus* sp. IC1 posee potencialidades para su empleo como probiótico en camarón.

Científicos del Instituto de Oceanografía y del Laboratorio de Inmunología y Patología de Organismos Acuáticos de la Universidad Federal de Rio Grande y de Biomin Singapore (Singapur), analizaron el efecto de bacterias probióticas comerciales en camarones blancos cultivados en sistema biofloc infectados con *Vibrio parahaemolyticus*. Estos autores concluyeron que los probióticos comerciales ayudan a controlar a esta bacteria y mejoran la tasa de crecimiento y la supervivencia de los camarones (*Litopenaeus vannamei*) cultivados en sistemas biofloc” (Krummenauer *et al.*, 2014).



Vargas-Albores (2016) informó que científicos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo y del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México, evaluaron los efectos de una mezcla de probióticos (Proteobacteria-Firmicutes) en la respuesta inmunológica y fisiológica del camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) producidos a escala comercial. Los camarones criados con probióticos registraron un incremento en la regulación de la proteína de la coagulación, profenoloxidasa, Alfa-2-macroglobulina y superóxido dismutasa, comparados con aquellos camarones criados en el sistema tradicional. Los científicos indican que los resultados sugieren que la mezcla de probióticos empleada tuvo efecto inmunoestimulante en el camarón.

Conclusiones

Con el uso de los probióticos en la producción intensiva del camarón es posible controlar enfermedades provocadas por *Vibrio* y obtener alimentos sanos y ecológicos.

Bibliografía

- ABRAHAM, J.T.; SHANMUGHAM, S.A; UMA, A.; PALANIAPPAN, R., Y DHEVENDARAN, K. Biocontrol of shrimp bacterial pathogens using penaeid larvae associated bacterium, *Alteromonas* sp. J. Aquaculture in the Tropics. 16(1):11-22. 2001.
- ANON. Camarón. Consultado: <https://www.ecured.cu/Camar%C3%B3n>. Fecha de consulta: noviembre de 2016.
- ANON. Nueva evidencia de los beneficios sanitarios y financieros con el uso de los probióticos Bactocell® y Levucell® SB en la producción semi-intensiva de camarón en México. Panorama acuícola. 2012.
- CANTÓN, M. Alimento potencial del camarón rosado en Cuba. Mito y Realidad. EAE: Editorial Académica Española. ISSN: 978-3-8473-6426-9. 2012.
- CHEN, D. An overview of the disease situation, diagnostic techniques, treatments and preventatives use don shrimp farms in China. 47:55. 1992.
- DELGADO, G. Y CANTÓN, M. Archivos de la Biblioteca Municipal José A. Echeverría del Centro de Investigaciones Pesqueras del Minal. 2016.
- GRIGGS, J.P. Y JACOB, J.P. 2005. Probiotics in poultry. J. Appl. Poult. Res. 14:750-756
- GUITART, B., E. GONZÁLEZ, I. FRAGA Y R. REYES. Áreas y épocas de desove de los camarones *Penaeus notialis* y *P. schimitti* en la plataforma Cubana. Rev. Inv. Pesq. 10(3-4): 58-77. 1985.



- KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L.; ROMANO, L.A.; LARA, G.R.; ENCARNAÇÃO, P. Y WASIELESKY, W. The effect of probiotics in a *Litopenaeus vannamei* Biofloc Culture System infected with *Vibrio parahaemolyticus*. Journal of Applied Aquaculture 26 (4). 2014.
- PUGA R., A. PÉREZ Y S. ALFONSO. Características de la etapa juvenil de *Penaeus notialis* y *Penaeus schmitti* en relación con su ciclo vital en la Ensenada de la Broa. Rev. Invest. Mar. 7(4):1-5. 1982.
- REVILLA N. Y A. RODRÍGUEZ. Mapificación de los tipos de fondo del Golfo de Ana María, Cuba, empleando la teledetección. Rev. Cub. Inv. Pesq. 18(3): 60-62.1993.
- SÁNCHEZ, I.; MARTÍN L.; GARCÍA Y.; ABAD, Z.; FRANCO, R.; RAMÍREZ, Y.; ZAMORA, J.; MOREIRA, A.; ARENAL, A. Efecto de *Lactobacillus* sp. Aislado de col fermentada, sobre el peso y los marcadores inmunológicos del camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Centro Genética y Biotecnología. Camaguey. Cuba. 2013.
- SOSA, M. Las pesquerías de arrastre de camarón en Cuba. Su evaluación y estado actual. En: GEF/UNEP/FAO. Reducción del impacto de las pesquerías de arrastre de camarón tropical sobre los recursos marinos vivos a través de la adopción de técnicas protectoras del ambiente (EP/INT/724/GEF). 2000.
- SOSA, M. Reducción del impacto de las pesquerías de arrastre del camarón tropical a través de la adopción de prácticas y técnicas protectoras del ambiente. Las pesquerías de arrastre de camarón en Cuba. Proyecto FAO: EP/INT/724/GEF Centro de Investigaciones Pesqueras. 2006.
- VARGAS-ALBORES, F.; MARTÍNEZ-PORCHAS, M.; ARVAYO, M. A.; VILLALPANDO-CANCHOLA, E.; GOLLAS-GALVÁN, T.; PORCHAS-CORNEJO, M. A. Immunophysiological Response of Pacific White Shrimp Exposed to a Probiotic Mixture of Proteobacteria and Firmicutes in Farm Conditions. North American Journal of Aquaculture.78:3. 2016.

