
La camaronicultura como fuente sustentable de alimentos de origen animal. Logros, retos y oportunidades.

Alexander Varela Mejias^a & Tatiana Varela Moraga^b

^aLaboratorio SRY, Sonora, México.

ORCID:0000-0002-5642-2160 alexander.varela@gmail.com

^bInstituto Tecnológico de Sonora. Estudiante de Ingeniería Biotecnológica.

ORCID:0000-0001-6300-0612 keylintvm@gmail.com

Submitted: 10/9/19 | **Peer reviewed:** 2/10/19 | **Accepted:** 3/10/19 | **Published:** 5/10/19

Resumen

El acelerado incremento de la población humana, genera una enorme presión sobre las fuentes de producción de los diferentes tipos de alimento, esto ocasiona a su vez, que cualquier desequilibrio fuerte en la industria alimentaria puede afectar la oferta y demanda en forma global. Paralelo a esta presión sobre las fuentes de alimentos, se está llegando a los límites de captura de algunas fuentes de consumo masivo, como lo es el caso de las capturas naturales de peces y mariscos por parte de las flotas pesqueras. Como alterativa a ello, durante las últimas décadas se han venido desarrollando sistemas de producción cada vez más eficientes para proveer al mercado de alimentos de origen acuático. Estos sistemas no están exentos de exponerse a los desafíos y riesgos, como lo demuestran los impactos recurrentes de las patologías infecciosas sobre los cultivos y la dependencia al uso de harinas de pescado para la fabricación de sus alimentos. Aun así, la acuicultura busca atenuar el impacto de las capturas sobre los cuerpos de agua naturales. Con ello, se pretende actuar como una fuente de alimentos saludables y sustentables, permitiendo la recuperación paulatina de las poblaciones naturales, la oferta de alimentos nutritivos e inocuos, la generación creciente inversiones y empleos directos e indirectos para zonas marginales y la creación de divisas.

Keywords: Alimentos, acuicultura, desafíos, sustentabilidad, recuperación

El crecimiento acelerado de la población humana, indica que según las proyecciones realizadas por el Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estarán alcanzando las impresionantes cifras record de 8.600 millones de habitantes para el año 2.030; siguiendo esta creciente tendencia para llegar a los 9.800 millones para el año 2.050 y 11.200 millones para el año 2.100 (www.un.org). Como es de esperarse, este comportamiento demográfico viene acompañado de mayores requerimientos alimenticios. La demanda crece en forma constante y acelerada. En muchas ocasiones dicha demanda no necesariamente estará acompañada de la oferta. Las fuentes de alimentos se pueden ver comprometidas ante factores no controlados, incluyendo entre ellos aspectos sanitarios, climáticos, económicos y políticos.

Como ejemplo, en el aspecto sanitario, se está presentando en la actualidad un brote de la fiebre porcina africana, la cual está impactando en Asia. Esta enfermedad que afecta a los cerdos, pero es inocua para los seres humanos, está dando como resultado el sacrificio masivo de cerdos en China. Zhong y Tang, en una nota publicada en el New York Times, el pasado 26 de abril de este año, informaron que, según cálculos oficiales de China, este brote de peste porcina africana, ha llegado a ser catastrófico. De acuerdo con el gobierno chino, más de mil millones de consumidores de la carne de cerdo se enfrentan a muchas más restricciones en el

suministro. La necesidad de llenar este vacío puede eventualmente, afectar a los mercados de la carne de todo el mundo (www.nytimes.com).

Las implicaciones y consecuencias de este brote, aún son difíciles de prever con claridad. Pero es de esperarse que la pérdida de estos animales, genere vacíos en la oferta de carnes. El mercado, ante situaciones como ésta, típicamente reacciona recurriendo a productos sustitutos de consumo, como lo pueden ser el pollo, la carne de bovinos o los mariscos (FAO, 2019a). Paralelo al incremento en la demanda de alimentos, se está presentando una creciente concientización por parte de los consumidores, entre los cuales se encuentra cada vez más público que opta por dietas más nutritivas, saludables y sustentables. Actualmente la Organización Mundial de la Salud recomienda el consumo de dietas más balanceadas y saludables (www.who.int).

Con ello, durante los últimos años, el consumo de alimentos marinos se ha visto fortalecido, principalmente por la tendencia al consumo de alimentos con bajo contenido de grasas saturadas. Estos productos son una excelente fuente de proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. Respecto al contenido lipídico, y a diferencia de otros alimentos de origen animal, los productos marinos son excelentes fuentes de ácidos grasos poliinsaturados. El músculo de pescados y mariscos también es buena fuente de minerales como sodio, potasio, magnesio calcio, hierro, fósforo, yodo, flúor, selenio y manganeso, los cuales son indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo. Además, los productos pesqueros son ricos en vitaminas liposolubles e hidrosolubles (Ocaño et al, 2008).

Este panorama abre una ventana de oportunidad para la producción de alimentos bajo la modalidad de la acuicultura, actividad que ha demostrado un gran potencial y que ha crecido enormemente tanto en nuestro continente, como en el resto del mundo. Ha demostrado ser una actividad rentable, con tasas de retorno atractivas y de mediano plazo (Valverde y Alfaro, 2013), además de ser generadora de empleos.

Con el fin de analizar las ventajas y desventajas de un sistema de generación de alimentos de origen animal, se presentan datos sobre un tipo específico de acuicultura, la camaronicultura, dada como alternativa de producción, incluyendo no solamente sus logros, sino además sus problemas y desafíos principales.

Materiales y Métodos

Se realiza una investigación de tipo documental bibliográfica, no exhaustiva, sobre datos estadísticos recopilados por diferentes entidades tanto nacionales como internacionales, sobre las producciones y capturas de mariscos durante las últimas tres décadas. Se recurre además, a bibliografía especializada con el fin de obtener un panorama general sobre los índices de producción de alimentos de origen acuícola y se presenta información técnica local concerniente a principal amenaza de la actividad, los brotes infecciosos de mayor impacto en las producciones.

Finalmente, se revisan algunos aspectos legales y reglamentarios asociados a la acuicultura, enfocados en reducir el impacto ambiental de esta actividad y la inocuidad de sus productos para los consumidores.

Resultados

Acuicultura, Producción Y Consumo:

Según el Instituto Costarricense para la Pesca y la Acuicultura, INCOPECA, se define acuicultura como: “El cultivo de animales y plantas en el agua, en cualquiera de sus fases de

desarrollo de manera parcial o total. Se incluyen peces, reptiles, anfibios, crustáceos, moluscos, plantas y algas destinados para el alimento o alguna otra utilidad por parte del hombre o para su conservación y protección” (www.incopesca.go.cr).

Estos sistemas de producción acuícola, pese a estar modificándose y mejorándose constantemente, poseen orígenes muy antiguos y han sido documentados entre 2000 y 1000 años AC como una forma de producción, habiendo evidencia de ello en países como China con el cultivo de la carpa, y en Egipto con la producción de tilapias (Rueda, 2011). Se han desarrollado procesos de producción para muchas especies de peces, crustáceos, moluscos y algas, bajo condiciones controladas o semi controladas, todas englobadas bajo el concepto de acuicultura (FAO, 2018). De hecho, en la actualidad existen cerca de 580 especies acuáticas que se cultivan en todo el mundo, lo que representa una enorme riqueza de diversidad genética dentro y entre las especies (FAO, 2019b).

Datos presentados en el reporte “Estado mundial de la pesca y la acuicultura” por la FAO en el 2018, indican que la producción total mundial de alimentos de origen acuático alcanzó un máximo de aproximadamente 171 millones de toneladas durante el año 2016, de los cuales la acuicultura, aportó el 47% (figura 1). Indican además, que la demanda de mariscos se encuentre en aumento, pasando de un consumo per cápita global de 9,0 kg en el año 1961 y llegando a 20,2/kg para el año 2015 con un incremento medio aproximado de 1,5% anual (FAO, 2018).

Por las tendencias actuales, es probable que dentro unas décadas el consumo de pescados y mariscos superare a otros alimentos de origen animal como el porcino, vacuno y de aves de corral, debido a sus ventajas nutricionales que incluyen un gran porcentaje de proteínas, minerales y vitaminas esenciales para mantener el organismo en óptimas condiciones (CONAPESCA, 2019; www.who.int).

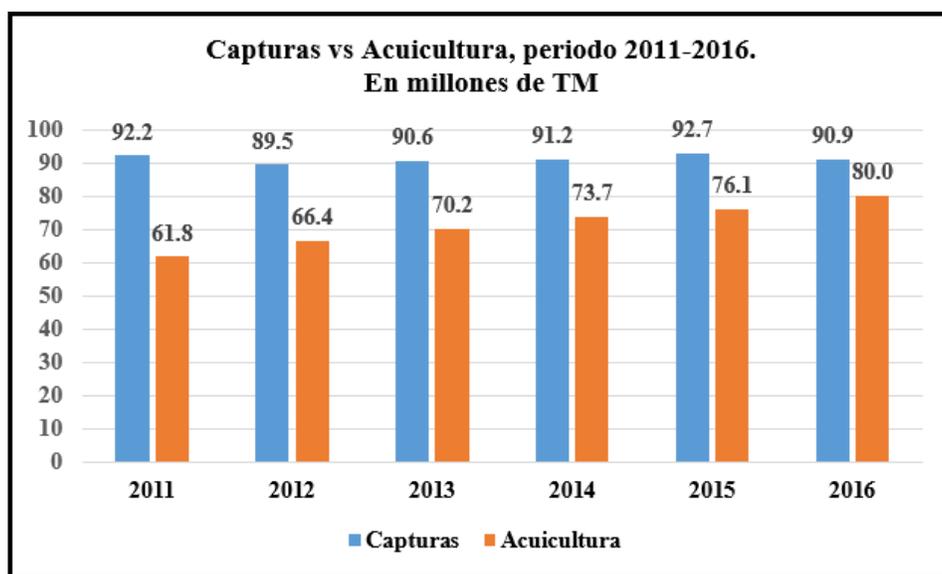


Figura 1. Aportes relativos de las capturas y la acuicultura durante el periodo 2011-2016. Fuente FAO (2018).

En Centroamérica, pese a que las cifras indican estancamientos en lo referente a capturas naturales, la acuicultura se perfila como una alternativa para cubrir los requerimientos de estos

productos para esta región del continente. Adicionalmente, la actividad acuícola participa cada vez más, como un actor positivo de impacto social, a través de la generación de empleos directos e indirectos, así como generación de divisas (www.incopescas.go.cr).

Su participación como fuente de empleo no se da únicamente a nivel local, sino que la actividad acuícola es considerada actualmente un importante actor económico, incursionando en la generación de alimentos, materias primas para el uso industrial y farmacéutico, y de organismos vivos para la repoblación y el ornato, que generan empleos para más de 12 millones de personas en el mundo (Rueda, 2011). Su actividad se ha comentado en el Inventario Regional de Cuerpos de Agua Continental levantado por la Organización del Sector pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (Cuéllar-Anjel et al 2010).

En Costa Rica, según datos del INCOPESCA, la reducción de las capturas naturales por la flota pesquera ha sido tendencia durante los últimos años. Revisando los datos históricos, constatamos que las capturas en el periodo comprendido entre los años 1989 y 2015, presentaron un pico máximo en el año 2001, con cerca de 26,000 TM (figura 2). Año a partir del cual, se ha dado una reducción constante, con menos de 15,000 TM para el año 2015 (www.incopescas.go.cr).

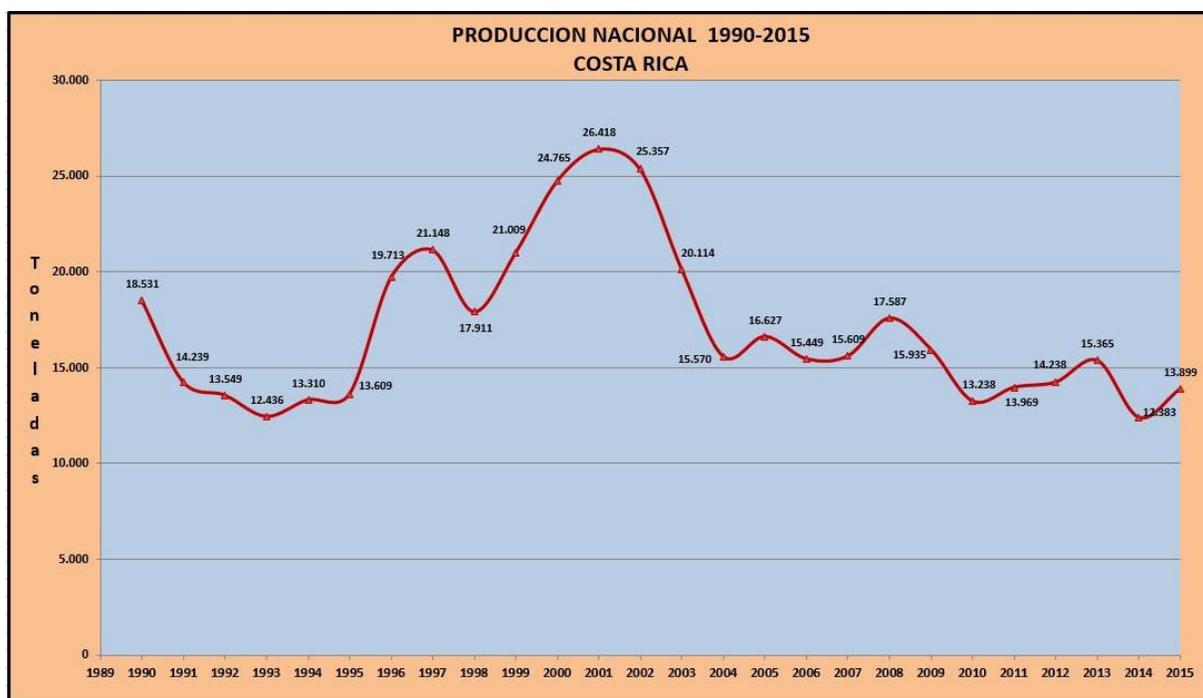


Figura 2. Estadísticas de producción nacional de organismos acuáticos en Costa Rica, en el periodo comprendido entre los años 1990 y 2015. (www.incopescas.go.cr).

La camaricultura costarricense, por su parte, inició como uno de sistemas pioneros en el cultivo acuícola de la región, sus primeros proyectos datan de la década de los 80's, aplicando sistemas extensivos y artesanales. Este cultivo de camarones surgió como una alternativa de subsistencia para los salineros, quienes se vieron obligados a reducir fuertemente su área de

producción, como consecuencia del ingreso de sal de muy bajo precio, al implementarse el tratado de libre comercio con México (Varela, 2011).

El cultivo de camarones marinos en el país ha estado restringido a una pequeña fracción del territorio, aproximadamente 1,000 hectáreas, siendo el sector del Pacífico Norte, a ambos márgenes del Golfo de Nicoya (fig. 3), considerado uno de los más productivos (Valverde y Alfaro, 2013). Durante sus inicios, la camaronicultura costarricense implicaba la captura de post larvas de camarón silvestre en los manglares y esteros del Golfo de Nicoya y Puntarenas. Post larvas que eran trasladadas a los estanques de las salinas, lugar en el cual se mantenían hasta alcanzar una talla comercial, alimentándose de fitoplancton o zooplancton generado en forma natural en los estanques y con poca o ninguna alimentación suplementaria (Varela, 2011).

La primera empresa comercial en Costa Rica fue Maricultura S.A., que se instaló en Chomes, Puntarenas, a inicios de los setenta. A finales de esa década e inicios de los ochenta, algunos salineros en ambos márgenes del Golfo de Nicoya establecieron cultivos extensivos de subsistencia y se instaló en el país Cosechas Marinas S.A., el primer laboratorio con un ciclo cerrado para la producción de post larvas (Valverde y Alfaro, 2013). El estancamiento reportado en las capturas naturales ha sido de momento, compensado por el incremento productivo de la acuicultura.

Desafíos

Desafortunadamente, como todo sistema productivo, la acuicultura presenta también riesgos y desafíos. Estos incluyen aspectos referentes a su posible impacto ambiental y riesgo ecológico asociado a esta actividad productiva.

Específicamente sobre la camaronicultura, se suelen cuestionar aspectos ecológicos como lo son el uso de terrenos adyacentes a humedales; el uso de harinas de pescado obtenidas de capturas naturales para fabricar alimento para producción acuícola; la introducción de patógenos exóticos y especies exóticas de producción que podrían escapar al entorno natural o la captura de larvas de los esteros para su traslado a los estanques de producción cerrados (Davis, 2019; Tacon et al., 2006; Valverde y Alfaro, 2013; Varela y Peña, 2017; Varela, 2011).

Desglosando estos temas, como es de esperarse, la generación de producciones implica la necesidad suplir de alimentos para estos animales. Para ello, se han desarrollado formulaciones de balanceados que requieren, en mayor o menor medida, el uso de harinas de pescado, cuya obtención a su vez depende mayoritariamente de las harinas obtenidas de las capturas naturales. De hecho, el uso de esta materia prima ha venido en aumento. La dependencia de estas harinas de pescado para la fabricación de los alimentos destinado a la acuicultura y otras modalidades productivas pasó de un 10% del total de harinas usadas para alimentos de estos animales, en 1980 hasta alcanzar el 46% para el año 2006 (Tacon et al, 2006).

Esta industria también se ha visto impactada por los efectos de las enfermedades infecciosas en sus animales (Lightner, 1996; Morales-Covarrubias, 2010; OIE, 2018). Centroamérica ha sido fuertemente afectada en el pasado. La aparición de patologías virales como el Virus del Síndrome de Taura y el Virus del Síndrome de las Manchas Blancas durante la década de los 90's, causando pérdidas significativas en la producción, reducción en las utilidades y pérdida de empleos. Más recientemente, en especial a partir del año 2013, se experimentó una disminución de los volúmenes en la producción mundial de camarón cultivado,

debido principalmente a problemas relacionados con enfermedades bacteriales como la Enfermedad de la Necrosis Aguda del Hepatopáncreas en algunos países de Asia, así como otras patologías similares en ciertos países de América Latina (Morales y Cuéllar-Anjel, 2014; Pantoja y Lightner, 2014), producción que apenas se encuentra en recuperación.

Como es de esperarse, Costa Rica no escapa a esta amenaza y sus camaricultores ha experimentado fuertes y recurrentes impactos ocasionados por diferentes patologías sobre sus cultivos, siendo los principales agentes causales, algunas especies de virus y bacterias (Peña y Varela, 2016; Varela y Peña, 2013; Varela y Valverde, 2018). Estos brotes patológicos y su severidad sobre los camarones de cultivo, pueden además, estar detonados o potenciados por las condiciones climáticas cambiantes, características del país (Valverde y Varela, 2018; Varela y Peña, 2014; Varela y Peña, 2015).

Sobre su ubicación, la acuicultura es un sistema que requiere, evidentemente de grandes volúmenes de agua marina y terrenos extensos, contiguos a los manglares, los cuáles son zonas protegidas, estas aguas utilizadas deben ser tomadas de esteros mediante sistemas de bombeo, ingresar a las zonas de producción y luego de su uso, ser liberadas para retornar a los esteros y costas (Varela, 2011). El manejo inadecuado de este recurso hídrico, puede dar como resultado, la contaminación potencial de las aguas, incrementando su carga de materia orgánica o microbiana y la liberación de residuos de químicos o medicamentos al entorno natural.

Discusión.

El incremento en la producción, unido a otros factores como lo pueden ser el relativamente bajo costo de captura y/o procesamiento, el corto periodo de producción comparado con otras especies mayores como los bovinos, el bajo factor de conversión alimenticia de las especies acuícolas, la disponibilidad, las capturas artesanales de subsistencia y las preferencias de consumo según las áreas geográficas; han hecho que la demanda de mariscos se encuentre en aumento, incrementado fuertemente su consumo per cápita (FAO, 2018). El aporte de alimentos generados por los sistemas de producción acuícola ha permitido satisfacer el incremento presentado en la demanda.

Dicha demanda ha sido cubierta por una combinación de las capturas naturales y de la producción acuícola. En la actualidad, el estancamiento en las capturas naturales ha sido compensada con incrementos en los diferentes sistemas de producción (FAO, 2018).

Tal como lo indica la FAO, el aporte mundial de las capturas de especies acuícolas se encuentra prácticamente estancado, con un promedio anual de 90,9±1,27 millones de toneladas. En tanto que el aporte de la acuicultura, en sus diferentes modalidades, presenta un crecimiento anual promedio de 3.64 millones de toneladas, para el mismo periodo, llegando a las 80 millones de toneladas (FAO, 2018), tal como se presentó en la figura 1.

Retomando este gráfico, se exponen claramente tres realidades de gran relevancia: En primer lugar, la oferta de productos de origen acuático y su consumo continúan en expansión; segundo, el aporte de la acuicultura sigue creciendo; tercero, las capturas naturales se encuentran prácticamente estancadas, lo que nos hace suponer que estamos alcanzando los límites de productividad natural de los cuerpos de agua, o peor aún, que los estamos agotando (FAO, 2018).

Ante este comportamiento de las capturas naturales, el aporte generado por la acuicultura presenta crecimientos constantes. Incluso, se considera que esta actividad es, probablemente,

el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa el 50% del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial (FAO, 2019b).

En lo referente al uso de harinas de pescado como materia prima para elaborar alimentos para la acuicultura, Davis (2019), comenta que el uso de harinas de origen animal se ha ido reduciendo en forma paulatina, actualmente se están incorporando cada vez más harinas de soya y trigo, cuya calidad y digestibilidad es similar a las de origen animal, lo que permitiría una sustitución parcial en su uso. Faillace et al (2016), indican que los resultados obtenidos con la inclusión de harinas vegetales, no presentan desventajas en los rendimientos de producción, comentando que el reemplazo de esta harina no es sólo importante por aminorar los costos de producción, sino también por razones ambientales, es decir, para mitigar en parte la presión sobre la pesca y el daño a ecosistemas marinos.

Adicionalmente, Soares (2014) evaluó el comportamiento del camarón marino *Penaeus vannamei* alimentado con diferentes niveles de reemplazo (0, 25, 50, 75 y 100%) de la proteína de la harina de pescado por concentrado de proteína de soya en las dietas. Según los resultados, el peso ganado por los camarones con sustituciones de 0% y 25% fue mayor que el de 100%, pero no difieren significativamente de otras dietas. Soares sostiene que “hubo tendencia lineal negativa con el reemplazo creciente de la harina de pescado para el crecimiento del camarón y el consumo del alimento”. Estos resultados llevaron a la investigadora a concluir que la harina de pescado puede ser reemplazada hasta en un 75% sin afectar el crecimiento del camarón.

Espinosa-Chaurand et al (2015), realizaron pruebas en las cuales se reutilizaron las cabezas de camarón como fuente de proteínas para la elaboración de alimentos para acuicultura, con resultados muy satisfactorios, ya que además de lograr perfiles de aminoácidos adecuados, permitió reducir los desechos de las plantas de procesos, se realizan otras investigaciones sobre fuentes adicionales de proteínas para alimentar a los camarones, incluyendo harinas de algunos insectos.

El desarrollo de los cultivos de camarones en Costa Rica, ha estado muy relacionado con la evolución de las tecnologías de cultivo implementadas en el continente americano, así como con la aparición, prevalencia e impacto de las enfermedades presentes (Valverde y Alfaro; 2013), históricamente, estos sistemas de producción son amenazados por los brotes infecciosos, lo que exige un cuidadoso seguimiento del estado sanitario de los cultivos.

Las estrategias actuales de producción están más enfocadas en la prevención de los brotes que en su tratamiento. Para ello, se han diseñado múltiples sistemas cuya prioridad es evitar el ingreso de patógenos en los sistemas de cultivo. Desde algunos sistemas de control muy básicos de limitada eficacia, hasta sistemas de altos estándares enfocados en la bioseguridad, la cual se define como “El conjunto de prácticas que reducirán la probabilidad de introducción de patógenos y la subsiguiente propagación de un sitio a otro” (FAO, 2003). Éstos sistemas deben estar siempre respaldados por protocolos estrictos basados en las Buenas Prácticas de Acuicultura (Cuéllar-Anjel et al, 2010).

En los casos en los cuales se superan las barreras de bioseguridad, y como consecuencia de ello se presentan brotes de enfermedades, las acciones correctivas a tomar deberán estar sujetas a la naturaleza y severidad del evento infeccioso. Los tratamientos de cualquier tipo, profiláctico o metafíláctico, deben cumplir siempre con la normativa legal aplicable. Dichos tratamientos pueden ir desde una mejora en las condiciones de cultivo, hasta, en casos extremos, la eliminación de una población afectada, con el fin de impedir la propagación del agente infeccioso.

Claramente, en todos los casos siempre debe privar la seguridad del consumidor, optando por las acciones que impliquen el menor riesgo posible. El uso de sustancias controladas como desinfectantes y agentes terapéuticos siempre debe realizarse para la supervisión de un profesional calificado (Varela y Alfaro, 2018).

Desde el punto de vista de riesgo ambiental, no existen reportes o estudios que demuestren afectaciones sobre las poblaciones naturales ocasionadas por patógenos de camarones en Costa Rica, esto probablemente se deba a factores como la baja densidad poblacional y por la heterogeneidad de las poblaciones naturales. Es poco probable que una población presente en un entorno abierto, desarrolle infecciones extensas. Los eventuales animales infectados, serían posiblemente retirados de la población por los depredadores presentes. Además, no existen enfermedades en los camarones capaces de infectar directamente a los humanos, no existe, en este aspecto, riesgo en su consumo o causa de zoonosis (Pantoja et al, 2004).

En lo referente a la obtención de los animales para su cultivo, desde hace cerca de dos décadas, la práctica de sus capturas naturales en Costa Rica ha sido abandonada. Éstas larvas son obtenidas de laboratorios que las producen en condiciones controladas, siendo nula la dependencia sobre las poblaciones naturales (Varela, 2011). Además la especie actualmente cultivada, el camarón blanco *Penaeus vannamei*, es originario de las costas de América, con lo que no se incurre a la introducción de especies exóticas, evitando así un posible impacto ambiental. En caso de producirse fugas de animales hacia el océano Pacífico, de hecho, el camarón blanco es una de las especies que se captura en forma natural en las embarcaciones de pesca del Golfo de Nicoya.

Con el fin de velar por la reducción del impacto ambiental, el país ha construido la estructura reglamentaria y legal necesaria, incluyendo a la ley 8495, o Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal, que incluye en su título III, el tema de Protección de la salud animal, control veterinario de las zoonosis e inocuidad de los alimentos de origen animal. De este modo el Servicio Nacional de Salud Animal, SENASA, vela, no solamente por la sanidad de los animales sino además por la inocuidad de estos productos para los consumidores, incluyendo el control de residuos de medicamentos o contaminantes (www.mag.go.cr).

Adicionalmente, los proyectos de camaronicultura nacionales deben cumplir con las disposiciones del Ministerio de Ambiente Energía y Telecomunicaciones, según lo indica el decreto nº, 32868 – MINAE, en su Canon por aprovechamiento del agua, que debe utilizarse como instrumento para la regulación del aprovechamiento y administración del agua que permita la disponibilidad hídrica para el abastecimiento confiable en el consumo humano y el desarrollo socio económico del país y además la generación de recursos económicos para financiar a largo plazo una gestión sostenible del recurso hídrico en Costa Rica (www.da.go.cr).

Por su parte, con el fin de garantizar los controles reglamentarios, cada granja acuícola debe contar con un asesor técnico profesional, inscrito en su colegio respectivo y se deben cumplir con los requisitos de ley para optar por obtener el Certificado Veterinario de Operaciones, adjudicado por el SENASA y amparado en la ya citada Ley 8495. Los centros de producción que no cuenten con este certificado no pueden operar legalmente y se exponen a sanciones administrativas (www.mag.go.cr). Este tipo de normativas por los que se rige la camaronicultura en Costa Rica, buscan asegurar la inocuidad de los productos, la protección del recurso natural, incluyendo las aguas y las zonas de humedales adyacentes a las camaroneras, como manglares y esteros, y desde luego, a los consumidores, de modo que no entren en el mercado productos que representen riesgos o baja calidad.

Costa Rica se ha caracterizado por dar gran importancia al tema de la conservación de los recursos naturales, por lo que las áreas actualmente destinadas al cultivo del camarón, no pueden ampliarse si ello implica la tala de manglares, prohibida por ley. Las granjas que incurran en esta práctica se exponen a sanciones y retiro de los permisos de funcionamiento, pudiéndose dar el caso de que un terreno sea recuperado por el estado para su regeneración.

El proceso de optimización de la producción acuícola está en desarrollo, aun no se logra reducir y mucho menos evitar la aparición de brotes infecciosos para los camarones, las instituciones implicadas en la camaronicultura, como en MAG, SENASA, INCOPECA, cuentan con limitaciones de personal. Del mismo modo, los productores siguen con poco apoyo de parte de instituciones educativas u oficiales, en el tema de capacitaciones y actualizaciones.

Aún quedan aspectos de los sistemas acuícolas por mejorar, el impacto o transfronterización de enfermedades sigue siendo una amenaza constante, aun se continúan usando harinas de pescado para la fabricación de alimentos para la acuicultura y en algunos países continúan con el uso indiscriminado de fármacos, lo que les genera rechazo lotes de sus productos en regiones como Europa y Estados Unidos (Varela y Alfaro, 2018; Varela y Peña, 2017).

Con todo, la camaronicultura costarricense representa una opción interesante para la obtención de alimentos de origen animal, siendo que este es un producto seguro para los consumidores, ya que ninguna enfermedad del camarón es transmisible a humanos. Adicionalmente, las leyes nacionales y los sistemas de producción usados, permite que estas producciones se realicen sin reducir las poblaciones naturales, a la vez que el impacto ambiental sobre las zonas protegidas sea el mínimo posible. De hecho, esta fuente de mariscos reduce la dependencia de las poblaciones naturales. Lo que, unido a las vedas de pesca, favorecería la recuperación del golfo de Nicoya.

Finalmente, estos centros de producción acuícola representan innegables fuentes de empleos directos e indirectos para los pueblos costeros, zonas que históricamente han sido caracterizadas por ser regiones afectadas por el desempleo, con poca o nula oferta de empleos formales y estables. Dependerá del esfuerzo de los productores, del apoyo del Estado y de los consumidores, permitir el fortalecimiento de este tipo de proyectos y sus beneficios sociales, económicos y ecológicos.

Referencias Bibliográficas

Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura. CONAPESCA. 2019. Los pescados y mariscos proporcionan grandes beneficios para la salud. Gobierno de México. Recuperado de internet el 16 de Julio, 2019, de: www.gob.mx/conapescas/es/articulos/los-pescados-y-mariscos-proporcionan-grandes-beneficios-para-la-salud?idiom=es

Cuéllar-Anjel, J; Lara, C; Morales, V; de Gracia, A; García, O. 2010. Manual de buenas prácticas de manejo para el cultivo del camarón blanco *Penaeus vannamei*. IRSAOSPESCA, C.A. pp. 132.
Davis, A. 2019. Procesamiento del Alimento y Programas de Alimentación. RAPCO-2019- Water Quality, Nutrition, Feeding and Aquaculture Production, Auburn University, Alabama, USA

Dirección de Aguas. Ministerio de Ambiente y Energía. Canon de aprovechamiento de aguas. Recuperado de internet el 22 de junio, 2019. De: <http://www.da.go.cr/canon-de-aprovechamiento-de-aguas/>

Espinosa-Chaurand, L, D; Silva-Loera, A; García-Esquivel, Z; López-Acuña, L, M. 2015. Uso de harina de cabeza de camarón como reemplazo proteico de harina de pescado en dietas balanceadas para juveniles de *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890). *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 43(3): 457-465, 2015. DOI: 10.3856/vol43-issue3-fulltext-7

Faillace Bautista, J, F; Vergara, R; Suarez, A. 2016. Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. *Revista AquaTIC*, nº 44, pp. 12-29. Año 2016 ISSN 1578-4541 <http://www.revistaaquatic.com/ojs/index.php/aquatic>

FAO. 2003. Health management and biosecurity maintenance in White shrimp (*Penaeus vannamei*) hatcheries in Latin America. FAO Fisheries Technical Paper 450. FAO, Rome. 62p.

FAO. 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2018. Cumplir los objetivos de desarrollo sostenible. Roma. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

FAO. 2019a. La factura de las importaciones alimentarias podría disminuir ante la abundancia de la oferta. Información recuperada de internet el 19 de julio, 2019 de la página: <http://www.fao.org/news/story/es/item/1193541/icode/>

FAO. 2019b. Acuicultura. Papel de la FAO en la acuicultura. Recuperado de internet el 18 de julio, 2019, de <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura. Recuperado de internet el 27 de junio, 2019, de la página: <https://www.incopesca.go.cr/acuicultura/>

Lightner, D, V. 1996. A handbook of shrimp pathology and diagnostic procedures for diseases of cultured penaeid shrimp. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA, USA.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. MAG: 2006. Ley General del Servicio Nacional de Salud Animal Nº 8495. Asamblea Legislativa, Costa Rica. Recuperado de internet el 29 de junio de 2019, de: <http://www.mag.go.cr/legislacion/2006/ley-8495.pdf>

Morales, V; Cuéllar-Anjel, J. 2014. Guía Técnica, Patología e Inmunología de Camarones *Penaeidos*. OIRSA, Panamá, Rep. de Panamá. 382 pp.

Morales-Covarrubias, M, S. 2010. Enfermedades del camarón: detección mediante análisis en fresco e histopatología. Editorial Trillas. México, D.F., Mex.

Ocaño, V, M; Graciano, A, Z; Tapia, M, I; Castillo, F, J. 2008. El consumo de alimentos de origen marino: un camino a la salud. *Revista Universidad de Sonora*, Julio-septiembre, 2008. Nº22. 38-40pp.

OIE. 2018. Manual de diagnóstico en animales acuáticos. Organización mundial de salud animal. Paris, Francia.

OMS. 2018. Organización Mundial de la Salud. Alimentación sana. Recuperado de internet el 22 de agosto, 2019, de www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet

ONU. 2017. La población mundial aumentará en 1.000 millones para 2030. Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Recuperado de internet el 28 de junio del 2019, de www.un.org/development/desa/es/news/population/world-population-prospects-2017.html

Pantoja, C, R; Navarro, S, A; Naranjo, J; Lightner, D, V; Gerba, C, P. 2004. Nonsusceptibility of Primate Cells to Taura Syndrome Virus. Emerging Infectious Diseases. www.cdc.gov/eid Vol. 10, No. 12, December 2004

Pantoja, C, R; Lightner, D, V. 2014. EMS/AHPND descripción de la enfermedad en Asia y América. En: V. Morales, y J. Cuéllar-Anjel, editores, Patología e inmunología de camarones penaeidos. Guía técnica. 2da ed. OIRSA (Organización Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria), PAN. p. 172-177.

Peña, N; Varela, A. 2016. Prevalencia de las principales enfermedades infecciosas en *Litopenaeus vannamei* cultivado en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista de Ciencias Marinas y Oceanografía. Vol. 51, Nº3: 553-564, Chile

Rueda, F, M. 2011. Breve historia de una gran desconocida: la acuicultura. Revista Eubacteria (Noviembre 2011) Nº26, 1-2pp

Soares, M. (2014). Avaliação do desempenho zootécnico do camarão branco do Pacífico alimentado com dietas com diferentes níveis de substituição de farinha de peixe por concentrado proteico de soja. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Aquicultura. Programa de pós-graduação em aquicultura. Florianópolis, Brasil.

Tacon, A, G, J; Hasan, M, R; Subasinghe, R, P. 2006. Use of fishery resources as feed inputs to aquaculture development: trends and policy implications. FAO Fish. Circ., Nº1018: 114 pp.

Valverde, J; Alfaro, J. 2013. La experiencia del cultivo comercial de camarones marinos en estanques de producción en Costa Rica. Revista Ciencias Marinas y Costeras, 5, 87-105.

Valverde, J; Varela, A. 2018. Cultivo comercial de camarones *Litopenaeus vannamei* en Costa Rica durante El Niño 2015: incidencia de enfermedades. Rev Inv Vet Perú 2018; 29(1): 188-204. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i1.14187>

Varela, A. 2011. Equipamiento y establecimiento de protocolos en un laboratorio de control de calidad bacteriológica para una planta procesadora de mariscos. TFG. Escuela de Ciencias Exactas y Naturales /UNED

Varela, A; Alfaro, R. 2018. Revisión sobre Aspectos Farmacológicos a Considerar para el Uso de Antibióticos en la Camaronicultura. RIVEP. Perú. 2018; 29(1): 01-14

Varela, A; Peña, N. 2013. El Virus del Síndrome de las Manchas Blancas (WSSV): una revisión y su impacto en la camaronicultura costarricense. Revista Ciencias Veterinarias. Escuela de Medicina Veterinaria. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Costa Rica. 28, Nº 2, [51-69]

Varela, A; Peña, N. 2014. Fluctuaciones térmicas y su relación con el Virus del Síndrome de las Manchas en *Litopenaeus vannamei* cultivado en el Golfo de Nicoya. Revista UTN Informa, 68, [80-83], Universidad Técnica Nacional. Costa Rica.

Varela, A; Peña, N. 2015. Hepatopancreatitis Necrotizante asociada al Fenómeno del Niño, en cultivos de camarones del Golfo de Nicoya. Revista Repertorio Científico. Universidad Estatal a Distancia C.R. Vol.18. N°1. 2015:29-34

Varela, A; Peña, N. 2017. Transfronterización de enfermedades infecciosas en la camaronicultura. Una revisión. Rev. Repertorio Científico, Universidad Estatal a Distancia. ISSN 1021-6294. Vol. 20, N.º 1: Junio 2017: 1-11

Varela y Valverde. 2018. Determinación de la causa de mortalidad en un vivero del langostino gigante de agua dulce *Macrobrachium rosenbergii* en Costa Rica: análisis de caso. Rev Inv. Vet Perú 2018; 29(2): 666-675

Zhong, R; Tang, A. 2019. Una enfermedad porcina en China afecta a los mercados de carne del mundo. Publicado en el New York Times, recuperado de internet el 01 de julio del 2019, de: www.nytimes.com/es/2019/04/26/peste-porcina-africana-china/