

REGULACIÓN JURÍDICA DEL IMPACTO DE LA MARICULTURA SOBRE LA BIODIVERSIDAD OCEÁNICA

Lic. Alina Guadamuz Flores*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es recopilar diversas posturas en cuanto a las debilidades y fortalezas que ha investigado la literatura científica en relación con la actividad acuícola de la maricultura, así como la regulación costarricense relacionada con la protección a la diversidad biológica al llevar a cabo dicha actividad. Los principales resultados de la compilación de datos señalan que la maricultura es beneficiosa para el planeta, en tanto se realice de forma sostenible en el manejo de infraestructura, así como el de químicos para el cultivo de la flora y fauna oceánicas, esto con el fin de evitar daños a las especies cultivadas y la contaminación de los ecosistemas circundantes.

Palabras clave: biodiversidad, contaminación, desarrollo sostenible, maricultura, océanos, regulación, técnica.

ABSTRACT

The objective of this research is to compile diverse postures regarding to the weaknesses and fortresses that have been investigated by the scientific literature related with aquaculture activity of the mariculture as well as the Costa Rican legal regulation related with the protection to the biological diversity when carrying out that activity. The main results of the data compilation have been that mariculture is beneficial for the planet if it is done in sustainable ways, both, in the infrastructure management, as well as that of chemicals for cultivation of ocean flora and fauna, in order to avoid damages in the cultivated species, as well as the pollution of the surrounding ecosystems.

Keywords: biodiversity, mariculture, oceans, pollution, regulation, sustainable development, technique.

Recibido: 28 de diciembre de 2022

Aprobado: 22 de febrero de 2023

* Licenciada en Derecho; especialista en derecho comercial; estudiante de maestría académica en desarrollo sostenible en la Universidad de Costa Rica; docente de derecho ambiental en la Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología; asesora en el Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones de Costa Rica. Correo electrónico: alinaguadamuzflores@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el *Diccionario Merriam-Webster* (2021, definición 1), puede entenderse al “océano” como todo el cuerpo de agua salada que cubre casi las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra; es decir, la mayor parte de esta. Regula su tiempo y su clima, absorbe grandes cantidades de dióxido de carbono, provee la mayor parte de su oxígeno y alimenta a gran parte de la población humana.

En el planeta Tierra, existen cinco grandes océanos: Atlántico, Pacífico, Índico, Ártico y Antártico (National Ocean Service, 2021). Estos océanos contienen 1,35 billones de kilómetros cúbicos de agua, aproximadamente, y, la mayoría de su flora, que se compone de algas microscópicas llamadas fitoplancton, produce, mediante el proceso de la fotosíntesis, alrededor de la mitad del oxígeno que respiran las diversas especies.

La profundidad cercana de los océanos es de 3000 metros y, en ellos, se generan ecosistemas marinos conformados, entre otras especies, por peces, pulpos, pólipos, calamares, anguilas, delfines, ballenas, cangrejos, langostas, estrellas de mar, ostras, caracoles, medusas, nutrias, morsas y osos polares (National Geographic, 2010). Aunque los océanos son esenciales para el planeta, el ser humano lleva a cabo actividades que resultan sumamente perjudiciales para los ecosistemas marinos.

La pesca excesiva, la aniquilación de los hábitats costeros y la contaminación procedente de la industria, las explotaciones agropecuarias y las viviendas están poniendo en peligro no solo a los peces -principal fuente de proteínas animales de la dieta humana-,

sino también la biodiversidad marina e, incluso, el clima mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002).

Dentro de los procesos extractivos realizados en los océanos para suplir las demandas alimentarias humanas mundiales, se encuentra el caso de la pesca de arrastre donde se emplea una red sobre el fondo marino buscando capturar a los camarones, por ejemplo, (Álvarez y Ross, 2010, p. 13). Algunos de los perjuicios que causa este método de pesca son (Herrera *et al*, 2015): alteraciones químicas y biológicas en los fondos marinos (Dernie, Kaiser, Richardson, & Warwick, 2003; Nieto, 2010; Pérez, 2011). Este tipo de pesca es selectiva y ha sido señalada por capturar especies de peces, crustáceos y moluscos no objetivos de la pesquería, con potenciales efectos adversos a sus poblaciones (Thrush & Dayton, 2002; Rábago, López, Valdez, & Nevárez, 2011). Esto provoca cambios en el funcionamiento del ecosistema (Caddy, 2007) y afectación sobre los depredadores (Myers & Worm, 2003). Incluso se ha sugerido que puede colapsar poblaciones de especies de baja tasa de natalidad, como sucede con tiburones y rayas (Márquez, 2002; Morales, 2011).

Ante este panorama, surge la opción de crear alimentos marinos mediante la maricultura, lo que evitaría el decremento dramático de las especies oceánicas por causa de la pesca excesiva o aquella que utilice las redes de arrastre. Sin embargo, si esta modalidad de cultivo no se ejecuta de manera eficiente, el resultado es que esta industria de producción alimentaria también generará elementos perjudiciales para la conservación biológica marina, en lugar de preservarla.

Esta actividad de cultivo es definida legalmente como el cultivo y la producción de organismos acuáticos de flora o fauna, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado; abarca su ciclo biológico completo o parcial en ambientes hídricos naturales o artificiales, tanto en aguas marinas como continentales (art. 81, Ley N.º 8436).

El objetivo del presente trabajo es recopilar diversas posturas en cuanto a las debilidades y fortalezas que ha investigado la literatura científica en relación con la actividad acuícola de la maricultura en general, así como su regulación jurídica nacional, esto con el fin de mantener estándares de bioseguridad que impidan daños de diverso tipo en los ecosistemas marinos.

De acuerdo con los autores Raúl Aguilar-Elena *et al* (2015), el término de bioseguridad o seguridad biológica es definido de la siguiente forma por la Organización Mundial de la Salud:

aquellos principios, técnicas y prácticas aplicadas con el fin de evitar la exposición no intencional a patógenos y toxinas, o su liberación accidental, y sin embargo definen “protección biológica” (o “bioprotección”) como aquellas medidas de protección de la institución y del personal destinadas a reducir el riesgo de pérdida, robo, uso incorrecto, desviaciones o liberación intencional de patógenos o toxinas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados para llevar a cabo esta revisión bibliográfica fueron páginas *web* especializadas en ciencias naturales y derecho, así como artículos académicos de biología, conservación biológica, entre otras disciplinas, disponibles en Internet. Se buscó la información en los idiomas inglés y español, con el fin de encontrar diversas opciones y perspectivas de investigación.

La metodología utilizada fue la consulta a las bases de datos correspondientes a Science Direct, SciELO, Sistema Nacional de Legislación Vigente, por ejemplo, así como la de las revistas Nature, National Geographic, entre otras, además del uso de diccionarios de habla inglesa con el fin de aportar conceptos base para la explicación del tema central del artículo.

Para llevar a cabo el presente análisis, durante la búsqueda de literatura, se tomaron encuesta palabras clave como lo son “maricultura”, “piscicultura”, “contaminación” y “químicos”, principalmente. De igual manera, por un lado, se indagaron tendencias específicas dirigidas a la búsqueda de los beneficios que proporcionaba esta técnica de cultivo y, por otro lado, se investigaron resultados que explicaban los potenciales perjuicios que ocasionaba esta forma de producción en contra de los ecosistemas marinos y, por ende, de la conservación biológica, cuando no se incluyen factores de bioseguridad ante riesgos que alteran el hábitat en el proceso de producción y suministro mundial de alimentos marinos para la especie humana.

3 RESULTADOS Y SU ANÁLISIS

a Resultados:

El presente apartado expondrá, en primer lugar, los resultados arrojados por las ciencias naturales, y su segunda parte explicará los expuestos por las ciencias jurídicas.

Ciencias naturales:

La “maricultura” consiste en la cultivación de organismos marinos en su ambiente natural (Merriam-Webster, 2021). De acuerdo con el autor Ricardo Radulovich, existen al menos tres tipos de cultivo en el agua: “la de agua dulce, la de en estanques en tierra y la de a mar abierto” (2008, p. 2). En relación con el cultivo de especies en agua dulce, continúa señalando el experto, esta es la más utilizada, de hecho, se ha implementado desde la antigüedad y, usualmente, se dirige al engorde del animal en cuestión.

La maricultura llevada a cabo en tierra puede hacerse en estanques naturales o artificiales, utilizando agua de mar que se hace llegar, ya sea mediante una bomba o aprovechando la marea, para luego devolverla al océano. La tercera de las modalidades señaladas por el autor es la maricultura ejecutada en el mar abierto, a nivel de costa o a mar adentro.

La maricultura es una buena opción de provisión de alimentos a nivel mundial, dado que los océanos se han visto perjudicados en sus ecosistemas, debido a la creencia popular y errada de que los recursos pesqueros son inagotables, por lo que no les perturban los efectos de su explotación. La sobreexplotación de las especies marinas para consumo humano ha sido considerada como el problema más grave de la pesca mundial, de ahí que la maricultura haya sido vista

como una alternativa adecuada y deseable para aquella (Vásquez *et al*, 2011).

Así, se indica que el cultivo de especies marinas mediante esta modalidad ayuda a satisfacer el apetito del ser humano sin poner en peligro a la población de la fauna específica de la que se trate. Por ejemplo, pueden cultivarse especies oceánicas en granjas marinas para luego venderlas a los restaurantes, lo que permite evitar riesgos de reducción de las comunidades de los ecosistemas marítimos cuando se cazan especies silvestres para tal fin, promoviendo con ello la conservación biológica de los mares (Thornton, 2013).

No obstante los anteriores beneficios de la maricultura, parte del proceso de siembra acuícola de fauna requiere del transporte de larvas, alevines o juveniles, lo que produce cambios en el agua y su calidad; por ejemplo, crea gas carbónico, disminuye el pH, concentra el amoníaco, lo que, claramente, afecta la calidad de los ecosistemas marinos. Algunos acuicultores utilizan anestésicos para reducir el metabolismo de los peces durante el transporte. Parte de estas sustancias químicas son 2-fenoxietanol, aceite de clavo, sulfato de quinaldina, benzocaína y metansulfonato de triclaína, y resulta que algunas de ellas han sido clasificadas como tóxicas en perjuicio de varias especies acuáticas (Rosado *et al*, 2016).

A la hora de ejecutar el proceso de cultivo, ya sea en estanques o en mar abierto, pueden presentarse problemáticas como la aparición de macrófitas que entorpecen el ciclo natural del fitoplancton, ya que compiten con este en el proceso de absorción de nutrientes. Así este tipo de vegetación acuática debe removerse de manera manual o mecánica; es parte de la bioseguridad y limpieza de las estructuras

de los estanques con los que debe procederse para mantener la higiene del proceso (Ornelas *et al*, 2017).

Cuando se lleva a cabo el cultivo de flora y fauna acuática mar adentro, deben implementarse las medidas de bioseguridad oportunas, tales como una jaula en buen estado o con estructura sin defectos. De no hacerlo, si una tormenta ocasiona el escape de peces enfermos, implicaría una amenaza para los ecosistemas salvajes porque podrían infectarse, generándoles como resultado la contracción de una enfermedad o la muerte, lesionando la conservación de la biodiversidad marina de la región afectada (Gibbens, 2018).

Si se piensa más allá del bienestar que deben tener las especies en estado silvestre, los animales que se crían mediante las técnicas de la maricultura deberían ser tratados con respeto por temas de ética, ya que, al igual que sucede con la cría de animales de ecosistemas terrestres para consumo humano, las especies marinas presentan diversas patologías cuando se encuentran en el encierro del cultivo.

Algunas de las repercusiones que las malas prácticas generan en su salud son: “estrés y la monotonía del confinamiento; las «altas tasas de mortalidad y el aumento de la agresividad, las infecciones parasitarias [y] las afecciones del tracto digestivo» vinculadas a la cría intensiva; el derroche de «alimentar a los peces con peces» [...]”. (Scigliano, 2020).

La maricultura debe implementarse responsablemente, debido a que, en la actualidad, algunos de sus desarrolladores cometen ciertos errores técnicos alimentando a las especies cultivadas con “piensos”, los cuales son harinas de pescado o mariscos obtenidos mediante pesca convencional que no son aptas para el consumo humano, pero sí

para el proceso de engorde en la maricultura, y conllevan a la caza de especies intermedias en la cadena trófica, disminuyendo progresivamente a sus depredadores y, por otro lado, causan el aumento de plancton (Vicente, 2021).

El ambiente de la maricultura puede ser estresante para las especies, como se ha indicado. Por ejemplo, cuando los protocolos de producción de larvicultura, que forma parte del proceso de cultivo en el mar, son muy intensos, provocan enfermedades debido a los patógenos que se generan durante este. Para combatir a esos patógenos muchas veces se usan fármacos, lo que altera el ecosistema natural de los océanos, por lo que se recomienda como sustituto el uso de probióticos en este tipo de cultivo de especies. Este tratamiento no solo mejora el equilibrio microbiano intestinal del huésped, sino también mejora la calidad del agua, permitiendo un control ambiental (Garrido-Pereira *et al*, 2014).

Otro factor abordado por la doctrina es el de los químicos utilizados para lograr la consecución del objetivo del proceso de cultivo, ya que dichas sustancias pueden resultar ecotóxicas, como lo son los antibióticos, parasiticidas, anestésicos y desinfectantes sintéticos.

Como su contraparte, se encuentra el uso de productos naturales utilizados tanto con fines higiénicos, como alimentarios, lo que incluye: “desinfectantes, herbicidas, pesticidas, parasiticidas y antibióticos, así como suplementos alimenticios, en forma de vitaminas, ácidos grasos, carotenoides, inmunoestimuladores, hormonas y atrayentes”, manteniendo la limpieza del cultivo sin dañarlo, ni a los ecosistemas marinos silvestres receptores de residuos de dichas sustancias (Mioso *et al*, 2014).

La misma contaminación puede presentarse en el caso de los estanques de cultivo en tierra. Estos requieren de bombas para el movimiento de sus aguas o de turbinas para su captación, al igual que excavadoras, camiones, tractores, por ejemplo, ya que, para su funcionamiento, estas máquinas deben utilizar combustibles, lubricantes y aceites que pueden filtrarse a los suelos o a las aguas de forma directa, y generan daños en los recursos hídricos y a los ecosistemas (Rodríguez *et al*, 2016).

Asimismo, han existido países donde, con el fin de impulsar la economía nacional, han usado indiscriminadamente diversos cuerpos de agua para desarrollar la maricultura. Algunos de ellos son esteros, manglares y humedales, generándoles contaminación, enfermedades por bioacumulación y la introducción de especies exóticas, con lo que alteran las cadenas tróficas locales y proyectan posibles daños a largo plazo (Cuéllar *et al*, 2018).

Se destaca que la maricultura se lleva a cabo no solo con el objetivo de provisión de alimentos, sino también para la reproducción de especímenes con miras a contribuir a la preservación de la biodiversidad propiamente.

No se realiza con fines comerciales, sino específicamente para su introducción en los hábitats oceánicos para recuperar especies que presentan una baja tasa de individuos por causa de la explotación que han sufrido los mares a lo largo de los años (Bauer *et al*, 2021).

En la práctica de la maricultura, se puede implementar, como técnica inteligente, el uso de un helecho conocido como “azolla” que es usado como alimento. Además, esta especie de flora tiene otra función que es absorber

los nutrientes del agua y fijar el nitrógeno atmosférico, creando un fertilizante a partir del aire. En ocasiones, dicha agua proveniente de la maricultura se reutiliza para el riego de árboles de producción frutal (Torero, 2021). El proceso de maricultura no solo se lleva a cabo con el cultivo de especies animales, sino también con la siembra de algas marinas. Estas permiten la captura del dióxido de carbono, reducen la acidificación de los océanos y combaten, en alguna medida, al cambio climático (The Nature Conservancy 2021).

Para Muhammed A. Oyinlola *et al* (2018), la maricultura es considerada como una de las principales soluciones para satisfacer la creciente demanda de productos del mar. Sin embargo, si dicha técnica no se desarrolla de manera apropiada, puede ocasionar daños para el ambiente como los mencionados durante este apartado de resultados.

Ciencias jurídicas:

En cuanto a la definición y la regulación de la “maricultura” en el ordenamiento jurídico de Costa Rica, se puede comenzar indicando que la Ley Orgánica del Ambiente no contiene una definición específica para “océano”, pero sí para “recursos marino-costeros”, los cuales son conceptualizados como las aguas del mar, las playas, los playones, la franja del litoral, las bahías, las lagunas costeras, los manglares, los arrecifes de coral, los pastos marinos (fanerógamas marinas), los estuarios, las bellezas escénicas, los recursos naturales, vivos o no, contenidos en las aguas del mar territorial y patrimonial, la zona contigua, la zona económica exclusiva, la plataforma continental y su zócalo insular. Propiamente el término de “maricultura” no es definido en dicho texto normativo.

Por su parte, se regula la zona marítimo-terrestre en su ley marco, la Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre, N.º 6043 de 1977, la cual es una de las zonas que se verían afectadas en caso de que se haga un buen o mal manejo de la actividad de cultivo de especies acuícolas.

La zona marítimo- terrestre¹ comprende parte del patrimonio nacional y pertenece al Estado por lo que tiene como características ser inalienable e imprescriptible (art. 1, Ley N.º 6043). Cuando alguna persona administrada tenga interés en hacer uso y disfrute de este bien demanial, deberán intervenir el Instituto Costarricense de Turismo (ICT) y las municipalidades que correspondan (arts. 2 y 3, Ley N.º 6043).

De esta manera, legalmente el cuerpo jurídico de marras ha dispuesto que será la Asamblea Legislativa la que otorgue concesiones y permisos en aquellas zonas que se encuentren cubiertas por el mar de forma permanente, al igual que las zonas adyacentes (art. 5, Ley N.º 6043). Por tanto, si la persona administrada lo que busca es llevar a cabo la actividad de la maricultura en esta zona, deberá contar con los títulos habilitantes por parte de las instituciones mencionadas, más el Instituto de Vivienda y Urbanismo (INVU) y el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), entre otras (art. 18, Ley N.º 6043).

La Ley de Biodiversidad no incluye el concepto de “océanos” ni regula la “maricultura”, pero sí expresa que los cuerpos de agua forman parte de la “biodiversidad” en la de-

finición que brinda para esta en su artículo 7, inciso b):

Variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, ya sea que se encuentren en ecosistemas terrestres, aéreos, marinos, acuáticos o en otros complejos ecológicos. Comprende la diversidad dentro de cada especie, así como entre las especies y los ecosistemas de los que forma parte.

Con base en lo señalado en el apartado correspondiente a las ciencias naturales en el presente trabajo, con el fin de lograr un proceso de cultivo de especies marinas de flora y fauna de manera exitosa, debe incorporarse, dentro de los procesos científicos y la práctica de la maricultura, el enfoque ecosistémico que, desde el ámbito jurídico, se encuentra contenido en el artículo 3, inciso d) del Reglamento a la Ley de Biodiversidad, Decreto Ejecutivo N.º 34433-MINAE.

Dicho enfoque da paso a una estrategia para la gestión adaptativa e integrada de los ecosistemas terrestres, acuáticos, incluyendo a los demás recursos vivos, tomando en cuenta el método científico. De esta manera, se respetan los niveles de organización biológica, promoviendo la conservación de la biodiversidad mediante un uso sostenible de los recursos.

Tal precepto reglamentario se fundamenta en doce principios que toman en cuenta aspectos, por ejemplo, que la sociedad debe gestionar

1 Artículo 9º, Ley N.º 6043:

Zona marítimo terrestre es la franja de doscientos metros de ancho a todo lo largo de los litorales Atlántico y Pacífico de la República, cualquiera que sea su naturaleza, medidos horizontalmente a partir de la línea de la pleamar ordinaria y los terrenos y rocas que deja el mar en descubierto en la marea baja.

Para todos los efectos legales, la zona marítimo terrestre comprende las islas, islotes y peñascos marítimos, así como toda tierra o formación natural que sobresalga del nivel del océano dentro del mar territorial de la República. Se exceptúa la Isla del Coco que estará bajo el dominio y posesión directos del Estado y aquellas otras islas cuyo dominio o administración se determinen en la presente ley o en leyes especiales.

los distintos ecosistemas mediante un nivel descentralizado considerando los efectos reales y posibles que sus actividades pueden tener sobre los ecosistemas adyacentes y otros.

En la gestión de estos ecosistemas, deben incluirse aspectos económicos del lugar y el momento en el que se desarrolla la actividad, buscando conservar el funcionamiento de los servicios ecosistémicos y respetando sus límites naturales según las escalas temporales especiales por aplicar, lo que debería proyectarse con objetivos a largo plazo, entendiendo que el cambio es inevitable y esto no impide un equilibrio entre la conservación y el uso de la biodiversidad. Para ejecutar actividades sostenibles, deben incorporarse en estas distintos tipos de conocimientos, procurando la innovación, la participación y la inclusión.

Así como las ciencias exactas promueven la mejora en la actividad del cultivo de especies acuícolas, las jurídicas, de igual manera, incentivan los estudios que permitan llevar a cabo dicha actividad de manera sostenible. Para ello, estos avances se han declarado como de interés público y social, específicamente, para el caso de la producción de la sal, así como del cultivo de camarón, de conformidad con el artículo 2 de la *Ley para regular la producción sostenible de sal y camarón de cultivo en modalidad convencional y orgánica*, Ley N.º 9814 de 2020.

Como normativa especializada en la materia, en el país se cuenta con la Ley de Pesca y Acuicultura, N.º 8436 de 2005, la cual define la “actividad acuícola” como el cultivo y la producción de organismos acuáticos, ya sea flora o fauna, mediante el empleo de métodos y técnicas para su desarrollo controlado. Esto abarca su ciclo biológico completo o

parcial en ambientes hídricos naturales o controlados, en aguas tanto marinas como continentales (artículo 2, inciso 1).

En este cuerpo normativo, también se explica propiamente la noción de “acuicultura”, indicando que es la producción comercial en cautividad de animales y plantas acuáticas en condiciones controladas. El cultivo de carácter mercantil implica la propiedad individual o colectiva de los organismos cultivados y sus procesos de transporte, industrialización y comercialización, según su artículo 2, inciso 3).

Esta referencia jurídica tiene por objeto regular la actividad acuícola en las diversas etapas del cultivo: desde la captura, extracción, procesamiento, transporte hasta su comercialización. Sus bases se dirigen a conservar y proteger, con base en el desarrollo sostenible, los recursos hidrobiológicos para preservar los recursos naturales para las generaciones presentes y futuras (art. 1, Ley N.º 8436).

El punto 9 del artículo 2 de la citada ley explica que el aprovechamiento sostenible de la pesca y la acuicultura implica la protección, el aprovechamiento y el uso racional del recurso pesquero y acuícola con base en criterios científicos y con el fin de preservar en el tiempo las especies de agua dulce, así como salada.

En armonía con lo anterior, el numeral 3, inciso c) de la ley habilita un Plan de Desarrollo Pesquero y Acuícola que promueve la práctica de la maricultura preservando el ambiente y conservando la biodiversidad mediante el uso de procesos industriales sanitariamente inocuos y ambientalmente apropiados, lo que evitaría que se lleven a cabo prácticas inapropiadas

como las señaladas en el apartado de ciencias naturales de este estudio.

Lo anterior va de la mano con la creación de infraestructura necesaria para desarrollar el sector (art. 3, inciso k), Ley N.º 8436), tomando en cuenta los diversos tipos de maricultura existentes. Por ello, las personas involucradas en el proceso de cultivo deben velar por el acondicionamiento apropiado, así como por una ubicación adecuada para establecer las instalaciones que no solo contienen las especies cultivadas, sino también químicos, máquinas, accesorios y equipos de seguridad utilizados en la actividad de maricultura (art. 125, Ley N.º 8436).

El punto 31 del artículo 2 contiene la descripción legal del concepto de “pesca de fomento” que pretende el estudio, la investigación científica, la experimentación, la exploración, la prospección, el desarrollo, la captura de ejemplares vivos para la investigación, *la repoblación o conservación de los recursos acuáticos pesqueros* y la experimentación de equipos y métodos destinados a tal actividad. Esto permite que se impulse la conservación biológica de los océanos al admitir llevar a cabo la maricultura únicamente, si así se desea, con fines de preservación de la biodiversidad marina.

El numeral 8 de la ley especial creada para esta actividad señala que el cultivo acuícola debe desarrollarse responsablemente de tal manera que no se produzcan daños irreparables a los ecosistemas, lo cual es parte de la importancia que se ha explicado a lo largo de esta investigación.

El desarrollo que debe hacer la maricultura tomando como punto de partida a la ciencia no solo encuentra respaldo en los estudios de las ciencias exactas, sino también de las

jurídicas, las cuales, a su vez, están basadas en las ciencias naturales y en la técnica de la conservación biológica (concordar con el artículo 15 de la Ley N.º 8436).

Para el caso costarricense, el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura, INCOPECA, es el facultado legalmente para fiscalizar la actividad acuícola en el país, de tal manera que se logren evitar daños al ambiente mediante el establecimiento y cumplimiento de parámetros científicos representados a través de normas jurídicas, así como regular los diversos procesos de instrucción para la inducción a la maricultura con el fin de que se lleve a cabo con conocimientos y, por ende, de manera apropiada (art. 27, Ley N.º 8436). Dentro de estos controles estatales, se encuentra la prohibición del vertido de sustancias y especies fuera del área destinada para los fines por los que son generadas (art. 96, Ley N.º 8436).

Los instrumentos jurídicos que habilitan a las personas administradas para llevar a cabo la maricultura son las autorizaciones, las concesiones y los permisos contenidos en el numeral 101 de la ley marco para dicho tema. Estos títulos habilitantes se otorgarán considerando la disponibilidad y la conservación del recurso hidrobiológico, basándose en estudios científicos, técnicos, económicos o sociales (art. 103, Ley N.º 8436).

De acuerdo con la doctrina del derecho administrativo (Jinesta citado por Marín Garita y Miranda Vega, 2019, p. 47), existen dos tipos de concesiones, las constitutivas que son creadas *ex novo* y las traslativas, ya existentes. Para la regulación de la maricultura, aplicarían las primeras, dado que hacen un uso de las aguas en zonas que se encuentran prohibidas para las personas

administradas y de las cuales no se brinda a la población un servicio público estatal que deba trasladarse a alguna persona física o jurídica, para que continúe con su prestación. Parte de las medidas de control que ejerce el Estado sobre la actividad acuícola es la cancelación de los títulos habilitantes cuando la persona administrada ponga en riesgo inminente a los ecosistemas, incumpla las condiciones técnicas para el cultivo de especies acuícolas o incumpla los planes de manejo previstos, por ejemplo, (art. 23, inciso a), Decreto Ejecutivo N.º 36782-MINAET-MAG-MOPT-TUR-SP-S-MTSS).

Así, para mantener la bioseguridad en el proceso de cultivo, lo que incluye la prevención, diagnóstico y control de enfermedades contra los recursos hidrobiológicos, el INCOPECA junto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) pueden recomendar la prohibición de medicamentos, alimentos, hormonas, entre otros químicos usados en la maricultura, los cuales resulten perjudiciales para los océanos (art. 120, Ley N.º 8436). Dichas medidas de seguridad deberán acompañarse del principio precautorio², con el fin de que la actividad acuícola se realice de forma responsable (art. 34, Decreto Ejecutivo N.º 36782-MINAET-MAG-MOPT-TUR-SP-S-MTSS).

A su vez, los acuarios de producción deben cumplir con requisitos de sanidad para ser beneficiarios de una autorización. Dentro de las reglamentaciones indicadas en el numeral 89, incisos b) y c) del Decreto Ejecutivo N.º 36782-MINAET-MAG-MOPT-TUR-SP-S-MTSS, Reglamento a la Ley de Pesca y Acuicultura, N.º 8436, están contar con

recintos para manipular apropiadamente los especímenes, tener áreas de cuarentena, disponer de depósitos destinados al almacenaje de alimentos y preparación de dietas, contratar personal calificado, señalar apropiadamente las zonas de cultivo y mantener niveles adecuados de oxígeno en los espacios de cultivo.

Si bien el inciso e) del mismo artículo 89 del reglamento en mención hace referencia a la acuicultura de fomento y a la didáctica, no indica especificaciones técnicas de calidad con el detalle con el que lo hacen sus incisos b) y c), lo que, para efectos de controles en el cultivo de especies oceánicas con el fin de evitar daños a los ecosistemas, es un aspecto relevante que no se está especificando jurídicamente.

La norma anterior debe concordarse con los numerales 92, 93, 94 y 95 del reglamento mencionado, con el fin de mantener las medidas de seguridad que permitan el otorgamiento y el mantenimiento de la autorización que es el título habilitante que, precisamente, habilita a las personas administradas a llevar a cabo la actividad de la maricultura. Para garantizar la seguridad de los ecosistemas, los controles sanitarios serán realizados por el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) y por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), ambas oficinas pertenecientes al MAG.

A su vez, tal y como se indicó en la subsección de resultado de las ciencias naturales en este trabajo, los humedales son un cuerpo de agua relevante que se ha usado de manera indiscriminada en otros países para desarrollar la maricultura.

2 En el mismo sentido, la Ley de Biodiversidad, N.º 7788 de 1998, en su numeral 11.2, indica sobre este principio: Criterio precautorio o in dubio pro natura: Cuando exista peligro o amenaza de daños graves o inminentes a los elementos de la biodiversidad y al conocimiento asociado con estos, la ausencia de certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces de protección.

Costa Rica ratificó la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida como Convención Ramsar, firmada en Irán en 1971 y aprobada a nivel nacional mediante la Ley N.º 7224 de 1991.

De acuerdo con la Política Nacional de Humedales 2017-2030, existe un total de 359 humedales en Costa Rica, correspondientes a una extensión aproximada a 350 000 hectáreas. Doce de esos humedales se encuentran reconocidos en la Convención Ramsar “debido a su importancia para la conservación de la biodiversidad, representatividad y rareza o singularidad respecto de otros tipos de humedales dentro del territorio nacional”. (Marín Garita y Miranda Vega, 2019, p. 129). Desde 1998, se ha registrado que los humedales han beneficiado de forma directa e indirecta a miles de personas con sus servicios ecosistémicos. No obstante, se llevan a cabo actividades que amenazan a estos cuerpos acuáticos, como por ejemplo:

prácticas agrícolas no sostenibles, pesca y caza ilegal, cambios en el uso de la tierra para la construcción de infraestructura y otros desarrollos, deforestación de los bosques de manglares, turismo insostenible, introducción de especies invasoras y por supuesto el cambio climático. (Marín Garita y Miranda Vega, 2019, p. 130).

La razón por la cual la Convención Ramsar protege a los humedales es debido a que son el *Daños ocasionados en las relaciones de familia*. Editorial Hamurabi hábitat de las aves acuáticas y porque estas son esenciales para mantener los servicios ecosistémicos de los cuales el ser humano se beneficia. Las aves

acuáticas tienen entre sus funciones servir como depredadoras; son herbívoras; vectoras de semillas, invertebradas y nutrientes, lo que permite mantener la biodiversidad de los organismos, controlar las plagas, son bioindicadoras efectivas de las condiciones ecológicas; se desempeñan como centinelas de los posibles brotes de enfermedades; además, proveen de carne, huevos y plumas a los humanos y; finalmente, tienen un rol cultural en favor de las sociedades humanas indígenas y las occidentales (Green, 2014).

En el caso de los manglares y su uso para la maricultura, su regulación gubernamental costarricense se ha dispuesto reglamentariamente. El numeral 91 del Reglamento a la Ley de Pesca y Acuicultura N.º 8436 condiciona el otorgamiento de la autorización para su uso acuícola, previo criterio técnico del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).

Dentro de las sanciones establecidas por la ley que regula la pesca en Costa Rica, están las multas, la prisión y la cancelación de títulos habilitantes. Así, el numeral 144 de la Ley de Pesca y Acuicultura impone una pena de 30 a 50 salarios base y la cancelación de los títulos habilitantes para quien tale mangle y envenene aguas. En este último caso, podría ser que la redacción de la ley sea errónea o que exista un problema de fondo, dado que se podría interpretar que las sustancias que se incluyen dentro de la sanción son aquellas que dañan al ambiente mientras no sean autorizadas por el INCOPECA para el desarrollo de la actividad acuícola. Es decir, desde la perspectiva aquí expuesta, la redacción de la norma da a entender que no hay sanción en tanto las aguas contengan químicos que sean permitidos por el Estado, aunque sean contaminantes.

El *Manual de políticas de persecución de los delitos ambientales* – 2020 establece que las multas por tala de mangle y envenenamiento de aguas debido al cultivo de especies marinas responde a que se toman como bien jurídico tutelado el recurso del mangle por sí mismo y los recursos hídricos asociados a la actividad de la acuicultura. La norma busca evitar que se viertan contenidos ilegales y que, en cambio, se utilicen exclusivamente las sustancias autorizadas por el INCOPECA (Fiscalía General de la República, p. 325).

El numeral 145 del mismo cuerpo legal, la Ley de Pesca y Acuicultura, impone una multa de 30 a 60 salarios base y la cancelación de título habilitante a quien ponga en peligro la conservación de los recursos acuáticos y marinos en las aguas interiores del mar territorial. Si se concreta el daño en los recursos acuáticos o marinos, la pena aumentará en un tercio y, además, deberá repararse el daño ambiental ocasionado.

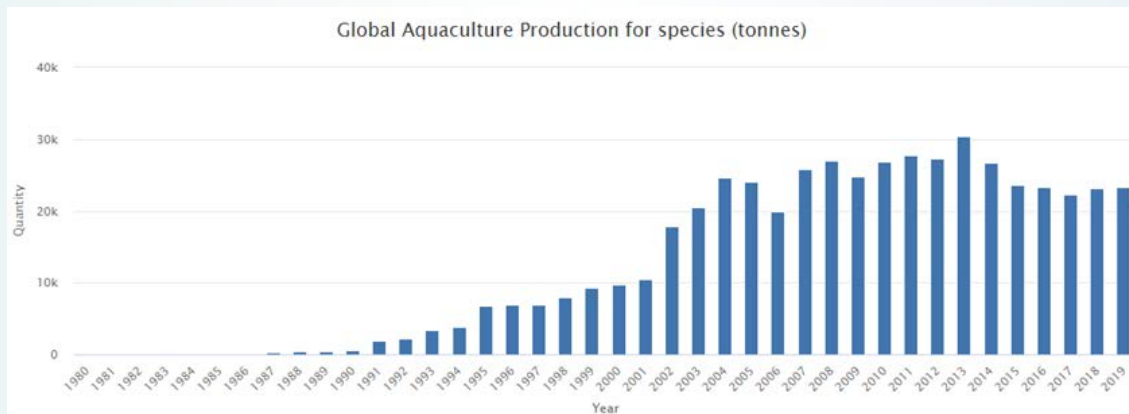
Como norma genérica, el artículo 148 de la ley que regula principalmente la actividad de la maricultura en Costa Rica señala que se impondrá una multa de 25 a 60 salarios base a quien viole las disposiciones y regulaciones técnicas al ejecutar la maricultura en aguas marinas jurisdiccionales, según lo expresado por el título habilitante en particular.

Para controlar la calidad de la maricultura y evitar el menoscabo de la conservación

biológica, se cuenta con un documento relevante para el sector. Este establece lineamientos nacionales que promueven como objetivo que la actividad del cultivo se realice con base en el desarrollo sostenible y con un enfoque ecosistémico. Dicho documento es el Plan Nacional de Desarrollo de la Pesca y de Acuicultura de Costa Rica (PNDPA), Decreto Ejecutivo N.º 37 587. Su periodo de vigencia es de diez años, por lo que caducaría en el 2023.

De conformidad con el Decreto Ejecutivo, *Promoción de iniciativa de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos*, N.º 41774-MINAE, se incentiva el cultivo de corales con el fin de rehabilitar los ecosistemas mediante su restauración *in situ* y *ex situ* (artículo 12). Este tipo de cultivo va de la mano con aquellos a los que se ha hecho referencia en este trabajo, los cuales no tienen por objeto la comercialización de un producto, sino su introducción a los océanos con el fin de mitigar el daño que la especie humana les haya hecho a los ecosistemas oceánicos.

Finalmente, con base en los registros de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, a nivel global se registraron 27 toneladas de peso vivo en el cultivo de especies marinas para 1980, mientras que, para el 2019, 23 250 toneladas (2022):



Fuente: Imagen adaptada de Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022

b. Análisis

Relación con la conservación biológica

Si bien la maricultura puede ser una técnica oportuna sustituta de la actividad extractiva oceánica, aquella puede ser tan perjudicial como esta para efectos de conservación biológica si llega a dañar los ecosistemas con algunos de los químicos sintéticos explicados anteriormente o por alguna práctica de cultivo que genere enfermedades.

La relevancia de hacer estudios científicos a la hora de implementar las diversas técnicas acuícolas es porque previamente debe corroborarse su impacto ambiental con el fin de asegurar que, efectivamente, sean una opción viable para el ambiente. Si los análisis arrojan resultados dañinos que deben corregirse, entonces, debe sustituirse la técnica nociva por una menos dañosa y, preferiblemente, beneficiosa.

Dentro de las resoluciones que proporciona la doctrina para los mismos problemas que ha expuesto, se encuentra el uso de materiales naturales como agentes desinfectantes, así como alimenticios, ya que, sin importar el tipo de maricultura que se lleve a cabo, si se maneja una técnica defectuosa, en su

ejecución se provocará contaminación hídrica de manera directa sobre los ríos y los océanos o, indirecta, a través de la contaminación de los suelos, donde los químicos sintéticos terminan por alcanzar los mantos acuíferos.

El planeta Tierra es uno solo, y lo que pase en alguno de sus ecosistemas termina por afectar a los demás. En el caso de los efectos perjudiciales, estos generarían un retroceso en la preservación de los océanos donde los daños resultan de difícil o imposible reparación.

Parte de la ética en temas ambientales conlleva a valorar a la naturaleza con sus diversos componentes por lo que son y no por los fines instrumentales que los seres humanos puedan encontrar en ellos. A la hora de cultivar especies mediante la maricultura, debe hacerse de forma tal para que se eviten sufrimiento y enfermedades a las especies que ya de por sí están cubriendo una necesidad alimentaria de los seres humanos.

Un beneficio secundario que proporciona la maricultura es el agua residual de la actividad que puede ser utilizada para el riego de árboles frutales. Ese líquido con nutrientes se podría destinar para el riego de las zonas deforestadas que amenazan con

convertirse en regiones áridas, por lo que deben someterse a procesos de reforestación en el corto y mediano plazo para evitar la expansión de más zonas desertificadas en el mundo por causas antropogénicas.

La maricultura no se limita al cultivo de especies del grupo animal, tal y como se indicó en la literatura citada. También pueden cultivarse algas que permitirán la mejora de los ecosistemas de forma directa, al igual que lo hace la maricultura de especies de fauna que luego son liberadas en los océanos con el fin de mitigar la merma que ha sufrido la población marina de especies.

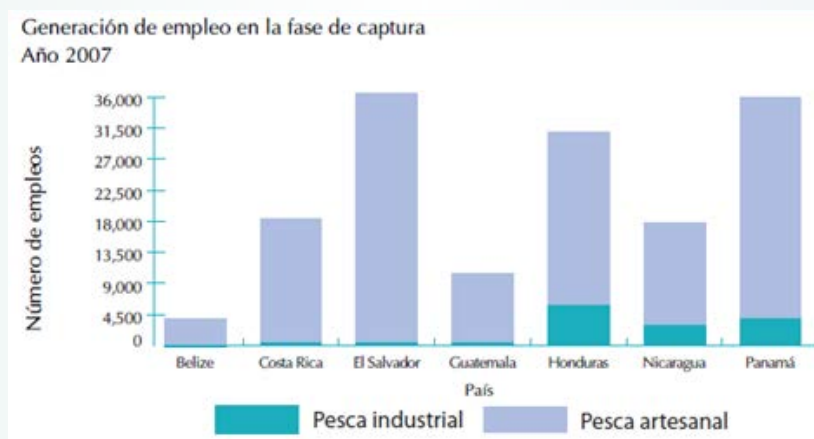
Relación con el derecho ambiental

Existe normativa jurídica que protege los ecosistemas marinos mediante la regulación de la actividad acuícola. Esta se encuentra permitida legalmente en el país, pero debe ajustarse a parámetros científicos que garanticen que la siembra de cultivo que está siendo realizada no va a generar impactos nocivos contra el ambiente, tal y como lo hacen las actividades extractivas.

Por eso se recurre al principio precautorio y a estudios de impacto ambiental con

anterioridad a la realización del cultivo con el fin de evitar daños a los océanos y, en caso de violentarse la normativa y causarles efectos nocivos a los ecosistemas marinos, se ejecutarán las sanciones indicadas en los diversos cuerpos jurídicos, ya sean de carácter administrativo y dinerario, esta última, a través de multas, así como la propia reparación del daño *in situ* o *ex situ*. Lo siguiente es velar porque la normativa se aplique de manera oportuna, con el fin de evitar problemas de efectividad del derecho ambiental, debido a la falta de ejecución de los lineamientos creados para tal efecto.

La Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia de la República de Costa Rica ha emitido resoluciones con base en parámetros técnicos en materia de conservación biológica marina. En la resolución n.º 10540-2013, el Tribunal Constitucional compiló la información aportada por las diversas partes participantes de la acción de inconstitucionalidad que dio pie al análisis jurídico realizado por parte de las personas magistradas, donde se indicó que la pesca artesanal generaba más empleos que la pesca de arrastre, siendo esta relación de 16 mil *versus* 300, respectivamente:



Fuente: Imagen adaptada de indicadores macroeconómicos del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano. Período 2000 – 2007, 2009, p. 45.

Los océanos sirven como fuente de alimento, biodiversidad, riqueza cultural y desarrollo socioeconómico porque permiten actividades, tales como la pesca, la investigación, la recreación y el turismo, según el alto tribunal costarricense. Por ello atañen a derechos difusos vinculados con el derecho a gozar de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, consagrado en el artículo 50 de la Constitución Política de Costa Rica.

En la medida en que estos cuerpos naturales se depreden y se desgasten, afectarán, de igual manera, la calidad de vida de los seres humanos, debido que estos basan gran parte de su economía en los recursos marinos. Si estos se dañan, también se afectarán las acciones económicas antes expuestas, relacionadas con la generación de empleo digno y erradicación de la pobreza, a la vez que se perjudicarán las actividades académicas como la investigación, de la cual se derivan la educación, así como los avances científicos en esta materia.

Algunos de los cuerpos jurídicos internacionales que resguardan la vida marina son el Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, la Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte, la Convención Interamericana para la Protección de las Tortugas Marinas, el Código de Conducta para la pesca responsable de la FAO, todos referenciados por la sentencia de marras.

Relación con el desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) involucrados en esta actividad son, para empezar, el n.º 1 sobre fin de la pobreza. De acuerdo con la ONU, más de 700 millones de personas, es decir, cerca del 10% de la población mundial, todavía viven en una condición de pobreza extrema (2022).

La maricultura que respeta los principios ambientales no solo no daña a los ecosistemas, sino también permite la generación de trabajo digno que, a su vez, genera ingresos económicos para las personas, lo que les permite hacerse cargos de sí mismas, como habitantes responsables y autónomas.

El ODS n.º 2 sobre hambre cero. Según la ONU (2022), 690 millones de personas en el mundo padecen de hambre, lo que equivale al 8.9% de la población mundial. Debido a que, con la pandemia generada por el COVID-19, se ha agravado esta situación, las Naciones Unidas han dado una serie de recomendaciones para resolver el problema: satisfacer las necesidades alimentarias inmediatas de las poblaciones vulnerables estimulando los programas de protección social y manteniendo el comercio mundial de alimentos. De la mano con estas medidas, deben mantenerse en funcionamiento los engranajes de las cadenas nacionales de suministro, así como se debe apoyar la capacidad de los pequeños productores para aumentar la producción de alimentos, lo cual encajaría con el cultivo acuícola sostenible.

El ODS n.º 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico. Las ONU (2022) indicó que, para el 2017, la tasa mundial de desempleo estaba en 5.6% y que, para el 2016, el porcentaje de empleo no regulado era del 61% a nivel global. Con la actividad acuícola, dichas cifras podrían reducirse al enseñar y capacitar al recurso humano para que se desempeñe bien y así mantenga su trabajo. Este sería fiscalizado por el Estado, no solo desde la óptica jurídico-ambiental, sino también desde la jurídico-laboral, de tal manera que las relaciones de trabajo respeten el ordenamiento jurídico y la calidad de vida de las personas empleadas.

El ODS n.º 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles. Continuando con los datos proporcionados por la ONU, que es la que diseñó a los ODS, se ha indicado que las áreas metropolitanas y las ciudades generaban 60% del PIB mundial; pero también que contribuían con la cifra aproximada de 70% de emisiones de carbono mundiales, así como a más del 60% del uso de los recursos. La actividad acuícola eficiente supliría de alimentos a la población humana sosteniblemente a nivel mundial y, además, usaría sus residuos para tratamientos esenciales como la reforestación.

El ODS n.º 12 sobre producción y consumo responsables. En este caso, la ONU (2022) proporciona datos sobre la cantidad de comida desperdiciada en la basura por parte de consumidores, minoristas, técnicas de transporte y prácticas de recolección deficientes. La cifra de desperdicio ronda los 1 300 millones de toneladas anuales. Si existen consumo y producción sostenibles, se mitiga la pobreza y se hace una transición hacia economías verdes y bajas en emisiones de carbono, a lo cual puede contribuir la maricultura apegada a la técnica.

El ODS n.º 14 sobre vida submarina. La ONU (2022) indica que el mercado y la industria dependientes de los recursos marinos generan 3 billones de dólares estadounidenses anualmente en el mundo, lo que equivale al 5% del producto interno bruto global. A nivel alimentario, se indica que más de 3 mil millones de personas dependen de los océanos como fuente principal de proteínas, mientras que, a nivel institucional y ambiental, los subsidios a la pesca están agotando las especies rápidamente. Sumado a esto, la acidez de los océanos ha aumentado en un 26% desde el comienzo de la Revolución Industrial.

CONCLUSIONES

La maricultura es de suma importancia cuando se refiere a temas de generación de empleo. Pero no lo es siempre en temas de conservación biológica, por las razones expuestas a lo largo de este trabajo. Esto no significa que no existe margen de mejora para esta valiosa actividad.

Los estudios científicos han explicado los sustitutos naturales que se pueden emplear en lugar de los químicos sintéticos, y también se han expuesto las situaciones emocionales y fisiológicas que experimentan los animales cautivos en los estanques, con el objetivo de mejorar las condiciones en las que se encuentran.

Si se toma en cuenta la preservación de los océanos mediante el cultivo de flora y fauna que son liberadas a los espacios acuáticos silvestres, más la reutilización de sus aguas en zonas terrestres áridas, se puede obtener de la maricultura una lista de beneficios cada vez más amplia. La condicionante es que esta se debe desarrollar de manera sostenible de una forma efectiva, respondiendo a la promoción de la economía, del bienestar social, pero también de la conservación biológica de los mares.

Los ODS que se encuentran directamente relacionados con la actividad de la maricultura son el 1 sobre erradicación de la pobreza; el 2 sobre hambre cero; el 3 sobre salud y bienestar; y el 8 sobre trabajo decente y crecimiento económico, ya que la generación de trabajo ataca estos problemas, beneficiando los ámbitos económico y social del desarrollo sostenible.

Si tomamos en cuenta los ODS 11 sobre ciudades y comunidades sostenibles; 12

sobre producción y consumo responsables; 13 sobre acción por el clima; y 14 sobre la vida submarina, es evidente que la actividad de la maricultura debe corregir aquellas debilidades que dañan los ecosistemas y que forman parte de la ineludible responsabilidad que tienen las personas productoras para ejecutar una industria sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Elena, R.; González Sánchez, J.; Morchón, R.; Martínez-Merino, V. (2015). ¿Seguridad biológica o bioseguridad laboral? *Gaceta Sanitaria*. 29, (6). https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112015000600015

Álvarez, J. y Ross, E. (2010). *La pesca de arrastre en Costa Rica*. <https://www.marviva.net/es/node/192>

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1995). *Ley Orgánica del Ambiente*. Ley N.º 7554. https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=27738

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (1998). *Ley de Biodiversidad* N.º 7788. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=39796

Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. (2005). *Ley de Pesca y Acuicultura* N.º 8436. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=54688

Bauer, J.; Lorda, J.; Beas-Luna, R.; Malpica-Cruz, L.; Lafarga-De la Cruz, F.; Micheli, F.; Searcy-Bernal, R.; Rogers-Bennett, L.;

Bracamontes-Peralta, M. (2021). The effects of depth and diet on red abalone growth and survival in cage mariculture at San Jeronimo Island, Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas*. 46, (4). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802020000400343&lang=pt

Cuéllar-Lugo, M.; Asiain-Hoyos, A.; Juárez-Sánchez, J.; Reta-Mendiola, J.; Gallardo-López, F. (2018). Evolución normativa e institucional de la acuicultura en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*. 15, (4). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000400541

Decreto Ejecutivo N.º 34 433 de 2008. [Presidente de la República y MINAE]. Reglamento a la Ley de Biodiversidad. 8 de abril de 2008. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=62838

Decreto Ejecutivo N.º 36 782 de 2011. [Presidente de la República y MINAET-MAG-MOPT-TUR-SP-S-MTSS]. Reglamento a la Ley de Pesca y Acuicultura N.º 8436. 30 de septiembre de 2011. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=71196

Decreto Ejecutivo N.º 37 587 de 2013. [Presidente de la República y MAG]. Aprueba y oficializa el Plan Nacional de Desarrollo de la Pesca y de Acuicultura de Costa Rica (PNDPA). 21 de junio de 2013. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=75064&nValor3=92915&strTipM=TC

Decreto Ejecutivo, N.º 41 774 de 2019. [Presidente de la República y MINAE]. Promoción de iniciativa de restauración y conservación para la recuperación de los ecosistemas coralinos. 30 de julio de 2019. http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89297&nValor3=117182&strTipM=TC

Fiscalía General de la República de Costa Rica. Política de Persecución de los Delitos Ambientales. Circular 01-PPP-2020. <https://ministeriopublico.poder-judicial.go.cr/index.php/circulares-administrativas/category/178-protocolos?download=1781:01-ppp-2020>

Food and Agriculture Organizations of the United Nations. (2022). *Fisheries and Aquaculture*. <https://www.fao.org/fishery/en/facp/48/es>

Garrido-Pereira, M.; Schwarz, M.; Delbos, B.; Rodrigues, R.; Romano, L.; Sampaio, L. (2014). Probiotic effects on cobia *Rachycentron canadum* larvae reared in a recirculating aquaculture system, *Latin American Journal of Aquatic Research*. 42, (5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-560X2014000500020&lang=es

Gibbens, S. (2018). ¿Podrá el océano alimentar a una población creciente? *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2018/08/podra-el-oceano-alimentar-una-poblacion-creciente>

Green, A. (2014). Ecosystem Services Provided by Waterbirds. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 89:105-122. <http://dx.doi.org/10.1111/brv.12045>

Herrera Valdivia, E.; López Martínez, J.; Castillo Vargasmachuca, S. (2015). Estrés en la comunidad íctica en la pesca de arrastre del

camarón en el norte del Golfo de California. *Revista de Biología Tropical*. 63, (3). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442015000300741

Marín Garita, K. y Miranda Vega, C. (2019). *Acuicultura en Costa Rica, análisis del “Régimen de Concesiones Acuícolas” en nuestro país y la implementación de los Principios de Objetivación y Desarrollo Sostenible en las políticas de desarrollo del sector acuícola nacional*. [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/16131>

Merriam-Webster. (2021). Mariculture. En *Merriam-Webster.com Dictionary*. Recuperado el 18 de noviembre de 2021 de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/mariculture#other-words>

Merriam-Webster. (2021). Ocean. En *Merriam-Webster.com Dictionary*. Recuperado el 11 de noviembre de 2021 de <https://www.merriam-webster.com/dictionary/ocean>

Mioso, R.; Toledo Marante, F.; Bravo de Laguna, I.; Bessonart, M. (2014). Química de productos naturales aplicada a la acuicultura: una revisión interdisciplinaria. *Química Nova*. 37, (3). <https://www.scielo.br/j/qn/a/6PfmD-vT9FYRt95fCzHtFdyc/?lang=es>

National Geographic. (2010). *Océanos*. <https://www.nationalgeographic.es/ciencia/oceanos>

National Ocean Service. (2021). *How many oceans are there?* <https://oceanservice.noaa.gov/facts/howmanyoceans.html>

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). *El*

atlas de los océanos de las Naciones Unidas: primer instrumento que permite observar en tiempo real el estado de los océanos. <https://www.fao.org/spanish/newsroom/news/2002/5540-es.html>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/poverty/>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-consumption-production/>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/oceans/>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 2: Poner fin al hambre.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.* <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>

Ornelas-Luna, R.; Aguilar-Palomino, B.; Hernández-Díaz, A.; Hinojosa-Larios, J. Á. & GodínezSiordia, D. (2017). Un enfoque sustentable al cultivo de tilapia. *Acta*

Universitaria. 27(5), 19-25. 10.15174/au.2017.1231.

Oyinlola, M.; Reygondeau, G.; Wabnitz, c.; Troell, M.; Cheung, W. (2018). Global estimation of areas with suitable environmental conditions for mariculture species. *Plos One.* 13, (1). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191086>

PAPCA- OSPESCA, FIINPESCA- OSPESCA, AECID, XUNTA de Galicia, FAO y SUECIA-GCP. (2009). *Indicadores macroeconómicos del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano.* Período 2000 – 2007.

https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:8uV-qO1Z4tEQJ:https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx%3FArchivo%3Dodoc_53500_1_13102010.pdf&c-d=1&hl=es&ct=clnk&gl=cr

Poder Judicial de la República de Costa Rica. (2013). Sala Constitucional de la Corte Suprema de Justicia. Sentencia 10540-2013. <https://vlex.co.cr/vid/-500318562>

Radulovich, R. (2008). Maricultura a mar abierto en Costa Rica. *Ambientico.* 179. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/maricultura-a-mar-abierto-en-costa-rica/>

Rodríguez, G.; Chiriboga, F.; Lojan, A. (2016). Las camaronas ecuatorianas: una polémica medioambiental. *Revista Universidad y Sociedad.* 8, (3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300020

Rosado, M.; Dionicio, J.; Aguirre-Velarde, A. (2016). Evaluación de diferentes concentraciones de tricáina (MS-222) en el transporte

de chitas (*Anisotremus scapularis*) juveniles. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 27, (4). <http://dx.doi.org/10.15381/ri-vep.v27i4.12576>

Scigliano, E. (2020). La demanda de pulpo aumenta: ¿es ética la acuicultura de este cefalópodo? *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.es/animales/2020/02/debate-acuicultura-pulpos>

The Nature Conservancy. (2021). *Sembrar los mares. Acuicultura para la restauración costera en Belice*. <https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/belice/acuicultura-para-la-restauracion-costera-en-belice/>

Thornton, S. (2013). Sea farm. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.org/article/sea-farm/>

Torero, M. (2021). La acuicultura, productividad y uso sostenible del agua. *Revista Técnica Ganadera*. http://www.revistaganaderia.com/acuicultura/otras-especies/la-acuicultura--productividad-y-uso-sostenible-del-agua_13054_164_16300_0_1_in.html

Vázquez Hurtado, M.; Sánchez Brito, I.; Ortega-Rubio, A. (2011). Maricultura en la Bahía de La Paz. B.C.S. México: impacto socioeconómico de los cultivos de atún y camarón. *Revista de Estudios Sociales*. 19, (37). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572011000100007&lang=pt

Vicente, B. (2021). Los océanos y el futuro de la alimentación humana. *National Geographic*. https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/oceanos-y-futuro-alimentacion-humana_17002