

Diagnóstico de la maricultura en Ecuador: oportunidades y desafíos Diagnosis of mariculture in Ecuador: opportunities and challenges

Jorge Roberto Jiménez Velastegui  Gladys Torres 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

Correspondencia: Jorge Roberto Jiménez Velastegui **E-mail:** jrobertojimenezv@gmail.com

Artículo original | Original article

Palabras clave

Acuicultura,
diversificación,
legislación,
cultivo.

RESUMEN | La acuicultura es considerada como un mecanismo para satisfacer la creciente demanda de proteínas de la población mundial, mientras que la maricultura tiene un impacto mínimo al ambiente en comparación con otras actividades de producción en los océanos. Ecuador es líder mundial en producción de exportación de camarón blanco (*Penaeus vannamei*), lo cual demuestra su capacidad en este ámbito. El objeto del presente estudio es emitir un diagnóstico del potencial de la maricultura y describir las oportunidades y desafíos mediante un análisis sobre la investigación y desarrollo realizado sobre los cultivos marinos, vinculado a las normativas de regularización y ordenamiento actuales. Los resultados indican que el país cuenta con las condiciones apropiadas para ampliar la diversificación de la acuicultura con especies marinas de peces, moluscos, equinodermos, y macroalgas; pero con mayor enfoque sobre los cultivos de bivalvos y macroalgas, realizados, hasta ahora, prácticamente solo en la provincia de Santa Elena. Se registra experiencia en larvicultura y engorde de algunas especies en sistemas acuícolas, pero con limitado desarrollo para el fomento de los cultivos marinos. La actividad acuícola se encuentra regulada y ordenada bajo la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y la Pesca, su Reglamento y otras normativas secundarias. Sin embargo, las referencias documentales en portales de consulta se encuentran desactualizadas, limitando la información a los interesados (investigadores, inversionistas), disminuyendo el potencial desarrollo de la maricultura multitrofica en el margen costero del Pacífico Ecuatorial, como una actividad que podría contribuir como alternativa para la reducción de la presión sobre las pesquerías locales y con bajo impacto ambiental.

Keywords

Aquaculture,
diversification,
legislation,
culture.

ABSTRACT | Aquaculture is considered as a mechanism to meet the growing demand of the world population for proteins, while mariculture has a minimal impact on the environment compared to other production activities in the oceans. Ecuador is a world leader in the export production of white shrimp (*Penaeus vannamei*), which shows its capacity in this field. The aim of this study is to present a diagnosis of the potential of mariculture and to describe the opportunities and challenges through an analysis of research and development carried out on marine cultures, linked to the current regulations of regularization and ordination. The results indicate that the country has the appropriate conditions to expand the diversification of aquaculture with marine species of fish, molluscs, echinoderms, and macroalgae, but with a greater focus on bivalve and macroalgae cultures, which have been conducted, until now, practically only in the province of Santa Elena. Experience in larviculture and growing out of some species in aquaculture systems is recorded, but with limited development for the promotion of marine cultures. Aquaculture is regulated and ordered under the Organic Law for the Development of Aquaculture and Fisheries, its Regulations and other secondary norms. However, the reference documents in consultation portals are out of date, limiting information to stakeholders (researchers, investors), reducing the potential development of multitrophic mariculture in the coastal margin of the Equatorial Pacific, as an activity that could contribute as an alternative to reduce pressure on local fisheries and with low environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Los océanos cubren el 71% de la superficie de la tierra, pero el número de actividades humanas en el mar, han sido relativamente limitadas hasta hace poco tiempo, en las cuales se incluye la pesca, el transporte marítimo y la explotación petrolera y de gas. Sin embargo, en las últimas dos décadas, algunas actividades como la acuicultura, el turismo, la recreación, aplicaciones biotecnológicas o la minería de los fondos marinos han mostrado incrementos a nivel global bajo un concepto de sostenibilidad, constituyendo la denominada economía azul (Eikeset, 2018).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura está comprometida con la transformación azul, una estrategia visionaria cuyo objetivo consiste en potenciar la función de los sistemas alimentarios acuáticos en la alimentación de la creciente población mundial, proporcionando para ello los marcos jurídicos, normativos y técnicos necesarios para mantener el crecimiento y la innovación. Las políticas y prácticas respetuosas con el clima y el medio ambiente, así como las innovaciones tecnológicas, son pilares fundamentales para la transformación azul (FAO, 2022). Esta actividad, en su mayor parte, se ha producido durante los últimos 50 años y su sostenibilidad se ha enfocado sobre los problemas ambientales y la implementación de prácticas diseñadas para reducir la huella ambiental, y hoy en día es un punto focal fundamental, ya sea académico, gubernamental, productivo o basado en el mercado (Boyd *et al.*, 2020); como consecuencia de ello, en el 2015 las Naciones Unidas impulsó la Agenda 2030 que incluyeron 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, donde muchos de sus objetivos promueven una acuicultura sostenible.

Las consideraciones que rigen la gestión de las empresas acuícolas y su regulación, la percepción pública y la comercialización de sus productos, constituyen el escenario para el desarrollo de cultivos, mientras que los sistemas biológicos sostenibles se caracterizan por ser diversos, adaptables, resilientes y productivos en el tiempo (Chapin *et al.*, 2009). El crecimiento de la maricultura depende de la disponibilidad de áreas de cultivo adecuadas para nuevas instalaciones, particularmente para prácticas de cultivo abiertas que dependen del medio ambiente oceánico natural (Oyindola *et al.*, 2018). En diversos países, la acuicultura se encuentra regulada por múltiples agencias que se ocupan principalmente de la pesca de captura, la gestión costera y la protección del ambiente. Por consiguiente, estas naciones han promulgado leyes y reglamentos para proteger el ambiente. En los escenarios potenciales para la maricultura, el tipo de sistema de producción está determinado por las necesidades ecológicas de la especie que se cultiva y su demanda comercial.

Desde 2014, la acuicultura es el sector con mayor crecimiento de producción global de alimento para consumo humano, pero este depende aún de escaso número de recursos, siendo en su mayoría especies no nativas (Troell *et al.*, 2014) y la pesca de captura desde el siglo pasado evidencia un marcado estancamiento en su producción sin signos de sustentabilidad (Perry, 1999). El crecimiento de la población global genera la necesidad de la provisión de proteína de alta calidad, desde el mar y al frente de desafiantes circunstancias generadas por la disminución de la productividad de los cultivos, la pesca excesiva, sobreexplotación y pesca ilegal, no declarada y no reglamentada, a pesar de estrictas medidas de ordenamiento y regulación pesquera. Otros factores que se suman en el océano son la contaminación, el calentamiento y las alteraciones tróficas a nivel regional y global.

En Ecuador ha existido un gran desarrollo de la acuicultura en áreas costeras e interiores, relacionado con el desarrollo del cultivo de camarón desde los años 70 y 80, cuando se expandieron estos cultivos, principalmente en la provincia de El Oro (Alvarado, 2016). El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca – MAGAP, emitió el “Instructivo para el Ordenamiento, Control de Concesiones y Fomento de las Actividades de Maricultura en el Ecuador” (MAGAP, 2015), el cual describe los requisitos a cumplir para solicitar autorización y concesión marina, normativa legal vigente. Mediante el Acuerdo Ministerial 023 emitido por la Subsecretaría de Acuicultura (SAC) en el 2013, se ejecutó el proyecto de Maricultura y Piscicultura para el fomento Acuícola en el Ecuador. Este tuvo como propósito el desarrollo de los cultivos marinos desde una visión comercial, con el objetivo de diversificar las producciones y proveer de fuentes de ingresos económicos adicionales para las organizaciones costeras (Subsecretaría de Acuicultura, 2013). El ejercicio de toda actividad acuícola se encuentra regulada por la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y la Pesca (LODAP, 2020) y su Reglamento (Presidencia de la República de Ecuador, 2022), y demás normativas secundarias que regulan y ordenan la actividad en Ecuador.

En el margen costero oceánico del Ecuador, se suman otros factores globales como el cambio climático, las condiciones oceanográficas y meteorológicas como El Niño, La Niña, el incremento de la contaminación, calentamiento y la acidificación oceánica, que han alterado diversos mecanismos ambientales y biológicos relacionados con la capacidad reproductiva de algunas especies de interés comercial. Sin embargo, el país presenta condiciones climáticas y regulatorias propicias para el desarrollo de cultivos marinos. Actualmente, la línea costera de Ecuador abarca diversos puntos beneficiados por su geografía que presentan las condiciones adecuadas para el desarrollo de los cultivos marinos (Suplicy, 2017).

El presente estudio se plantea como objetivo realizar un diagnóstico de la maricultura en el Ecuador incluyendo áreas geográficas costeras, especies potenciales para cultivos marinos y normativas de regulación y ordenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis y el diagnóstico de la maricultura de esta investigación, se realizó una revisión documental siguiendo las recomendaciones en Gómez (2017), considerando los alcances de: a) revisar información de zonas para la concesión de actividades en maricultura, b) mencionar las especies nativas y/o exóticas con potencial para cultivos marinos, se incluyó experiencias de investigaciones realizadas por diferentes entidades públicas en el Ecuador y c) hacer un recuento de las normativas nacionales en el ámbito de la regulación y ordenamiento acuícola marino.

El análisis de las zonas para concesiones marinas se basó en los criterios presentados por Benedetti *et al* (2010) mediante puntuación, el cual consistió en dar valores mencionados como grados, siendo 1 correspondiente a malo, 2 mediano y 3 satisfactorio, se dio un peso (de igual forma de 1 al 3) a cada uno de los criterios, correspondiendo a la importancia individual en el proceso de estudio, el peso y el grado fueron multiplicados dando como resultado un total de las condiciones del sitio.

Los criterios considerados fueron: descripción del área: SIG's, Google Earth, imágenes de satélite, mapas, hidrográficos / cartas de navegación, conflicto por uso de áreas (identificar y eliminar; aspectos físicos, químicos: perfil de profundidad, batimetría entre 20 a 60 m, línea de base ambiental, evaluación, seguimiento, biorremediación, necesidades de mitigación, distancia de la costa (deseable 0,2-6 Km.), exposición al viento ("fetch"), desastres naturales (tsunamis, huracanes, etc.), fuentes de contaminación (orgánicas e inorgánicas), temperatura del agua (rango ideal 26-28 °C); aspectos biológicos: plancton ocurrencia y distribución, mareas rojas, floraciones de plancton y productividad primaria, presencia de depredadores/fauna local (tiburones, aves, ballenas, etc.); Hidrografía/hidrología: calidad del agua en general (bacterias filamentosas, etc.), altura de ola máxima (oleaje preferible <3 m), influencia de mareas, velocidad de corrientes (rango aceptable 0,2-1,5 nudos), estratificación/termoclina, influencia de ríos, esteros, etc; social y económica: seguridad, subcontratistas para servicios clave (limpieza de malla, buceo, etc.), mano de obra calificada (gerentes, biólogos, etc.), aceptación y participación de la comunidad, aceptación en el gobierno y la percepción del proyecto, marco legal (regional, estatal y nacional), factibilidad tecnológica y económica, área potencial para expansión-disponible adyacente; Infraestructura/logística: accesibilidad (carreteras, muelles, etc.), electricidad y combustibles (diesel, gasolina, etc.), agua dulce (calidad y cantidad), comunicaciones (teléfono, Internet, correo, FEDEX, UPS, etc.), instalaciones en tierra (vivienda confortable para el personal), proximidad a plantas de procesamiento/hielo, proximidad a aeropuertos y puertos, y proximidad a la ciudad (Benetti, *et al* 2010).

Se revisó lo descrito en la LODAP, en la cual se menciona los sectores denominados Zonas de Interés para la Acuicultura Marina-ZIAM, indicando que se debe contar con un certificado de no interferencia del área solicitada con otras actividades portuarias o navieras, documento requisito emitido por la Autoridad Marítima competente.

En lo referente a las especies hidrobiológicas, se analizaron las que registran experiencias en el país, con el manejo tanto en la producción de alevines, semillas o juveniles como en la etapa de engorde y experiencias de producción en otros países con especies que se encuentren reguladas en la normativa local. Se realizó una tabla valorada en la que se otorgó un puntaje entre 1 y 3 a las especies hidrobiológicas potenciales para cultivos marinos, dependiendo del nivel tecnológico/experiencia presente en el país, considerando los aspectos descritos por Blacio E (2002) como larvicultura, pre-cría, sistemas de cultivo.

Se construyó un diagnóstico aplicado a las actividades de la Maricultura según la técnica del análisis y resolución de problemas FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) siguiendo las recomendaciones de Jiménez (2011) y considerando la posición geo referencial de las concesiones marinas otorgadas en la actualidad, así como los aspectos técnicos y legales con los que el país cuenta para la diversificación de los cultivos marinos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Marco informativo y zonas para la concesión de actividades en maricultura

El Ecuador se encuentra en la costa noroccidental de América del Sur frente al Océano Pacífico, donde intervienen eventos océano-atmosféricos particulares. Su perfil costero continental mide 2860 km, correspondiendo el 45% a costas abiertas y el 55% a costas interiores (COI-UNESCO, 2021), y están fuertemente influenciado por eventos de El Niño Oscilación Sur-ENOS y de La Niña (Lee, 2014). La adhesión del país a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar-CONVEMAR en el 2012 (Noboa, 2019), trajo consigo la necesidad de un conjunto de Políticas Nacionales Oceánicas y Costeras, creándose un Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero 2017-2030 a fin de fortalecer la gobernabilidad y toma de decisiones interinstitucionales, que permita atenuar los impactos que producen las diversas actividades humanas y proteger los frágiles ecosistemas marinos y costeros (Planifica, 2020). La mayoría de las concesiones en la costa marina otorgadas en Ecuador han sido autorizadas dentro de las primeras 8 M.

El margen costero de Ecuador presenta condiciones marítimas variables que pueden describir diversas masas de agua; en la zona norte, predomina el Agua Tropical Superficial (ATS) con temperatura superior a 25 °C y salinidad inferior a 33,8 ‰ debido a la precipitación que excede a la evaporación; hacia la zona sur, se localiza el Agua Subtropical Superficial (ASTS), donde la evaporación excede a la precipitación originando mayor salinidad, y la temperatura puede variar en un amplio intervalo, de 15 a 28 °C (Chavarría, 2010). La actividad del Centro de Alta Presión del Pacífico Sur genera frente a las costas ecuatorianas un flujo de viento predominante del sur con componentes del oeste. Por ejemplo, en la provincia de Esmeraldas en la zona de San Lorenzo (extremo norte de Ecuador frontera con Colombia), los vientos predominantes del noreste registran velocidades menores a 3 m/s, pero un poco al sur de la provincia predominan vientos del Sur Oeste con intensidades mayores a 4 m/s; similar patrón se presenta en los sectores de Manta (costa centro-sur) y en La Libertad (perfil costero, centro sur) decayendo la velocidad en Puerto Bolívar (perfil costero, sur) a 3 m/s con flujo de viento del Oeste (Chavarría, 2010).

Las variables oceanográficas costeras (a 10 M) en 4 sitios de la costa están ligadas a los principales sistemas del Pacífico Oriental Tropical (Torres *et al.*, 2019), y registran temperaturas >25°C en los primeros 40 m de profundidad (Esmeraldas y Manta) mientras que en La Libertad y Puerto Bolívar las aguas cálidas están limitadas entre los primeros 20 y 10 m, respectivamente; con una termoclina más profunda al norte (30 a 50 m) y más superficial al sur (10 y 20 m). Similar comportamiento se observó en la nutriclina en la columna de agua. La concentración de nitrato más alta tuvo valores de 5 a 27,6 µg-at L⁻¹. Se han registrado blooms algales o mareas rojas en algunos sitios de la costa, siendo más recurrentes en la bahía de Santa Elena y el Golfo de Guayaquil (Torres, 2013), lo que sugiere que el sistema de afloramiento costero se relaciona con estos eventos, principalmente en la época cálida (Borbor-Córdova *et al.*, 2019).

El Instructivo para el ordenamiento, control de concesiones y fomento de las actividades de maricultura en Ecuador (Acuerdo Nro. 023 de la SAC), se enfoca en las primeras 8 M, y tiene por objeto regular el ejercicio de maricultura y todos los aspectos relativos al ordenamiento y control de concesiones de áreas de mar, fomentando el desarrollo del cultivo, manejo y cosecha de organismos marinos en su hábitat natural o dentro de cercas especialmente construidas, como jaulas, corrales, encerramientos o tanques. Las autorizaciones y concesiones para maricultura se entregan en sectores de aguas de mar técnicamente permisibles, como fondos marinos arenosos o rocosos, conforme a la zonificación establecida para el efecto por la SAC, precautelando no afectar las actividades de la pesca, turismo, tráfico marítimo y otros usuarios de este bien nacional. También se consideran en las solicitudes el uso de técnicas disponibles para reducir el impacto ambiental sobre las áreas que serían destinadas a la maricultura, con excepción de sitios del Sistema Nacional de Áreas Protegidas como reservas marinas, zonas de seguridad nacional y rutas de navegación marítima.

El principal criterio para determinar la zona para cultivos marinos es la profundidad, dependiendo de la especie de interés a cultivar, siendo esto de mayor profundidad para peces (jaulas flotantes de 10 m de bolso) a menor profundidad (viveros flotantes 5 m de altura promedio) para crustáceos, moluscos, macroalgas e equinodermos (López-Alvarado *et al.*, 2014).

Otros factores a considerar es la fuerza y dirección de la corriente, oleaje, rutas de embarcaciones, caletas pesqueras, proximidad a la costa y muelles, las profundidades óptimas para la instalación de granjas marinas están entre los 20 y 50 m de profundidad. En la costa del Ecuador, todas las áreas con profundidades menores a 50 m están dentro de la zona marina de 8 M (López-Alvarado *et al.*, 2014).

Aparte del camarón *Penaeus vannamei*, el Estado ha buscado fomentar la diversificación de los cultivos acuícolas con otras especies marinas locales permitidas. En peces el mejor potencial de reproducción son el huayaípe *Seriola rivoliana* y el pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Benetti *et al.*, 2010).

En 2010, entre la consultora Stratega BDS y la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, se seleccionaron diez sitios de acuerdo a información secundaria de características oceanográficas, ambientales, biológicas y sociales, los planes públicos de desarrollo pesquero artesanal, y la opinión de miembros de la Federación Nacional de Cooperativas Pesqueras (FENACOPEC) y pescadores en cada localidad, estos sitios estaban asociados a caletas pesqueras artesanales en cinco provincias (Benetti *et al.*, 2010).

Por otra parte, el país cuenta con tecnología desarrollada y disponible, con excelentes perspectivas comerciales y se han caracterizado las zonas que se presentan a continuación en orden de más aptas a menos aptas para la maricultura: Jaramijó (231), San Mateo (231), Ancocito (228), Ayangue (225), Jama (221), Santa Rosa (212), Playas (198), Puerto Bolívar (195), Mompiche (192) y Tonchigüe (174) (Benetti *et al.*, 2010).

En 2012, el Instituto Nacional de Pesca (INP), actualmente Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP), realizó estudios de caracterización ambiental para un proyecto piloto de la SAC para el cultivo de Huayaípe *S. rivoliana*, en el área de San Mateo, provincia de Manabí, durante dos ciclos de 13 meses cada uno. El IPIAP recomendó explorar nuevas áreas hacia el oeste de la zona de estudio, las cuales probablemente tengan condiciones diferentes en relación con los contaminantes detectados (Suplicy, 2017).

Existen diferentes estudios realizados en la región donde las condiciones oceanográficas para el cultivo de especies marinas son similares a las que cuenta el Ecuador. En el estudio presentado por Benetti *et al.* (2010) se realizó un resumen de los parámetros oceanográficos a considerar para el cultivo de peces, realizando el muestreo entre los meses de diciembre de 2009 a febrero de 2010 (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de parámetros oceanográficos por localidad a considerar para el cultivo de peces marinos en la costa de Ecuador. Fuente: Benetti *et al.* (2010).

Caleta	T (°C)	O2 (mg/L)	Corriente (cm/s)	S (o/oo)	Secchi (m)	Clorofila (µg/L)	Distancia costa (M)
Esmeraldas, Tonchigüe	26,9±0,22	5,1±0,17	14,8±8,6	33,7±0,08	2,5	4,67	4,21
Esmeraldas, Mompiche	25,4±0,59	5,6±26,7	50,8±26,7	33,2±0,21	8	4,70	1,76
Manabí, Jama	25,8±0,12	5,6±0,01	45,2±23,7	33,4±0,06	8	7,38	2,31
Manabí, Jaramijó	25,0±0,33	5,9±0,03	63,6±21,2	33,3±0,18	5,4	3,40	1,36
Manabí, San Mateo	24,5±0,29	5,7±0,19	48,4±27,4	33,3±0,13	6	22,58	1,10
Santa Elena, Ayangue	23,9±0,78	5,8±0,85	54,8±24,4	33,7±0,53	9	4,17	1,84
Santa Elena, Santa Rosa	23,7±0,33	6,3±0,35	49,0±29,6	33,6±0,20	10	7,77	1,81
Santa Elena, Anconcito	24,1±0,74	5,7±0,69	59,8±26,6	33,8±0,47	12	7,10	2,61
Guayas, Playas	26,5±0,09	4,5±0,02	54,0±22,2	34,7±0,07	2	26,86	3,48
El Oro, Pto. Bolívar	28,3±0,09	3,5±0,24	22,8*	33,0±1,5	2	53,98	1,01

Especies con potencial para cultivos marinos

La acuicultura marina de moluscos bivalvos se inició en Ecuador en los años noventa, juntamente con la creación del Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas – CENAIM. La primera especie atendida fue la ostra del Pacífico *Magallana gigas*, introducida desde Chile, especie cultivada y adaptada con tecnología y apoyo de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón-JICA (Alvarez *et al.*, 2008).

No obstante, existen otros sectores como Palmar, Santa Rosa de Salinas, Real Alto, Valdivia, La Entrada en la provincia de Santa Elena, en donde se han implantado sistemas flotantes de cultivo cercanos al perfil costero para el cultivo de la ostra del Pacífico, *Magallana gigas* y recientemente en algunas comunidades la macroalga *Kappaphycus alvarezii*.

Ecuador, registra estudios de algunas especies nativas de moluscos y peces para la diversificación a la producción acuícola, en algunos casos empleando infraestructura existente con modificaciones mínimas y en otros casos utilizando técnicas en maricultura como jaulas o líneas flotantes. Existen especies potenciales nativas que deben ser estudiadas con mayor atención entre ellas, el lenguado, robalo, pámpano, pargo, lisa, mojarra, teniente, roncador y peces ornamentales. Blacio y Alvarez (2002), indican que la selección de las especies a cultivar debe basarse en la actividad a desarrollar (sitio de cultivo). En el caso de maricultura de peces, la mejor opción es el cultivo de huayaípe por la existencia de tecnología en el país, y, posteriormente, se podría considerar otras especies como pargo o el pámpano; en el caso de moluscos, la ostra del Pacífico, vieiras y ostra perlera cuentan con grandes posibilidades para su desarrollo.

Varias investigaciones en cultivo de moluscos, se han desarrollado recientemente en Ecuador, gracias a implementación de programas gubernamentales y desarrollos en el CENAIN-ESPOL y el Grupo de Investigaciones en Biología y Cultivo de Moluscos de la Universidad Técnica de Manabí. A parte de las experimentaciones y desarrollos realizados en *Magallana gigas* en el mar (Lodeiros *et al.*, 2018) o en los estuarios y camaroneras (Lombeida, 1997; Treviño *et al.*, 2020; Vélez-Gil). Existen trabajos con otras especies como *Nodipecten subnodosus*, que muestran la producción de semillas y un rápido crecimiento en condiciones de cultivo suspendido con una estimación de >55% de supervivencia (Revilla *et al.*, 2019). En el caso de la ostra de roca *Striostrea prismatica*, el ciclo temprano ya ha sido descrito y desarrollada la producción masiva de semillas (Lodeiros *et al.*, 2017, Rodríguez-Pesantes *et al.*, 2020) y se están haciendo investigaciones para el desarrollo de su cultivo para adaptar su cultivo en el exterior (Rodríguez-Pesantes *et al.*, 2022); por otra parte, la dualidad de producción de *Pteria sterna* y su factibilidad de cultivo y producción de perlas demostrada en el mar (Lodeiros *et al.*, 2018b; Freitas *et al.*, 2019; Estay-Moyano *et al.*, 2023; Jara *et al.* 2022, 2023; Freitas *et al.* 2020;) y en estuarios (Treviño *et al.*, 2019; Lucas-Zambrano *et al.*, 2023; Espinoza-Vera *et al.* 2023), la señalan, junto con las especies antes mencionadas, incluyendo las especies de *Spondylus* spp. (Lodeiros *et al.* 2016; Revilla *et al.* 2022) como posibles emergentes para la diversificación de la acuicultura, sugiriendo más estudios para optimizar las tecnologías de cultivo a gran escala.

Peces
Robalo <i>Centropomus nigrescens</i>
Lenguado <i>Paralichthys woolmani</i>
Huyaípe <i>Seriola rivoliana</i>
Pargo <i>Lutjanus</i> spp.
Cobia <i>Rachycentron canadum</i>
Equinodermos
Pepino de mar <i>Isostichopus fuscus</i>
Macroalgas
<i>Kappaphycus alvarezii</i>
<i>Acanthophora spicifera</i>
Moluscos
Ostra del Pacífico <i>Magallana gigas</i>
Vieira (Scallop, <i>Agropecten ventricosus</i>)
Ostra perlera <i>Pteria sterna</i>
<i>Spondylus</i> spp.



Figura 1. Especies marinas de interés comercial para el cultivo en Ecuador.

Desde el 2015 al 2022, el sector acuícola marino ha ido incrementando con la producción de la ostra de Pacífico *Magallana gigas*, actividad que se promocionó mediante proyectos de inversión pública para el fomento y desarrollo por parte del Viceministerio de Acuicultura y Pesca-VAP a través de la SAC, en la tabla 2 se indica las 29 concesiones marinas que en la actualidad se han otorgado.

Tabla 2. Distribución de las 29 concesiones marinas en el Ecuador por tipo de especie a cultivar a junio de 2023. Fuente Subsecretaría de Acuicultura, junio 2023.

Cultivo	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Ostra del Pacífico (<i>Magallana gigas</i>)	218,62	54,9
Peces	86,4	22,2
Varias especies	82,45	21,1
Camarón blanco (<i>Penaeus vannamei</i>)	7,57	1,9
Macroalgas	10	2,6
Total	398,04	100

El Viceministerio de Acuicultura y Pesca en conjunto con la SAC son las instituciones con las competencias en el ámbito de acuicultura para la regulación y ordenamiento de la actividad. Los usuarios solicitan autorización para la producción y el área de concesión marina en base a lo establecido en la LODAP-RG y normativas secundarias según corresponda las características de su actividad ya sea ésta con fines de investigación o de producción.

El Instituto Oceanográfico y Antártico de la Armada-INOCAR, monitorea regularmente en 4 sitios de la costa (10 M), para obtener información de las variables oceanográficas ligadas a los principales sistemas del Pacífico Oriental Tropical, como la corriente cálida de Panamá que conduce a una menor cantidad de dinoflagelados hacia el norte (Esmeraldas), mientras que el afloramiento ecuatorial y la corriente fría de Humboldt, rica en nutrientes, influye en la abundancia de diatomeas y dinoflagelados (Manta, La Libertad y Puerto Bolívar).

Esta información debe ser considerada por los formuladores de políticas y partes interesadas en la implementación de programas sanitarios relacionados a ficotoxinas en cultivos de Moluscos bivalvos (Torres, 2019, Cáceres-Martínez *et al.*, 2014).

Especies potenciales o emergentes para el cultivo y concesiones otorgadas

En el estudio presentado por Blacio (2002) indica aspectos tecnológicos de posibles especies hidrobiológicas que cuentan con posibilidades para su cultivo con la finalidad de diversificar la acuicultura marina, con mayor consideración a: robalo, huayaípe, pargo, pámpano, lisa, lenguado, para moluscos; ostra Japonesa, vieira y ostra perlífera. Entre los aspectos a considerar indica la obtención de reproductores, etapas de maduración y desove, larvicultura, precría, engorde, cultivo en jaulas/taques y cultivo en sistemas terrestres (piscinas).

Según lo presentado por Blacio (2002), existe experiencia en producción en el país con especies potenciales para cultivos marinos. Del 2002 al 2022 se registra mayores actividades con especies marinas. En el presente estudio y con la finalidad de identificar las especies potenciales para cultivos, se presenta la tabla 3, en la cual se realiza una puntuación con tres valores de acuerdo con el nivel de tecnología que se ha realizado en el país.

Tabla 3. Nivel de experiencia con especies marinas potenciales para el cultivo de interés comercial en Ecuador.

Especie	Robalo <i>Centropomus nigrescens</i>	Lenguado <i>Paralichthys woolmani</i>	Huyaipe <i>Seriola rivoliana</i>	Pargo <i>Lutjanus</i> spp.	Cobia <i>Rachycentron canadum</i>	Ostra del Pacífico <i>Magallana gigas</i>	Concha abanico <i>Argopecten ventricosus</i>	Ostra perlera <i>Pteria sterna</i>	Spondylus <i>Spondylus limbatus</i>	Pepino de mar <i>Isostichopus fuscus</i>	Macro alga <i>Kappaphycus alvarezii</i> <i>Acanthophora spicifera</i>
Larvicultura	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	N/A
Precría	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3
Sistemas, Viveros flotantes	3	2	3	3	3	3	3	3	2	1	3

Nivel tecnológico

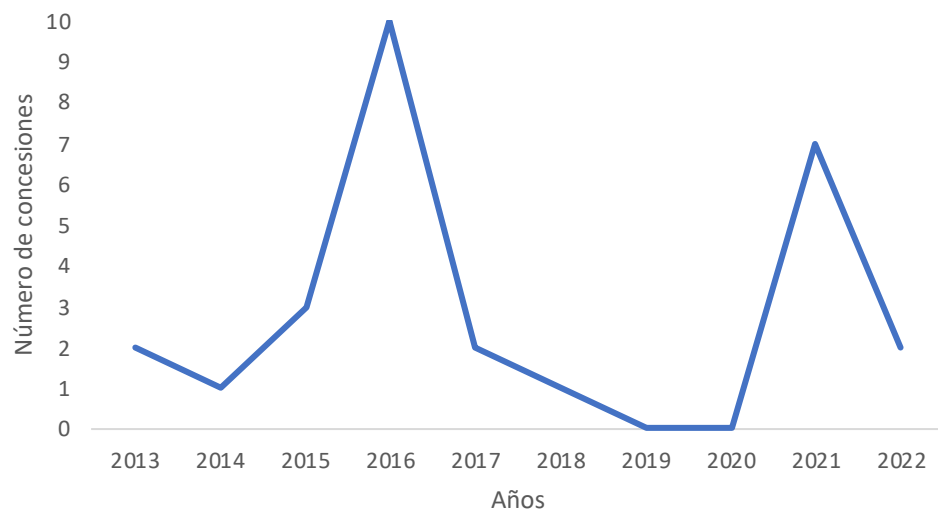
1 En desarrollo (falta investigación).

2 Medio (se hizo ensayos, pero no a nivel comercial).

3 Bueno (paso la fase de investigación y se comprobó su cultivo)

Las gestiones efectuadas por parte de la SAC (2012-2023) han logrado destinar recursos de gasto público para el fomento y diversificación de cultivos para especies marinas, direccionado a las comunidades costeras mediante capacitaciones, dotaciones, acompañamiento técnico en la producción en espacios marinos técnicamente permisibles. La primera concesión marina fue otorgada en el 2013 y al 2023 se registra un total de 29 concesiones marinas.

En la figura 2, se describe la línea de tiempo de concesiones marinas otorgadas en el intervalo 2013 al 2022, donde se puede apreciar dos valores mayores en comparación con los demás años siendo estos 2016 y 2021. En el primer año en mención, la mayoría de las concesiones otorgadas fueron para el cultivo de *Penaeus vannamei*, actividad solicitada por parte de agrupaciones pesqueras artesanales; por su parte, en 2021 las autorizaciones emitidas fueron destinadas al cultivo de *Magallana gigas*, para organizaciones artesanales a las cuales se les realizó acompañamiento técnico durante el ciclo de cultivo.

**Figura 2.** Número de concesiones marinas autorizadas por la Subsecretaría de Acuicultura durante 2013-2022.

La SAC en el año 2013 intervino mediante convenio en la Comuna Real Alto de la provincia de Santa Elena, realizando dotación de semillas, implementos y acompañamiento técnico en todas las fases de cultivo en sistemas suspendidos en mar abierto para la producción de ostra del Pacífico *Magallana gigas*. Esto se describe en el proyecto presentado por la Cooperativa de Producción, Extracción de Pesca y Acuicultura Artesanal Puerto Real Alto (Convenio Subsecretaría de Acuicultura, 2013).

También existen diversas entidades académicas que cuentan con espacios destinados para investigaciones de especies marinas como la Universidad Técnica de Manabí, el Instituto Tecnológico Superior Luis Arboleda Martínez (ISTLAM)-Jaramijó que trabaja junto con la matriz Manta de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en el mejoramiento de la tecnología para cultivar *Magallana gigas*. Sin embargo, la institución de mayor trayectoria en la actualidad es el Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas-CENAIM de la Escuela Superior Politécnica del Litoral – ESPOL, donde se evalúa el potencial de algunos organismos acuáticos de interés comercial con el objetivo de diversificar los cultivos acuícolas, siendo la primera especie en estudio la ostra del Pacífico, pero se han adelantado los estudios de larvicultura de otras especies de moluscos bivalvos con potencial para la maricultura, como *Spondylus* spp., *Pteria sterna*, *Striostrea prismatica*, *Nodipecten subnodosus*, *Anadara tuberculosa*, y la producción de juveniles de peces como el huayaípe, *Seriola rivoliana*, el robalo, *Centropomus viridis*, la cobia, *Rachycentron canadum*, y la tilapia *Oreochromis* spp. cultivada en agua de mar (Alvarez *et al.*, 2008; D. Rodríguez-Pesantes, CENAIM-ESPOL com. pers.).

En Ecuador, la macroalga *Kappaphycus alvarezii* fue introducida en 2011 por la empresa brasileña Seaweed Consulting, en asociación con empresas locales, las algas se cultivaron en camaronerías donde los resultados fueron positivos e indicaron el potencial de la macroalga en sistemas de policultivo, el Gobierno fomentó su producción en el mar para los pescadores artesanales (Neish, 2017). Estas experiencias han mostrado que esta especie tiene una de las más altas tasas de crecimiento con elevadas rentabilidades económicas (Montufar-Romero *et al.* 2023), lo cual, sin duda, hace propicio el cultivo en las costas ecuatorianas.

Sistemas de cultivo

La selección del sistema de cultivo a utilizar va a depender de varios factores entre ellos, especie a cultivar, dimensión del volumen de producción, y condiciones oceanográficas. En el caso para cultivo de peces se pueden dividir en sistemas abiertos y sistemas de tanques de contención cerrados. Los sistemas se pueden clasificar en 5 tipos: jaulas flotantes flexibles, jaula rígida flotante, jaula flexible semisumergible, jaula rígida semisumergible y jaula sumergible (Chu, 2020). Existen jaulas metálicas y plásticas en uso industrial de 30 años, las primeras cuentan con una configuración de marcos cuadrados de acero galvanizado con flotadores plásticos y las segundas son hechas completamente de polietileno o de polietileno con estructuras de acero (Benetti, 2010).

Para el cultivo de moluscos se cuenta con sistemas de balsas o suspendidos, camas y *long line*, este último sistema es muy flexible ya que puede ser empleado en situaciones donde las olas harían inviable el sistema de balsas (Quayle, 1981), esos tipos de sistemas se complementan con boyas/flotadores y anclados al fondo, usualmente con bloques de cemento denominados muertos.

En el 2015 se registra en el Ecuador el cultivo de peces fuera de las 8 M por parte de una empresa privada, mediante jaulas flotantes flexibles, frente a las costas de la provincia de Manabí (Fig. 3). Mediante visita a las concesiones a las localidades de Palmar y Puerto Chanduy en la provincia de Santa Elena, se evidenció el cultivo de moluscos empleando sistemas tipo *long line*, estas producciones se encuentran dentro de las 8 M (Fig. 4 y 5).



Figura 3. Jaulas flotantes, cultivo de cobia, al norte de puerto de Jaramijó, Manabí.



Figura 4. Viveros flotantes, *long line*, cultivo de moluscos bivalvos, Palmar, Santa Elena.



Figura 5. Línea de boyas, *long line*, cultivo ostra del Pacífico, Puerto Chanduy, Santa Elena.

En lo referente al cultivo de macroalgas, por lo general son de dos tipos: sistema de cultivo suspendido y sistema de fondo, las variantes para ambos sistemas de cultivos recaen principalmente en el origen de la semilla y al nivel tecnológico aplicado; además, se han adaptado sistemas flotantes llamados de planza, los cuales maximizan el uso por área de cultivo lineal (Saavedra, 2019). En Santa Rosa de Salinas, provincia de Santa Elena, se emplea el sistema de cultivo planza (balsa) y esta producción se ha desarrollado dentro de la 1 M (Fig. 6).



Figura 6. Sistema planza (balsa), cultivo de macroalga *Kappaphycus alvarezii*, Santa Rosa de Salinas, Santa Elena.

Normativas nacionales en el ámbito de la regulación y ordenamiento acuícola marino

El ejercicio de la maricultura se realiza en el país mediante autorización/concesiones marinas otorgadas por el ente rector según las disposiciones emitidas en la LODAP-RG y normativas secundarias. Adicionalmente, las zonas de interés para la acuicultura marina-ZIAM se encuentran identificadas en el país, en base a la batimetría y áreas en las cuales no se registre actividades marinas como: turismo, rutas de navegación de navieros, fondeaderos, gasoducto, avistamiento de ballenas, caletas pesqueras, zonas de reserva marina, zona de seguridad nacional, entre otras. A la presente fecha se registran 29 concesiones marinas otorgada en las cinco provincias del perfil costero (Tabla 4).

Tabla 4. Concesiones marinas en Ecuador por provincia, a junio de 2023.

Provincia	Número de concesiones	Superficie (ha)	Porcentaje
Esmeraldas	2	5,51	1,38%
Manabí	7	174,09	43,7%
Santa Elena	9	43,12	10,8%
Guayas	2	2,43	0,6%
El Oro	9	172,89	43,4%
Total	29	398,04	100%

Fuente: Subsecretaría de Acuicultura, junio 2023

En julio de 2012 el Estado ecuatoriano resuelve su adhesión a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar-CONVEMAR, lo cual significó reducir el mar territorial de 200 a 12 M (Noboa, 2019).

La actividad acuícola se encuentra regulada mediante la Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca – LODAP (LODAP, 2020). Dentro del artículo 07, definiciones, se establece por primera ocasión el concepto de Acuicultura, donde se indica: “Es la reproducción, cría y cultivo de recursos hidrobiológicos en áreas continentales, aguas interiores, zonas marinas, que implica, por un lado, la intervención en el proceso de crianza para mejorar la producción y, por el otro, la propiedad individual o empresarial del stock cultivado. Incluye el cultivo de peces, crustáceos, moluscos, algas, equinodermos, y demás recursos hidrobiológicos. La acuicultura desarrollada en zonas marinas, en su hábitat natural o en recintos especialmente construidos, se denomina acuicultura marina (maricultura)” (LODAP, 2020).

Según lo establecido en la LODAP, las personas naturales y jurídicas, sean éstas nacionales o extranjeras, deben contar con la autorización emitida por el ente rector, para ejercer la actividad acuícola en todas sus fases, el documento se respalda en el cumplimiento de los requisitos establecidos en el reglamento y normas secundarias.

En lo referente al ordenamiento acuícola, se establece mediante el principio de sostenibilidad de los recursos hidrobiológicos y gobernanza territorial con el objetivo de alcanzar los mayores beneficios sociales, económicos, atendiendo las directrices de la soberanía alimentaria. Las producciones en las etapas de cría y cultivo se podrán realizar en cuerpos de agua dulce o marina, zonas de playa y bahía y en tierras privadas, según lo establecido en la LODAP.

Con respecto a la autorización para ejercer la actividad de maricultura, la LODAP (2020) indica que el uso de zonas de agua de mar, fondos marinos arcillosos, arenosos o rocosos y zonas estuarinas, para producciones de diferentes especies hidrobiológicas en fase de cría y cultivo, será otorgada mediante concesión y/o autorización por parte de la Subsecretaría de Acuicultura para ejercer la actividad, estos requisitos se establecen en el Reglamento General LODAP, incluso se menciona los requisitos a cumplir para los laboratorios con infraestructura permanente destinados para la investigación acuícola (Presidencia de la República del Ecuador, 2022).

Análisis FODA (2015 y 2023)

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL en el 2015, realizó un Diagnóstico de la cadena productiva de la maricultura, en la cual se elaboró un FODA (Suplicy, 2017) en el cual se indicaba:

Fortalezas:

Fuerte voluntad política.

Instalaciones del CENAIM-ESPOL y tecnología desarrollada para algunas especies de organismos marinos (ejemplo: ostra del Pacífico, vieiras y huayaie).

Extensa zona costera con varios sitios adecuados para la maricultura.

Gran interés de los pescadores artesanales y sector privado por la maricultura.

El relativo atraso de Ecuador con el desarrollo de la maricultura, permite que el país aprenda con los errores y aciertos de otras naciones que ya tienen una maricultura consolidada.

Oportunidades:

CENAIM-ESPOL con capacidad de producción de formas jóvenes de organismos marinos.

Cooperación internacional para desarrollo de la capacidad humana en países con buenas experiencias en la gestión de la maricultura artesanal y empresarial.

Presencia en Ecuador de un alga exótica, que, luego de estudios técnicos correspondientes, tiene su cultivo permitido y puede contribuir para lograr los objetivos de la política acuícola nacional.

Un nuevo banco de desarrollo marginal y rural está siendo creado y podría ofertar líneas de crédito accesibles a los maricultores de pequeña escala.

Debilidades

Ausencia de un proceso de planificación integrada y participativa de la costa para el desarrollo de la maricultura.

Poca experiencia práctica de los agentes públicos con respecto a la maricultura.

Líneas de crédito inadecuadas y poco atractivas para productores de pequeña escala.

Inseguridad en el abastecimiento de semillas y alevines.

Amenazas

Inexistencia de un programa nacional de control higiénico y sanitario de moluscos bivalvos.

Robos, vandalismos y la acción de “piratas” o delincuentes marinos.

El estudio de CEPAL (Suplicy, 2017) realizó una descripción de la experiencia registrada en el país con especies de interés comercial y las gestiones realizadas por parte del Estado ecuatoriano para el fomento de la maricultura con las leyes y normativas que existían en el año 2017.

Entre las fortalezas que presenta el país, están su geografía y las condiciones oceanográficas para la implementación de sistemas de cultivo en mar, entre las oportunidades planteadas, está la presencia en cultivos pilotos de la macroalga no nativa (*K. alvarezii*) de alta demanda en los diferentes mercados internacionales. Una de las debilidades descritas es la falta de líneas de crédito para los productores a pequeña escala (Suplicy, 2017). En lo referente al sector público, indica la poca experiencia práctica de los funcionarios con respecto a la maricultura.

Al analizar los temas a considerar como amenaza, se encuentra la inexistencia de un programa nacional de control sanitario para moluscos y la inseguridad en alta mar por robos y vandalismos.

En base a las condiciones actuales del país, en el ámbito de la acuicultura marina se puede plantear la actualización de un análisis FODA:

Fortalezas:

Marco legal actualizado acorde a normativas nacionales e internacionales, normativa específica para el cultivo de moluscos bivalvos.

Instituciones públicas que intervienen en actividades marinas, ya cuentan con las competencias identificadas de acuerdo con su ámbito de gestión.

Existen instituciones académicas en la provincia península de Santa Elena (UPSE), en la provincia de Manabí (ISTLAM-Jaramijó, ULEAM-Manta, UTM-Bahía de Caráquez, ESPAM MFL-Calceta), adicionales al CENAIM –ESPOL en la provincia Península de Santa Elena, que están trabajando con el desarrollo del cultivo de especies hidrobiológicas marinas.

Condiciones oceanográficas apropiadas para cultivos marinos

Se dispone de un Plan Nacional de Control Sanitario de Acuicultura y Pesca (Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2023) Viceministerio de Acuicultura y Pesca. (2023). ACUERDO Nro. MPCEIP- VAP-A.M-2023-0002-A. Plan Nacional de Control Sanitario de Acuicultura y Pesca.

Expectativa por parte de personas naturales y jurídicas por incursionar en cultivos de moluscos.

La LODAP y su Reglamento General cuentan con capítulos dedicados a la acuicultura y normativas secundarias para la categorización de áreas de cultivo de moluscos y requisitos para autorización de centros destinados a la depuración.

Puertos marítimos y aéreos con rutas y conexiones internacionales.

Industrias de formulación de dietas artificiales con experiencia en la producción de insumos destinados a la acuicultura.

Oportunidades:

Entidades públicas y privadas con la capacidad incrementar la producción de semillas de ostra, juveniles y alevines.

Entidades académicas de formación profesional acuícola en plena actividad y distribuidas en la zona costera y litoral del país.

Áreas marinas disponibles para el desarrollo de cultivos para producción e investigación.

Aceptación de productos ecuatorianos marinos en diferentes mercados, por los buenos resultados en la producción de camarón blanco *P. vannamei*.

Generación de nuevos emprendimientos para la importación de aparejos e implementos para cultivos marinos.

Disponibilidad de espacios para cultivos multitróficos.

Diversificación de la producción acuícola.

Exportación de nuevos productos mediante plantas procesadoras autorizadas.

Debilidades:

Plan de Ordenamiento de la pesca y acuicultura del Ecuador, dirigido principalmente al camarón blanco en el ámbito de la acuicultura.

LODAP. Art. 104, Zona para pesca artesanal dentro de las primeras 8 M, en la cual se permite maricultura artesanal excluyendo la comercial privada o la industrial.

Nula o escasa información pública de los resultados de análisis de microbiología y toxicidad en el agua de los sectores de cultivo o con potencial de serlo.

Escasos laboratorios estatales en producción de semillas de moluscos, los alevines y juveniles de especies de interés comercial destinadas para ensayos de investigación.

No existe líneas de crédito por parte de la banca pública y privada diferenciados, en base al nivel de producción y/o especie a cultivar

La Autoridad Acuícola no cuenta con un catastro acuícola digital en el cual el usuario pueda visualizar las ZIAM.

Necesidad de importación de implementos para la acuicultura (cestas, jaulas, viveros flotantes, boyas etc.).

Algunas unidades académicas que ofrecen carreras en acuicultura, biología o afines a la acuicultura no cuentan con titulación en buceo con prácticas en cultivos marinos.

Amenazas:

No existe monitoreo de parámetros de calidad de agua y de moluscos bivalvos en las áreas concesionadas de cultivo.

Piratería.

Precios de mercados, determinado por factores internacionales.

Incremento de los costos para la elaboración de alimento formulado.

En comparación con el FODA realizado por la CEPAL descrito por Suplicy (2017) y el presentado en el actual diagnóstico, se observa que se han superado algunas deficiencias en lo que respecta al ordenamiento y regulación acuícola marina. Una de las principales debilidades identificadas es el direccionamiento de las actividades marinas en las primeras 8 M (LODAP. Art. 104. Zona para Pesca Artesanal) ya que limita el accionar para el desarrollo de la maricultura considerada comercial. Es de suma importancia la inversión en I+D, tanto del sector público como del privado, para fortalecer las experiencias alcanzadas por parte de los centros de investigación públicos o privados con el objetivo de consolidar protocolos de producción en base a las condiciones oceanográficas, sociales y económicas de los sectores donde se desarrolla y podría desarrollar sistemas de cultivos marinos.

Es importante indicar que, en lo referente a cultivos de moluscos bivalvos, la Autoridad Acuícola Sanitaria competente debe realizar programas de monitoreo, control de microorganismos contaminantes y biotoxinas marinas, así como el monitoreo permanente de datos climatológicos, anomalías térmicas, registros de circulación costera, surgencias, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, turbidez, nutrientes, bacteriológicos y análisis de fitoplancton, para vigilar un posible advenimiento de florecimientos algales (Cáceres-Martínez y Vásquez-Yeomans, 2014; Borbor-Córdova *et al.*, 2019).

Cabe indicar que el Plan de Control Sanitario de Acuicultura y Pesca (Viceministerio de Acuicultura y Pesca, 2023) en el capítulo referente del monitorio define tres tipos: a) contaminantes ambientales y microbiológicos, en el tiempo y forma por la Autoridad Competente, b) residuos relacionados a productos de origen animal derivados de la acuicultura y c) organoléptico, de parásitos y condiciones de desembarque. Sin embargo, no indica periodos de monitoreos que puedan registrar impactos ambientales negativos (biotoxinas) que puedan provocar posibles afectaciones sobre las áreas de cultivo y ecosistemas circundantes.

A la presente fecha, las concesiones otorgadas en Ecuador para actividades de maricultura en su mayoría se encuentran en las primeras 8 M, lo cual denota la importancia de destinar esfuerzos para realizar programas de monitoreo o sistemas de alertas para la detección temprana de toxinas, biotoxinas, afloramientos y microorganismos que puedan afectar la salud de los cultivos de especies hidrobiológicas y por consiguiente la salud de consumidor final.

Actualmente se cuenta con tecnología avanzada para la producción de especies marinas nativas de interés comercial como huayaípe, pargo, robalo, varios moluscos y la macroalga *K. alvarezii*. Sin embargo, la falta de productores/inversionistas limita la sustentabilidad e interés de los laboratorios de producción acuícola en destinar mayores esfuerzos con especies consideradas no tradicionales de cultivo en el Ecuador.

Entre los posibles desafíos para superar, en primera instancia, está el de proveer una zonificación dispuesta estrictamente empleando parámetros técnicos, basados en batimetría y características de los sectores tanto en superficie como en su fondo (corrientes, altura de ola, productividad primaria, tipo de fondos, etc.) para proyectos sustentables y sostenibles en el tiempo.

Según los datos de la SAC, actualmente se destinan 218.62 ha para el cultivo de ostra del Pacífico (en las primeras 8 M), cultivo que se generó y se sostiene en esta última década por la inversión pública mediante proyectos acuícolas, los cuales incluyen capacitaciones, dotaciones y acompañamiento técnico en las fases de producción. Por otra parte, se ha otorgado 86.4 ha para cultivo solo para peces marinos y 82.45 ha para moluscos, peces y crustáceos, los cuales no se encuentran operativos y sus coordenadas se encuentran en un 99% fuera de las 8 M.

La LODAP indica que se crearán incentivos acuícolas y pesqueros y acceso a líneas de crédito (Art. 45, 46). No obstante, a la presente fecha, estas acciones específicas no se cuentan en la banca pública, pero es válido mencionar que, a pesar de la ausencia de financiamiento específico, el número de interesados en incursionar en acuicultura marina aumenta de acuerdo al número de concesiones marinas concedidas.

La generación de oportunidades para el sector acuícola superando desafíos tecnológicos para un desarrollo sostenible y sustentable, contribuirá al solventar las líneas de crédito, mejorar el acceso a la información de la zonificación (áreas de concesiones marinas otorgadas, disponibles y no permitidas) para la maricultura, y alcanzar la articulación entre las instituciones inmersas en la autorización de un espacio marino de acuerdo a las competencias.

Actualmente, Ecuador cuenta con 8 reservas marinas dentro de las primeras 8 M, tema de especial observación es la posible declaratoria de zona de reserva. Sin duda, la intención de preservar este espacio es de gran importancia para el país; sin embargo, se debe considerar las diferentes actividades que se desarrollan en este espacio y el posible aumento de la carga en la tramitología que recaería en la autoridad ambiental. Las principales especies cultivadas en maricultura se encuentran catalogadas como especies exóticas (*Rachycentron canadum*, *Magallana gigas* y *Kappaphycus alvarezii*) por parte de la autoridad ambiental, lo cual no se podría desarrollar el cultivo en zonas de reserva marina en base a la normativa ambiental actual. Una posible alternativa para no prohibir los cultivos de estas especies recaería en un plan de manejo y considerar lo establecido en la LODAP y el Reglamento General o una nueva categoría ambiental que no afecte a la maricultura ni a otras actividades productivas que se realicen en el mar.

El productor acuícola marino (usuario) deberá considerar en su análisis previo lo establecido en la LODAP, Art. 104. Zona para Pesca Artesanal el cual indica que las primeras 8 M son para el uso exclusivo de la maricultura artesanal, articulado que podría limitar el desarrollo de la producción considerada comercial. Superar esta limitante contribuiría a una igualdad de oportunidades para toda persona natural o jurídica que desee incursionar en maricultura en sectores que sean técnicamente permisibles, precautelando que no interfieran con otras actividades marinas mediante la implementación de buenas prácticas acuícolas acorde con las normativas ambientales, lo cual contribuiría en superar los desafíos y alcanzar oportunidades con la diversificación de la producción acuícola.

CONCLUSIONES

Tanto las condiciones geográficas como oceanográficas se muestran propicias para el desarrollo de proyectos de investigación y producción de especies hidrobiológicas, considerando por parte de los usuarios el historial de registros oceanológicos (altura de ola, vientos, afloramiento, eventos El Niño, La Niña, mareas rojas) en sectores técnicamente permisibles para el ejercicio de la maricultura. Las principales provincias con características adecuadas dentro de las 8 M para proyectos de maricultura son Santa Elena y Manabí.

Se cuenta con experiencias en la cría y cultivo de especies marinas tanto nativas como exóticas (permitidas) cuya reproducción se han desarrollado en laboratorios de producción de especies hidrobiológicas y en espacios marinos asignados para su desarrollo. Entre las especies de peces se tiene a la *Seriola rivolina*, *Lutjanus* spp., *Centropomus nigrescens*, *Rachycentron canadum*; en moluscos *Spondylus limbatus*, *S. crassisquama*, *Argopecten ventricosus*, *Pteria sterna* y *Magallana gigas*, dentro de los equinodermos *Isostichopus fuscus* y macroalgas *Acanthophora spicifera* y *Kappaphycus alvarezii*.

Las especies con mayor proyección comercial son las consideradas exóticas; cobia *Rachycentron canadum* y ostra del Pacífico *Magallana gigas* en base a su manejo en la producción de alevines (peces) y semilla (moluscos) en laboratorios autorizados para la producción de especies hidrobiológicas y el manejo de sistemas de cría mediante el uso de sistemas flotantes instalados en el país, para el caso de peces jaulas flotantes flexibles y para moluscos el sistema *long line*. En lo referente a macroalgas, la especie en producción comercial es *Kappaphycus alvarezii* sin embargo, existen proyectos pilotos con especies nativas empleando sistemas flotantes. Estas tres especies se encuentran en la lista de especies autorizadas para su cultivo marino emitida por el IPIAP y publicada por la SAC.

Actualmente las granjas marinas en Ecuador emplean sistemas de monocultivo, no se evidencia la acuicultura multitrófica integrada a pesar de contar con experiencia en cultivos de moluscos y macroalgas.

Las actuales normativas en materia acuícola marina son propicias para el fomento de la actividad, las cuales cumplen con regulaciones internacionales y son similares a países con mayor experiencia en cultivos marinos, como es el caso para la categorización de las áreas de cultivo de moluscos bivalvos y la autorización de los centros para depuración de estas especies procedentes de la acuicultura.

En base a los resultados presentados se considera que el diagnóstico de la maricultura en el Ecuador es alentador para su desarrollo, el marco legal a mejorado desde los estudios presentados por Suplicy (2017), existen producciones de especies marinas que contribuyen al fomento y la diversificación acuícola marina lo cual brinda oportunidades a las comunidades locales. La academia realiza esfuerzos para el desarrollo de la I+D para las mejoras en las técnicas de producción tanto de alevines y semillas de especies de interés comercial y de esta forma satisfacer la demanda de los productores locales.

Uno de los principales desafíos a superar es la creación de las líneas de créditos específicos para los cultivos marinos tanto en la banca pública como privada. Por otra parte, la amenaza a considerar son los posibles actos de piratería que podrían sufrir los sistemas de cultivos, los cuales son más vulnerables dependiendo de la distancia que se encuentren instalados del perfil costero.

RECOMENDACIONES

La suma de acciones tanto públicas como privadas que incluyan fuentes de financiamiento para la investigación como para la producción, contribuirían al impulso y consolidación de la maricultura en el Ecuador. Esta sinergia de actividades podrá lograr disminuir paulatinamente las debilidades para fortalecer la actividad acuícola marina. Sería adecuado que, por parte del Estado, se establezcan parámetros ante la banca pública para la creación de líneas de crédito específicos que sean otorgados de acuerdo con las características propias a la especie a cultivar y de acuerdo con la naturaleza legal del solicitante.

Uno de los principales desafíos a superar para el desarrollo de la maricultura en Ecuador, involucra el análisis de la prohibición para el desarrollo de proyectos de maricultura comercial en las 8 M, espacio destinado para los proyectos considerados artesanales y de investigación, según lo descrito en la LODAP (2020) y Reglamento General (Presidencia de la República del Ecuador, 2022).

Al existir la LODAP (2020), es necesario considerar la revisión de normativas secundarias como es el caso del Acuerdo Ministerial Nro.023 (2015), instructivo para concesiones marinas, para determinar si siguen enmarcadas a los procedimientos internacionales y a la actualidad de la acuicultura marina en el país.

En lo referente a las áreas destinadas al cultivo de moluscos bivalvos, se recomienda la implementación de planes de monitoreo y seguimiento sanitario por parte de la autoridad competente, con la finalidad de contar con una data de análisis microbiológicos de los sistemas de producción y su entorno, así como el registro de aparición de florecimientos algales o marea roja que podrían afectar estas áreas de producción. A pesar de que las normativas en vigencia contribuyen al desarrollo de la actividad, es válido considerar la actualización y unificación para mejorar el acceso a los usuarios, ya sea con el objetivo de investigar o de producir especies hidrobiológicas y la creación de líneas de crédito por parte de la banca pública y privada y fortalecer el financiamiento para la investigación acuícola a las entidades de formación académica por parte de la autoridad competente.

REFERENCIAS

- Alvarez R., Cobo L., Sonnenholzner S., Stern S. (2008). Estado actual de la acuicultura de moluscos bivalvos en Ecuador. In: Lovatelli A., Farias A., Uriarte I. (Ed.), Estado actual del cultivo y manejo de moluscos bivalvos y su proyección futura: factores que afectan su sustentabilidad en América Latina. Taller Técnico Regional de la FAO. 20-24 de agosto de 2007, FAO, Puerto Mot, Chile. pp:129-133
- Benetti D., Rivera J., Velarde E., Velasco M. (2010). Estudios básicos para instalar proyectos de maricultura oceánica en diez sitios cercanos a puertos pesqueros artesanales en el Ecuador. In: Benetti D., Rivera J., Velarde E., Velasco M. Consultoría para la elaboración de estudios básicos y de factibilidad para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas del mar costero ecuatoriano para la diversificación productiva del sector pesquero artesanal. STRATEGA, Business Development. pp: 1-36. Services.
- Blacio E. (2002). Posibilidades de diversificación en la acuicultura ecuatoriana. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. *El Mundo Acuícola*, 8 (2): 14-18. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/8726/1/art4.pdf>
- Blacio E., Alvarez R. (2002). Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para diversificación de la acuicultura marina. Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Publicaciones-CENAIM. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/8763>
- Borbor-Córdova M.J., Torres G., Mantilla-Saltos G., Casierra-Tomala A., Bermúdez J.R., Renteria W. Bayot B. (2019). Oceanography of Harmful Algal Blooms on the Ecuadorian Coast (1997–2017): Integrating Remote Sensing and Biological Data. *Frontiers in Marine Sciences*, 6:13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00013>
- Boyd C.E., D'Abramo L.R., Glencross B.D., Huyben D., Juarez L., Lockwood G., McNevin A., Tacon A. J. G., Teletchea F., Tomasso Jr J.R., Tucke C.S., Valenti W.c. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51: 578–633. <https://doi.org/10.1111/jwas.12714>
- Cáceres-Martínez J., Vásquez-Yeomans R. (2014). Manual de buenas prácticas para el cultivo de moluscos bivalvos. Panamá: OIRSA-OSPESCA.
- Chapin III F.S., Kofinas G.P., Folke C. (2009). Principles of ecosystem stewardship: resilience-based natural resource management in a changing world. Springer Science & Business Media. <http://terrychapin.org/Chapin%20papers/Chapin2009Chap1.pdf>
- Chavarría J. (2010). Informe de consultoría de análisis de datos oceanográficos en la región marina adyacente a la costa ecuatoriana basado en información histórica. In: Benetti D., Rivera J., Velarde E., Velasco M. Consultoría para la elaboración de estudios básicos y de factibilidad para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas del mar costero ecuatoriano para la diversificación productiva del sector pesquero artesanal. STRATEGA, Business Development. pp: 3 – 10.
- Chu, Yi, Wang, C.M., Park J.C., Lader P.F. (2020). Review of cage and containment tank designs for offshore fish farming. *Aquaculture*, 519, 734928.

- COI-UNESCO. (2021). La contribución de los sectores marítimos a una economí azul, sostenible para el Pacífico Sudeste. París: Colección Técnica de la COI <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375632>
- Eikeset A.M., Mazzarella A.B., Davíðsdóttir B., Klinger D.H., Levin S.A., Rovenskaya E., Stenseth N.C. (2018). What is blue growth? The semantics of “Sustainable Development” of marine environments. *Marine Policy*, 87:177-179.
- Espinoza-Vera M., Cáceres-Farias L., Lodeiros C. (2023). Mabé pearls from the pearl oyster *Pteria Sterna* (Gould, 1851) in a tropical estuary. *Journal Shellfish Research* 42(2): 237–240.
- Estay-Moyano C., Mazón-Suastegui J.M., Zapata-Vívenes E., Lodeiros C., Simal-Gandara J. (2023). Evaluation of *Moringa oleifera* and corn starch as feed for seed production of the pearl oyster *Pteria sterna* (Gould,1851). *Aquaculture* 567: 739259
- FAO. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul. Roma. 21 noviembre de 2019: <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
- Freites L., Jara F., Gregori M., Villón J., Márquez A., Rodríguez-Pesantes D., Lodeiros C. (2019). Hanging culture of juveniles of the winged oyster *Pteria sterna* in two baskets of different design. *AquaTechnica* (1): 28-39.
- Freites L., Jara F., Gregori M., Márquez M., Saucedo P.E., Lodeiros C. (2020). Performance of the winged pearl oyster *Pteria sterna* (GOULD, 1851), implanted for half-pearl (mabé) production in two size groups. *Aquaculture* 524 735267.
- Gómez D.C. (2017). Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, 1:46-56. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-67222017000300046&lng=es&nrm=iso
- Jara F., Freites L., Gregori M., Márquez A., Rodríguez-Pesantes D., Villón J., Troccoli L., Lodeiros C. 2023. Performance of the Winged Pearl Oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851), Maintained in Hanging Culture at Three Depths, in the Eastern Equatorial Pacific. *Aquaculture Studies*. 23(5): AQUAST926
- Jara F., Freites L., Gregori M., Márquez A., Rodríguez-Pesantese D., Lodeiros C. 2022. Effect of different nucleus sizes and culture duration on the quality of half pearls (MABÉ) produced by the winged pearl oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851) in Ecuador. *Aquaculture* 546: 737278
- Jiménez A.C. (2011). Deficiencias en el uso del FODA causas y sugerencias. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(19):89-100. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151322413006.pdf>.
- Lodeiros C., Soria G., Valentich-Scott P., Munguía-Vega A., Santana-Cabrera J., Cudney-Bueno R., Loor A., Marquez A., Sonnenholzner S. (2016). Spondylids of eastern Pacific Ocean. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 35, No. 2, 279–293.
- Lodeiros C., Marquez A., Revilla J., Rodríguez D., Sonnenholzner S. (2017). Spat production of the Rock Oyster *Striostrea prismatica* (Gray, 1825). *Journal of Shellfish Research*, 36 (3): 729-735.
- Lodeiros C., Rodríguez-Pesantes D., Márquez A., Revilla J., Chávez-Villalba J., Sonnenholzner S. (2018a). Suspended cultivation of the Pacific Oyster *Crassostrea gigas* in the eastern tropical pacific. *Aquaculture international* 26(1):337-347.

- Lodeiros C, Rodríguez-Pesantes D., Márquez A., Revilla J. Freitas L., Lodeiros-Chacón C., Sonnenholzner S. (2018b). Growth and survival of the winged pearl oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851) in suspended culture in the tropical Eastern Pacific: influence of environmental factors. *Aquaculture Research*, 49: 832-838.
- Lombeida P. (1997). Manual para el Cultivo de Ostras en Granjas Camaroneras. Proyecto JICA-CENAIM (25 p).
- Lee K.W., Yeh S.W., Kug J.S., Park J.Y. (2014). Ocean chlorophyll response to two types of El Niño events in an ocean-biogeochemical coupled model. *Journal of Geophysical Research Oceans*, 119(2): 933-952. <https://doi.org/10.1002/2013JC009050>.
- LODAP. (2020). Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y la Pesca. Asamblea Nacional de la República del Ecuador. Registro Oficial, Quito, Ecuador, (187): https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2022-05/Documento_Ley-Org%C3%A1nica-para-Desarrollo-Acuicultura-y-Pesca.pdf
- Alvarado, J. L. (2016). Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad para la Maricultura del Ecuador. *Revista Internacional de Investigación y docencia*, 1(1):20-32.
- López-Alvarado J., Ruiz W., Moncayo E. (2014). Desarrollo de la maricultura en el Ecuador: situación actual y perspectivas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 24:1-15. <https://docplayer.es/72609818-Desarrollo-de-la-maricultura-en-el-ecuador-situacion-actual-y-perspectivas.html>
- Lucas-Zambrano G., Treviño-Zambrano L., Vélez-Falcones J., García-Bermúdez A., Rodríguez-Pesantes D., Freitas L., Lodeiros C. (2023). Suspended culture of the winged oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851) in tropical estuary. *AACL Bioflux* 16(4):2114-2123.
- MAGAP (2015). Instructivo para el ordenamiento, contro de concesiones y fomento de las actividades de maricultura en el Ecuador. Acuerdo Ministerial 23, Ministerio de Agricultura, Ganaderia, Acuicultura y Pesca, Subsecretaría de Acuicultura. Guayaquil. Registro Oficial 446. <http://www.competencias.gob.ec/wp-content/uploads/2021/03/04-06NOR2015-ACUERDO04.pdf>.
- Montúfar-Romero M., Rincones-León R.E., Cáceres-Farias L.B., Espinoza-Vera M.M., Avendaño U., Cruz-Jaime T., Cubillos L., Ruiz W. Revelo W., Lodeiros C., Alfaro-Núñez A., Cáceres-Farias L. (2023). Feasibility of aquaculture cultivation of elkhorn sea moss (*Kappaphycus alvarezii*) in a horizontal long line in the Tropical Eastern Pacific. *Sci. Rep.* 13, 14751
- Neish I.C., Sepúlveda M., Hurtado A.Q., Critchley A.T. (2017). Reflections on the Commercial Development of Eucheumatoid Seaweed Farming. In: Hurtado, A., Critchley, A., Neish, I. (eds) *Tropical Seaweed Farming Trends, Problems and Opportunities. Developments in Applied Phycology*, vol 9. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63498-2_1
- Noboa G.P. (2019). La tesis de las 200 millas antes y después de la adhesión de Ecuador a la CONVEMAR. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(4):1-18. <http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2018/11/art1.pdf>
- Oyinlola M.A., Reygondeau G., Wabnitz C.C., Troell M., Cheung W.W. (2018). Global estimation of areas with suitable environmental conditions for mariculture species. *PLoS One*, 13(1), e0191086.19 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191086>
- Perry R.W. (1999). A framework for providing scientific advice for the management of new and developing invertebrate fisheries. *Reviews in fish biology and fisheries*, 9, 125-150.
- Revilla, J., Márquez, A., Lodeiros, C., & Sonnenholzner, S. (2019). Experimental cultures of giant lion's paw *Nodipecten subnodosus* in equatorial waters of the eastern Pacific: progress in larval development and suspended culture. *Latin american journal of aquatic research*, 47(5), 818-825.

- Saavedra S., Henríquez L., Leal P., Galleguillos F., Cook S., Cárcamo F. (2019). Cultivo de macroalgas: Diversificación de la acuicultura de pequeña escala en Chile. Convenio de Desempeño, Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño: https://www.ifop.cl/wp-content/uploads/biblioteca/libros_digitales/cultivo_de_macroalgas.pdf
- Viceministerio de Acuicultura y Pesca. (2023). ACUERDO Nro. MPCEIP- VAP-A.M-2023-0002-A. Plan Nacional de Control Sanitario de Acuicultura y Pesca.
- Planifica. (2020). Plan de Ordenamiento del Espacio Marino Costero 2017 - 2030. Versión resumida. Secretaría Técnica de Planificación. Quito, Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/Version-resumida-Plan-de-Ordenamiento-del-Espacio-Marino-Costero-2017-%E2%80%932030-POEMC.pdf>
- Presidencia de la República del Ecuador (2022). Reglamento General Ley Orgánica para el Desarrollo de la Acuicultura y Pesca-LODAP. Decreto Ejecutivo No. 362. Registro Oficial Quito, Ecuador Nro. 19. <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/03/Decreto-Ejecutivo-No.-362-Reglamento-General-a-la-Ley-Organica-para-el-Desarrollo-de-la-Acuicultura-y-Pesca.pdf>
- Revilla J., Pachay-Estrada G., Márquez A., Rodríguez-Pesantes D., Lodeiros C., Sonnenholzner S. (2022). Early life cycle of the pacific thorny oyster *Spondylus crassissquama* (Lamarck, 1819). *Journal of Shellfish Research* Vol. 41(1): 95-100.
- Rodríguez-Pesantes D. Lodeiros C., Márquez A., Revilla J., Sonnenholzner S. (2020). Microalgal diet evaluation in the larval development and substrate selection for settlement in the rock oyster *Striostrea prismatica* (Gray, 1825). *Aquaculture Research* 51:4938-4947.
- Rodríguez-Pesantes D., Lodeiros C., Revilla J., Márquez A., V-Den Hende S., Sonnenholzner S. (2022). Substrate effect on growth and survival of the rock oyster *Striostrea prismatica* (Gray, 1825) cultured in suspended systems in two different ecosystems. *Aquaculture* 555: 738193
- Subsecretaría de Acuicultura (2013). Proyecto de Maricultura y Piscicultura para el Fomento Acuícola en el Ecuador. Ministerio de la Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, Subsecretaría de Acuicultura, Guayaquil, Ecuador.
- Subsecretaría de Acuicultura (2013). Convenio de Cooperación entre la Subsecretaría de Acuicultura y la Cooperativa de Producción, Extracción de Pesca y Acuicultura Artesanal Puerto Real Alto. Subsecretaría de Acuicultura. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Suplicy F. (2017). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Maricultura en el Ecuador: <https://www.vicepresidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/Resumen-Cadena-de-Maricultura-2.pdf>.
- Spatio-Temporal Pattern of Dinoflagellates Along the Tropical Eastern Pacific Coast (Ecuador). *Frontiers in Marine Sciences*, 6:145. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00145>
- Treviño L., Vélez-Falcones J., Lodeiros C. (2019). Effects of stocking density in the grow-out culture of winged pearl oyster *Pteria sterna* (Gould, 1851). *Aquaculture Research* 50: 964-967.
- Treviño L., Lodeiros C., Vélez-Falcones J., Chávez-Alcivar C., Isea-León F., Brmúdez-Medrana A., Vélez-Chica J.C., Cruz Quintana Y., Leal D., Santana-Piñeros A.M., Rodríguez-Pesantes D. 2020. Suspended culture evaluation of Pacific oyster *Crassostrea gigas* in a tropical estuary. *Aquaculture Research*. 51:2052-2061.
- Troell M., Naylor R.L., Metian M., Beveridge M., Tyedmers P.H., Folke C., Flecha K.J., Barrett S, Crépin A.S, Ehrlich P.R, Gren A, Kautsky N, Levin S.A, Nyborg K, Österblom H, Polasky S, Scheffer M, Walker B.H,

- Xepapadeasy T, De Zeeuw A. (2014). Does aquaculture add resilience to the global food system? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(37):13257-13263. <https://doi.org/10.1073/pnas.140406711>
- Quayle, D. B. (1981). Ostras tropicales: cultivo y métodos. CIID, Ottawa, ON, CA: 41 – 43. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/2544/IDL-2544.pdf?sequence=1>
- Vélez-Giler E., Vélez-Falcones J., Cáceres-Farias L., Espinoza-Vera M. M., Cedeño-Zambrano J., Mazón-Suástegui J. M., Lodeiros C. (2023). Grow out of the Pacific oyster *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) within culture ponds of the shrimp *Penaeus vannamei* Boone, 1931. *AACL Bioflux* 16(3):1769-1780.

