

# METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA UNA MARICULTURA OCEÁNICA SOSTENIBLE EN ECUADOR\*

## ENVIRONMENTAL ASSESSMENT METHODOLOGY FOR SUSTAINABLE MARINE AQUACULTURE IN ECUADOR

**Johnny Chavarría V. M.Sc.**

Docente UPSE - Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

jchavarría@upse.edu.ec

Jaime Mendo, Ph.D.

Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

### RESUMEN

*La acuicultura marina se perfila como una actividad muy prometedora en respuesta a la creciente presión mundial por recursos alimenticios. Debido a las limitaciones de espacio y menor calidad ambiental en las zonas costeras, las aguas mar afuera se proyectan como el área natural de expansión de la acuicultura marina o maricultura oceánica. Ecuador, un país con vocación pesquera y acuícola, pretende impulsar esta actividad. No obstante, a la luz de los problemas ambientales observados en otros países, su desarrollo puede entrar en conflicto con los principios de sostenibilidad y la visión ambiental del gobierno. A pesar de los avances tecnológicos y la existencia de un marco jurídico para el desarrollo de la actividad, se han autorizado pocas concesiones. En tal sentido, el objetivo de este trabajo es estructurar un modelo de investigación que, teniendo como base la Evaluación Ambiental de última generación, es decir la Evaluación de la Sostenibilidad (ES), conduzca a la realización de una microzonificación del mar ecuatoriano para una maricultura sostenible de la especies locales: pargo (*Lutjanusguttatus*) y huayaipe (*Seriolarivoliiana*). El estudio plantea que la actividad pudiera impulsarse con un estudio que analice la sostenibilidad en sus dimensiones ambiental, social, económica y de gobernanza, estableciendo las áreas más apropiadas para implementar proyectos en Ecuador.*

**Palabras claves:** Maricultura, sostenibilidad, evaluación ambiental, *Seriolarivoliiana*, *Lutjanusguttatus*.

### ABSTRACT

*Marine aquaculture is emerging as a promising activity in response to the growing global pressure of food resources. Offshore waters are projected as the natural area of expansion of marine aquaculture in open water due to space constraints and lower environmental quality in coastal areas. Ecuador has important fishery and aquaculture industries. Since last few years, several governmental initiatives point to promote the marine aquaculture. However, considering the environmental problems observed in other countries, the development of the marine aquaculture may conflict with the principles of sustainability and environmental vision of the Ecuadorian government. Despite technological advances and the existence of a legal framework for the development of the activity, few concessions for offshore marine fish aquaculture has been authorized. In this sense, the goal of this work is to structure a research model, based on the Environmental Assessment of last generation, i. e. Sustainability Assessment (ES), leading to the realization of a micro-zoning of the Ecuadorian sea for a sustainable mariculture of local species snapper (*Lutjanusguttatus*) and huayaipe (*Seriolarivoliiana*). This work suggests that the activity could be promoted if a study is done by analyzing sustainability of oceanic mariculture in its environmental, social, economic and governance dimensions, establishing the most appropriate areas to implement projects in Ecuador.*

**Keywords:** Marine aquaculture, sustainability, environmental assessment, *Seriolarivoliiana*, *Lutjanusguttatus*.

*El presente trabajo constituye un ensayo introductorio de la investigación para optar el grado de Doctoris Philosophiae en Ingeniería y Ciencias Ambientales con el tema "Análisis de la sostenibilidad ambiental del desarrollo de la maricultura oceánica de pargo (*Lutjanusguttatus*) y huayaipe (*Seriolarivoliiana*) en Ecuador"*

Recibido: octubre de 2014  
Aprobado: febrero de 2015

## Introducción

La producción pesquera mundial en el año 2012 fue estimada por la FAO (1) en 158 millones de TM; de esta producción, 136.2 millones de TM se destinaron al consumo humano. La producción alcanzada expresa un crecimiento sostenido de la pesca y consumo de pescado global. No obstante, un análisis desagregado de los datos, muestra la estabilización de la pesca extractiva, aproximadamente, desde el segundo lustro de la década de los 80, fluctuando alrededor de las 90 millones de TM anuales. Por consiguiente, el crecimiento del sector se sustenta actualmente en la producción acuícola. Así, en el año en referencia, la acuicultura y el sector extractivo produjeron 66.6 y 91.3 millones de TM (42.2 % y 57.8 %), respectivamente. Dentro del rubro acuicultura, el componente maricultura o acuicultura marina presenta también un crecimiento continuo, con una producción de 24.7 millones de TM al 2012.

En el año 2008, el Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) elaboró el Documento Técnico de Pesca No. 498. Acuicultura en Jaulas - Estudios Regionales y Panorama Mundial (2), indicando que la acuicultura en jaulas ha crecido rápidamente durante las dos últimas décadas, experimentando actualmente grandes cambios como respuesta a las presiones de la globalización y a un aumento de la demanda mundial de productos acuáticos. Con ello se ha avanzado hacia el desarrollo y uso de más sistemas intensivos de cultivo en jaulas. En particular, la necesidad de contar con sitios apropiados ha hecho que esta actividad acceda y se expanda a nuevas áreas inexploradas del cultivo, entre ellas áreas de mar abierto.

En lo que respecta a la Región América Latina y el Caribe, Rojas y Wadsworth (3) han establecido que 31 de los 44 países de la región tienen producción acuícola. El sector acuícola se ha desarrollado de forma desigual, por ejemplo países como Chile y Brasil, son responsables del 72 por ciento de la producción total, y de ésta, se estima que el 70 por ciento proviene del cultivo en jaulas. En el 2004, la Región presentó una producción acuícola total de 1.3 millones de toneladas valoradas en 5200 millones de dólares, estas cifras representan el 2.9 por ciento de la cosecha acuícola mundial y el 8.2 por ciento de su valor, siendo gran parte de las especies cultivadas peces de alto valor comercial (casi 900 mil toneladas), la gran mayoría producida en sistemas de cultivo en jaulas. Más del 90 por ciento de los sistemas de jaulas utilizados en la Región se encuentran en Chile, destinándose principalmente al cultivo de salmón.

Con estos antecedentes, la acuicultura marina se perfila como una actividad muy prometedora en respuesta a una creciente presión por recursos alimenticios. De este rubro, las aguas mar afuera se proyectan como el área natural de expansión de la maricultura, debido a las limitaciones de espacio y menor calidad ambiental en las zonas costeras. La publicación regional Mundo Acuícola - Pesquero (4) reportó que "muchas empresas (chilenas) reconocen grandes beneficios económicos de cultivar en lugares alejados y expuestos, y se ve claramente una tendencia a cultivar en tales lugares". En cuyo caso, la rentabilidad económica debe responder a un balance dado por las mejores condiciones ambientales. Esto permitiría obtener una producción mayor, capaz de compensar el incremento en los costos logísticos y de infraestructura de la acuicultura marina de aguas abiertas o maricultura oceánica.

Considerando las múltiples definiciones existentes para maricultura oceánica, fundamentadas principalmente en las condiciones batimétricas y de distancia a la costa de los emplazamientos, se propone una definición local, basada en aspectos normativos, a decir: acuicultura que se realiza en ambientes confinados en aguas marinas expuestas a las condiciones de mar abierto, con escasa influencia y protección de la costa. Se debe indicar que en lo que respecta a este ensayo, el análisis está orientado a la maricultura de peces.

Por lo expuesto, la maricultura constituye una actividad económicamente riesgosa puesto que se desarrolla en un ambiente capaz de incrementar su nivel de hostilidad conforme el proyecto se aleja de la costa, lo cual exige el uso de tecnología cada vez más sofisticada y costosa.

En otros países, los proyectos de maricultura oceánica industrial han estado tradicionalmente orientados al cultivo de especies de peces de alto valor comercial dirigidas al mercado de exportación, lo que se justifica por las altas inversiones. Por su parte, la maricultura oceánica artesanal, por lo menos en su etapa inicial, estaría dirigida a satisfacer la demanda local, sin desestimar el mercado de exportación, esto tendría influencia sobre la tecnología de cultivo, pues se hace imperativo desarrollar tecnologías más económicas para este sector.

Ecuador es un país con vocación pesquera y acuícola, y es natural que se pretenda impulsar esta actividad. No obstante, a la luz de los problemas ambientales observados en otros países, el desarrollo de la maricultura puede entrar en conflicto con los principios de conservación y precaución contemplados en la Constitución del Estado

ecuatoriano. En este contexto, es apropiado indicar que el Gobierno ecuatoriano muestra una inclinación filosófica hacia una economía ecológica como se refleja en el trabajo de Correa y Falconí<sup>ii</sup> (5), “Después de Río+20: Bienes Ambientales y Relaciones de Poder” en el cual expresan textualmente *“El Ecuador plantea al mundo alternativas al desarrollismo y propicia en cambio, ..., una economía que contempla los derechos de la naturaleza. En forma concreta, hemos desarrollado un complejo Plan Nacional de lo que llamamos Buen Vivir, el cual considera que la naturaleza es, per se, la fuente de valor. No puede existir una economía que se sustraiga a ella. No puede existir una economía parcial que se sujete tan solo al mercado como medida de todas las cosas, pues tal reduccionismo exige a los países de su dependencia extrema de los bienes naturales....”*.

## Gobierno y maricultura

Bajo este escenario el Gobierno del Ecuador ha dado muestras de interés en el desarrollo de la maricultura oceánica, principalmente como una alternativa para el sector pesquero artesanal. Es así que, en el año 2009 la Subsecretaría de Recursos Pesqueros (SRP) realizó un estudio básico de las principales características ambientales-oceanográficas y sociales para la implementación de proyectos de maricultura en 10 áreas relevantes del mar costero ecuatoriano(6,7, 8 y 9). Por otra parte, el sector privado, interesado en el desarrollo de proyectos de maricultura, ha realizado estudios en sectores más específicos, como es el caso de DOCAPES S.A. (10) y MARAMAR(11).

Los resultados del estudio de la SRP fueron presentados en abril de 2010 en el “I Primer Simposio de Maricultura en el Ecuador”, dirigido al sector pesquero artesanal. Posteriormente, en marzo de 2011, la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) co-organizó la “I Jornada de Acuicultura Marina: Una oportunidad para Ecuador”, convocando a investigadores locales y expertos de la maricultura chilena del salmón, con la participación del Viceministro de Acuicultura y Pesca y representantes del Ministerio del Ambiente (MAE). Por otro lado, el sector privado, a través de la Sociedad Latinoamericana de Acuicultura (SLA) realizó a finales del 2011 un foro a partir del cual se solicitó al sector gubernamental se realicen las gestiones pertinentes para apresurar el proceso de concesiones en el área marina. En octubre de 2013, en el marco del “XV Congreso Ecuatoriano de Acuicultura” se presentó una jornada científica de maricultura, financiada por el Estado, con el objeto de presentar al sector acuicultor los avances locales en el tema y experiencias exitosas externas, como la maricultura

costera de scallops ejecutada por pescadores artesanales en Perú (12).

La evolución normativa ha sido relevante desde el año 2010 en que se promulgó, a través del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca(MAGAP), el Acuerdo Ministerial 407: Instructivo para el ordenamiento y control de las actividades de acuicultura que se desarrollen utilizando zonas en aguas de mar, fondos marinos arenosos o rocosos y áreas marinas técnicamente permisibles, mismo que fuera derogado, el 16 de octubre de 2012, por el Acuerdo Ministerial 458: Instructivo para el ordenamiento y control de concesiones para las actividades de maricultura en el Ecuador, el que a su vez fue sustituido por el Acuerdo Ministerial 023 (13) del 6 de febrero de 2015: Instructivo para el ordenamiento, control de concesiones y fomento de las actividades de maricultura en el Ecuador, norma que regula la actividad con una orientación hacia los principios de la sostenibilidad.

El Gobierno también ha establecido el sistema de categorización de especies<sup>iii</sup> con las cuales está permitido realizar maricultura. La inclusión en la lista de Especies Permitidas supone la existencia de una base de conocimientos técnicos locales sobre ellas, como e.g. haber logrado el ciclo de vida cerrado de la especie. De este modo en la lista referida, emitida por el Instituto Nacional de Pesca, constan aquellas que tiene potencial para acuicultura marina. Estudios previos han sido realizados para las dos especies entre otros por: Blacio(14), Blacio y Álvarez. (15), Blacio et al. (16), Blacio (17), CENAIM (18), Benetti et al. (8) y Benetti et al.(9).

A pesar de la existencia de una base técnico-científica y de un marco jurídico para el desarrollo de la actividad, según reporte de la Subsecretaría de Acuicultura (19), únicamente se han autorizado dos concesiones para maricultura oceánica industrial y una para investigación-industrial, todas en la provincia de Manabí; cabe indicar que solo una de ellas está dirigida a la producción exclusiva de peces, mientras que dos están dirigidas a camarones y peces. Por el momento, ninguna de ellas se encuentra en operación. Por su parte, al sector artesanal se le han otorgado dos concesiones una para producción de moluscos y otra para investigación de macroalgas, ambas en la provincia de Santa Elena, destacando que aún no se han autorizado proyectos para el cultivo de peces en jaulas para este sector priorizado por el Gobierno.

## Estado de la maricultura en Ecuador

Es legítimo argumentar que el inicio formal de la maricultura oceánica en Ecuador aún no es una

realidad. En consecuencia es necesario analizar las razones para que esto no haya sido posible:

Por un lado están los aspectos económicos, pues e. g. además de los altos costos de infraestructura y operación, se deben incluir los costos de los estudios ambientales e hidrodinámicos exigidos, que en el caso de los cultivos de peces incluyen: batimetría, dirección e intensidad de corrientes, mareas, olas y fondo marino de sus respectivas áreas de implantación. Como se ha indicado en distintos foros, esto constituye un factor de desmotivación, principalmente en el sector artesanal.

Por otro lado están los aspectos sociales, se conoce que existe un evidente componente social incorporado al tema, manifestado principalmente por los gremios de pescadores artesanales; lo que ha sido abordado principalmente desde la esfera política.

Es obligatorio mencionar también los aspectos ambientales. La maricultura oceánica presenta también el problema de la generación de impactos ambientales como ha sido referido en incontables publicaciones e. g. los trabajos de Naylor et al. (20); Buschmann (21); Vita et al., (22); González et al. (23); CIESM (24); Sanz-Lázaro y Marín (25); Jensen et al. (26); Sanz-Lázaro et al. (27); y, Sanz-Lázaro y Marín (28). Benetti et al. (7) indican que, para garantizar que la industria de maricultura oceánica sea sostenible a largo plazo, manteniendo condiciones ambientales estables, se debe seguir óptimas estrategias de manejo.

Los aspectos mencionados, conjuntamente con los temas de gobernanza, constituyen las cuatro dimensiones de la sostenibilidad.

En consecuencia, se plantea que, el desarrollo del sector, desde el punto de vista de la selección de áreas (site selection), pudiera impulsarse si se realiza un estudio interdisciplinar, que incluya tales dimensiones, determinando las zonas más aptas para una maricultura oceánica ambientalmente sostenible. Se estima necesario entonces realizar un estudio que analice de manera independiente la sostenibilidad ambiental del desarrollo de la actividad, lo cual es posible de hacer proponiendo distintos escenarios de producción en las zonas técnicamente viables más favorables. Un ejemplo de aplicación de análisis de la sostenibilidad a la acuicultura lo constituye el estudio realizado por la Comisión General de Pesquerías para el Mediterráneo "Indicadores para el desarrollo sostenible de la acuicultura mediterránea de peces" (29) basados en los indicadores generados en el Proyecto In DAM (Indicadores para el desarrollo sostenible de la acuicultura y guías para su uso en el

Mediterráneo).

En tal sentido, desde las distintas aristas desde las cuales es posible abordar el tema, se propone a través de este ensayo hacerlo desde el espacio metodológico de la Evaluación Ambiental, utilizando herramientas tradicionales como la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) y Evaluación Ambiental Estratégica (EAE); explorando y desarrollando instrumentos metodológicamente afines a la llamada evaluación ambiental de nueva generación Evaluación de la Sostenibilidad (ES) definida por Devuyst (1999, en Páez, 2003) (30) como "el proceso formal de identificación, predicción y estimación (o evaluación) de los impactos potenciales de una iniciativa –legislación, regulación, política, plan, programa o proyecto- y sus alternativas con relación al desarrollo sostenible de una sociedad". En resumen, se plantea una evaluación de las áreas técnicamente apropiadas (macrozonificación) para maricultura, aplicando herramientas ambientales y consideraciones socio-económicas, satisfaciendo indicadores de sostenibilidad que permitan generar una microzonificación de las áreas más apropiadas para la implantación de los proyectos, esto es, una ordenación (cartográfica) del territorio marítimo. Estos enfoques permitirían superar las distorsiones políticas, constituyendo al estudio en una herramienta técnica adecuada para la toma de decisiones del Gobierno, en la búsqueda de la sostenibilidad de esta actividad.

Es así que, por la naturaleza práctica del tema, el estudio planteado se enmarca dentro de las ciencias aplicadas, proponiendo como meta básica el análisis de la sostenibilidad ambiental del desarrollo de la maricultura oceánica, artesanal e industrial, de dos de las especies locales más promisorias para la acuicultura marina, pargo (*Lutjanus guttatus*) y huayaipe (*Seriolarivoltiana*)<sup>iv</sup>.

## Análisis del problema

Ecuador actualmente observa en el mar un componente esencial para el cambio de su matriz productiva y energética, existiendo en el borde costero<sup>v</sup> importantes polos de desarrollo económico e. g. la acuicultura del camarón, industria que ha estado sujeta a varias externalidades que han cuestionado o han puesto en peligro su sostenibilidad. Esta actividad industrial en 1998 alcanzó una producción aproximada de 115000 TM de camarón de exportación (31), para lo cual se utilizaron cerca de 175256 ha de áreas costeras (32); en contraste, en 1999 las condiciones ambientales favorecieron la epidemia de la Mancha Blanca<sup>vi</sup>, representando el casi colapso del sector. La recuperación fue lenta alcanzando la produc-

ción record de 215563 TM en el 2013 (33). Esta importante actividad económica ha también ha sido asociada a la generación de impactos ambientales y conflictividad social, por el uso de zonas costeras y de manglar. Quizás los problemas a los que ha estado expuesta esta industria, se hubieran evitado con la introducción de criterios de sostenibilidad. Otras actividades de desarrollo como: la explotación costera hidrocarbúrfera, realizada en todas las etapas producción e industrialización; la extracción off shore de gas natural; la construcción de obras costeras; la generación eléctrica; el turismo; la producción de sal; la pesca industrial y artesanal; etc., se constituyen en tensores ambientales sobre los ecosistemas estuáricos y marino costeros.

En este contexto, se ha indicado que la expansión de la maricultura en Latinoamérica es irreversible. En los últimos años, otros países de la región como Colombia, Panamá, Chile, Costa Rica, Belice, Brasil, Martinica, Puerto Rico, República Dominicana, México, Bahamas, etc., se encuentran desarrollando programas de maricultura en jaulas flotantes(6). Según indican Blacio et al.(16) los primeros experimentos en jaulas fueron realizados en Ecuador hace cerca de dos décadas. Paradójicamente, Ecuador, siendo un pionero en el área, actualmente no cuenta con esa tecnología.

A pesar del interés del Gobierno en el desarrollo de la maricultura oceánica, no se ha avanzado significativamente en viabilizar los procesos de concesión de áreas marinas. El principio de precaución ha primado en el ejercicio de la toma de decisión. Observándose poco avance en los esfuerzos institucionales por establecer zonificaciones, a pesar de existir información razonablemente suficiente para iniciar un proceso de evaluación ambiental y selección de sitio.

La orientación ambiental del Estado ecuatoriano en relación a la maricultura se refleja en el artículo 2 del Acuerdo Ministerial 023 el cual establece que: las autorizaciones y concesiones para maricultura se entregarán sobre zonas de aguas de mar, fondos marinos arenosos o rocosos, .....cuidando de no afectar las actividades de la pesca, turismo, tráfico marítimo y otros usuarios de este bien nacional, utilizando las técnicas disponibles para reducir el impacto ambiental sobre las áreas que serían destinadas a la maricultura. Esta declaración normativa expresa una serie de aspectos que deben analizarse en un marco complejo que involucra las ciencias ambientales y marinas en general, en interacción con aspectos sociales y económicos, en un escenario ambiental cambiante; marco compatible, con los denominados Sistemas Ecológicos Sociales - SES, como

fuera expresado por Chapin et al. (34) y que refleja las interacciones de procesos físicos, ecológicos y sociales. En consecuencia, considerando la alineación filosófica del Gobierno, el estudio debe observar la visión ecosistémica de los SES.

De hecho, el factor social es gravitante, pues e.g. la norma fue influenciada antes de ser promulgada, de modo que, por presión de los gremios de pescadores artesanales, la asignación de espacios marinos constituyó inicialmente una extrapolación de la legislación pesquera manifestándose que, dentro de las primeras 8 millas náuticas desde la costa, solo serían autorizados los proyectos presentados por organizaciones pesqueras artesanales o proyectos de investigación. Esto ha sido corregido en el Acuerdo Ministerial 023, pero se desconoce su impacto sobre las agremiaciones artesanales que consideran este espacio como propio.

Por otro lado, el desarrollo de maricultura oceánica expresa una exposición directa de la infraestructura de jaulas a las condiciones ambientales oceanográficas y meteorológicas, siendo componentes fundamentales a considerar en la selección de sitio, pues afectan por un lado a la ingeniería de los sistemas de jaulas y por otro a la dispersión de contaminantes, incidiendo consecuentemente en la evaluación ambiental.

En definitiva, casi cinco años después de la promulgación del derogado Acuerdo Ministerial 407, el proceso de concesiones ha avanzado lentamente; esta inercia ha propiciado dos escenarios: a) desfavorable, la generación de un retraso tecnológico con respecto a otros países que ya han implementado proyectos piloto o productivos, y b) favorable, la oportunidad de realizar e impulsar la actividad dentro de un marco de sostenibilidad.

Con respecto al escenario b, la experiencia ecuatoriana en la acuicultura del camarón blanco, y sus cuestionamientos como actividad ambiental y socialmente sostenibles, generaron a lo largo de las últimas décadas, cierto grado de desconfianza en la actividad acuícola por parte de la institucionalidad ambiental y algunos segmentos de la sociedad. Si a esto se suma las experiencias de impactos ambientales y sociales significativos reportados en otros países por las actividades de maricultura, es comprensible el desfase del inicio de la maricultura oceánica en Ecuador. Cabe resaltar además, que a diferencia de otros países, donde la acuicultura marina mar afuera es una actividad productiva tradicional, paralelamente a la cual se ha generado gradualmente una normativa, en Ecuador, el desarrollo de la actividad se deberá ajustar a restricciones normativas y a una

serie de procedimientos administrativos que pudieran parecer excesivos, pero que, en definitiva, se han construido para satisfacer dos conceptos esenciales de la Constitución y planificación ecuatoriana que son: los derechos de la naturaleza (concepto ambiental) y el buen vivir (concepto de desarrollo sostenible).

Entonces, es válido plantear la pregunta ¿es sostenible el desarrollo de la maricultura oceánica en el Ecuador? Esta pregunta aún no ha sido respondida, pues obviamente es complejo evaluar una actividad que aún no tiene vida propia. En consecuencia, con la experiencia de la EIA y EAE tradicionales, que estiman impactos a partir de proyectos, se propone abordar el tema desde la aproximación a metodologías que contribuyan a la Evaluación de la Sostenibilidad (ES), es decir, en base a un análisis de sostenibilidad, plantear una microzonificación que satisfaga parámetros ambientales e indicadores de sostenibilidad que cumplan con los requerimientos del Gobierno. En este contexto, es necesario responder las siguientes preguntas:

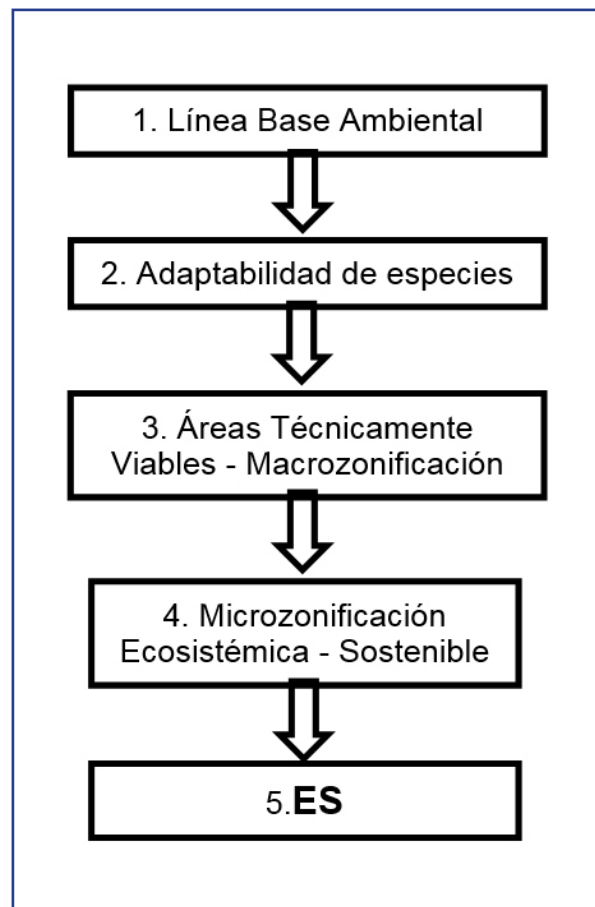
- ¿Existe información ambiental disponible para el desarrollo del proyecto?
- ¿Se conoce las condiciones ambientales más apropiadas para el crecimiento en cautiverio de las especies *S. rivoliana* y *L. guttatus* aprobadas por el Gobierno ecuatoriano para su cultivo en el mar?
- ¿Son las condiciones ambientales apropiadas para la instalación y seguridad de las jaulas?
- ¿Cuáles serían las áreas técnicamente viables para el desarrollo de la maricultura oceánica de peces?
- ¿Cuáles serían las áreas más adecuadas para el desarrollo de la maricultura oceánica de *S. rivoliana* y *L. guttatus*, bajo un escenario ecosistémico?
- ¿La institucionalidad y la normativa ambiental y acuícola vigentes garantizan el desarrollo de la actividad en un marco de sostenibilidad ambiental?
- ¿Qué escenarios de producción en maricultura se podrían proyectar considerando la demanda de mercado?
- ¿Qué escenarios de riesgo pudieran afectar la actividad?
- Finalmente ¿es la maricultura de *S. rivoliana*

y *L. guttatus* sostenible en Ecuador?.

Estas preguntas deben ser respondidas para iniciar y desarrollar esta actividad en un marco de sostenibilidad, lo cual es factible realizar mediante la elaboración de varios estudios integrados en forma secuencial en un modelo conducente a la ES.

## Resultado

Desde un enfoque epistemológico, la ingeniería y ciencias ambientales son por naturaleza interdisciplinarias; existiendo problemas ambientales que necesitan ser estudiados en forma integrada, considerando sus dimensiones ecológicas, sociales, económicas y tecnológicas, con el objeto de promover el desarrollo sostenible (DS). Este trabajo plantea un modelo de investigación que aborda la problemática de la sostenibilidad de la maricultura oceánica de peces en el Ecuador, particularmente de *S. rivoliana* y *L. guttatus*, incorporando la multidimensionalidad del tema en la planificación de las áreas para el desarrollo de los proyectos. En este contexto, se propone el siguiente procedimiento:



**1. Línea Base ambiental:** Levantamiento de la base de información (ambiental, normativa, social y económica) más relevante que caracterice el estado actual del mar ecuatoriano, con una orien-

tación a procesos de maricultura oceánica en ambientes confinados.

**2. Adaptabilidad de especies:** Evaluación de la adaptabilidad (Índice de Adaptabilidad) de las especies huayaibe (*Seriolarivoliaria*) y pargo (*Lutjanusguttatus*) a las condiciones ambientales que se presentarían en las jaulas, para distintas áreas del mar ecuatoriano.

**3. Áreas técnicamente viables:** Macro-zonificación con Índice de Aptitud para el desarrollo de la maricultura oceánica en Ecuador en base al análisis integrado de la información suministrada en el estudio de línea base y las zonas más apropiadas para las especies seleccionadas.

**4. Microzonificación:** Sobre la base de las áreas técnicamente viables, proposición de zonas apropiadas en base a consideraciones ecosistémicas y de sostenibilidad.

**5. Evaluación de sostenibilidad:** proposición de ES de la actividad, en base a Indicadores de Sostenibilidad ambiental, social, económica y de gobernanza, considerando, factores de producción y mercado, institucionalidad y posibles escenarios de riesgo.

Con la aplicación de este modelo, se aspira contribuir al desarrollo sostenible del margen marino - costero ecuatoriano, proponiendo un procedimiento para aplicar la ES en la gestión ambiental de la maricultura, permitiendo preservar la calidad ambiental marina, sin afectar las actividades de desarrollo. Los procesos planteados buscan resolver un problema importante en la toma de decisiones del Gobierno, puesto que su aplicación permitiría contar con una herramienta apropiada a los tomadores de decisiones de las distintas instituciones involucradas en el tema del otorgamiento de concesiones y control ambiental.

## Conclusiones

El desarrollo de la maricultura oceánica en Latinoamérica es irreversible. Las proyecciones de la FAO expresan que la demanda per cápita y consumo global de productos acuícolas marinos seguirá incrementándose.

El desarrollo de la actividad acuícola en el ambiente marino está asociado a problemas ambientales que requieren ser evaluados en un contexto ecosistémico.

Es necesario construir procedimientos aplicables al ambiente marino-costero generando metodologías de evaluación ambiental regional coherentes

con la evaluación ambiental de última generación ES.

La planificación de la maricultura oceánica en el Ecuador ha sido abordada casi exclusivamente desde la dimensión política. Su escaso desarrollo efectivo se explica porque no ha sido abordado suficientemente desde el componente científico-técnico. La propuesta planteada pretende aportar a ese desarrollo, como punto de partida para una planificación para la producción de peces en cautiverio en el mar.

Es posible y necesario evaluar la sostenibilidad ambiental de las proyecciones de desarrollo de la maricultura oceánica en volúmenes confinados de agua de las especies actualmente aprobadas pargo (*Lutjanusguttatus*) y huayaibe (*Seriolarivoliaria*) en el Ecuador, en base al análisis integrado de la oceanografía costera y la evaluación ambiental bajo un concepto de sistema ecológico y social.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia Tecnología e Innovación (SENESCYT) pues el presente trabajo se desarrolló en el marco del programa de becas Academia 2010. Del mismo modo se presenta un agradecimiento especial al Ing. Jimmy Candell S., Rector de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), por su decidido apoyo a la gestión de los becarios UPSE, en el exterior.

## Referencias bibliográficas

- (1) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura: Oportunidades y desafíos. Roma: FAO; 2014;253p. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>.
- (2) Halwart M, Soto D, Arthur JR (eds.) Acuicultura en jaulas – Estudios regionales y panorama mundial. Documento Técnico de Pesca No. 498. Roma: FAO; 2008; 255p.
- (3) Rojas A, Wadsworth S. Estudio de la acuicultura en jaulas: América Latina y el Caribe. En: M. Halwart, D. Soto y J.R. Arthur (eds). Acuicultura en jaulas –Estudios regionales y panorama mundial. Documento Técnico de Pesca No. 498. Roma: FAO; 2008. p. 73–104.
- (4) Mundo Acuícola Pesquero, 2008. Estructuras de alta tecnología para la acuicultura nacional (en línea). Consultado 3 jun. 2012. Disponible en <http://www.mundoacuicola.cl/>.
- (5) Correa R, Falconí F. 2012.Después de “Río+20”: Bienes ambientales y relaciones de poder. Revista de Economía Crítica 2008; 14: 257-

276. Disponible en web sitewww.revistaeconomia-critica.org.

(6) Benetti D. 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. Informe Final. Stratega BDS. Subsecretaría de Recursos Pesqueros 2010. Manta, Ecuador.

(7) Benetti D, Rivera J, Velarde E, Velasco M. Estudios básicos para instalar proyectos de maricultura oceánica en diez sitios cercanos a puertos pesqueros artesanales en el Ecuador. 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 BDS. Subsecretaría de Recursos Pesqueros 2010a. Manta, Ecuador.

(8) Benetti D, Rivera J, Velarde E, Velasco M. Línea base biológica, física, química, oceanográfica, cálculo de fetch, correntometría con ADCP, pruebas de anclas, cálculo ingeniería de jaula y de fondeo para el proyecto de maricultura oceánica en diez sitios cercanos a puertos pesqueros artesanales en el Ecuador. 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 BDS. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. 2010b. Manta, Ecuador.

(9) Benetti D, Rivera J, Velarde E, Velasco M. Modelo de factibilidad biológica, científica, técnica y ambiental para el proyecto de maricultura oceánica en diez sitios cercanos a puertos pesqueros artesanales en el Ecuador. 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 BDS. Subsecretaría de Recursos Pesqueros. 2010c. Manta, Ecuador.

(10) DOCAPES S.A., Proyecto Cobia. Estudio oceanográfico en el sector San Pedro – Playa Bruja para la producción de Cobia, *Rachycentron canadum* (Linnaeus, 1766), en Jaulas Flotantes. Ing. Luis Burgos & Luis F. Burgos. 2009; p 1-72.

(11) MARAMAR. Estudio básico de oceanografía para selección de sitios de prospección para maricultura oceánica de especies tropicales. Informe de consultoría de análisis de datos oceanográficos fuera de las 8 millas náuticas de la costa ecuatoriana, al norte de San Mateo – Manabí. MARAMAR. 2011; p 62.

(12) Mendo J. El cultivo de concha abanico en el Perú y el rol de los pescadores artesanales. Facultad de Pesquería. Universidad Nacional Agraria La Molina. Presentación en: XV Congre-

so Ecuatoriano de Acuicultura & Aquaexpo. 2013. Guayaquil.

(13) MAGAP, 2015. Instructivo para el ordenamiento, control de concesiones y fomento de las actividades de maricultura en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca Acuerdo Ministerial 023 (AM 023), emitido el 6 de febrero de 2015. 17p.

(14) Blacio E. Posibilidades de diversificación en la acuicultura ecuatoriana. *El Mundo Acuícola* 2002;8 (2). CENAİM. Guayaquil.

(15) Blacio, E y Álvarez, R. Propuesta de selección de especies de peces y moluscos para diversificación de la Acuicultura Marina. Fundación CENAİM-ESPOL. 2002. 62 p.

(16) Blacio E, Darquea J, Rodríguez S. Avances en el Cultivo de Huayaípe, *Seriolarivoliaria* (Valeciennes 1833), en las Instalaciones del CENAİM. *Mundo Acuícola* 2003;9(1).

(17) Blacio, E. Cultivo de huayaípe, *Seriolarivoliaria* en piscinas de tierra y piscinas cubiertas con geomembrana. CENAİM Informa. 2005. Boletín Informativo No. 123.

(18) CENAİM. Perspectivas de la Industria y Diversificación. Presentación en Reunión Industria - CENAİM. 2007. Guayaquil.

(19) Subsecretaría de Acuicultura. Reporte de las concesiones otorgadas para actividades de maricultura en el Ecuador. 2014.

(20) Naylor L, Goldberg R, Primavera J, NilsKautsky N, Beveridge M, Clay J, Folke C, Lubchencol J, MooneyH, TroelM. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature*. 2000;405. Disponible en: [www.nature.com](http://www.nature.com).

(21) Buschmann. Impacto Ambiental de la Acuicultura. *El Estado de la Investigación en Chile y el Mundo*. Terram Publicaciones; 2001: p 67.

(22) Vita R, Marín A, Madrid JA, Jiménez-Brinquis B, César A, Marín-GuiraoL. Impacto ambiental de la acuicultura en el bentos marino: experimentos de exclusión – inclusión. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr*. 2002; 18 (1-4): 75-86.

(23) González G, Brito A, Barquín J. Impactos provocados por los escapes de peces de las jaulas de cultivos marinos en Canarias. *VIERAEA* 2005; 33: 449-454.

(24) CIESM, 2007. Impact of mariculture on coastal ecosystems. *Ciesm Workshop Monographs* 32. Mónaco. 118 p.

(25) Sanz-Lázaro C, Marín A. Assessment of Finfish Aquaculture Impact on the Benthic Communities in the Mediterranean Sea. *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology*. Global Science Books. 2008. 21-32.

(26) Jensen Ø, Dempster T, Thorstad EB, Ugleml, Fredheim A. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention. *Aquaculture Environment Interactions* 2010; 1: 71–83.



(27) Sanz-Lázaro C, Belando M, Marín-Guirao L, Navarrete-Mier F, Marín A. Relationship between sedimentation rates and benthic impact on Maërl beds derived from fish farming in the Mediterranean. *Marine Environmental Research* –Elsevier 2011; 71: 22-30.

(28) Sanz-Lázaro C, Marín A. Diversity Patterns of Benthic Macrofauna Caused by Marine Fish Farming. *Diversity* 2011; 3: 176-199.

(29) GFCM, Indicators for the sustainable development of finfish Mediterranean aquaculture: highlights from the InDAM Project. *Studies and Reviews*. General Fisheries Commission for the Mediterranean. No. 90 Rome, FAO. 2011: 218 p.

(30) Páez A. El método ASSIPAC de Evaluación de la Sostenibilidad. *Revista Mad*. 2003. No.9. Departamento de Antropología. Universidad de Chile. Disponible en internet en <http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/mad/09/paper03.pdf>

(31) Acuicultura, 2013. Estadísticas. Cámara Nacional de Acuicultura. *Aquicultura*; 95: 48.

(32) Chávez Antón HL, ZuritaHerrera G. Análisis estadístico de la producción camaronera del Ecuador. Tesis de Grado de Ingeniería en Estadística Informática. 2000. Guayaquil: ESPOL.

(33) CNA, 2014. Estadísticas de producción de camarón de la Cámara Nacional de Acuicultura obtenidas. Disponible en: <http://www.cna-ecuador.com/comercio-exterior/estadisticas/camarón>.

(34) Chapin F.S. III, Folke C. y G. Kofinas, 2009. A Framework for Understanding Change. F. S. Chapin et al. (eds.), *Principles of Ecosystem Stewardship*. Springer Science + Business Media. p 3-28.

vi Enfermedad causada por el WSSV (virus del síndrome de la mancha blanca) y que produjo en el año 1999 el colapso de la acuicultura del camarón blanco en Ecuador.

## Notas

i Constitución de la República del Ecuador: Artículos 71, 72, 73, 397, etc.

ii Presidente de la República y ex - Secretario Nacional de Planificación y Desarrollo, respectivamente.

iii Acuerdo Ministerial 057 (23-11-2014): Instructivo para la categorización de especies bioacuáticas e inclusión en la lista de especies para acuicultura marina.

iv *Lutjanusguttatus* y *Seriolarivoli* son especies de peces aprobadas (Especies Permitidas) por el Instituto Nacional de Pesca para su cultivo en el Ecuador en sistemas de maricultura oceánica. Memorando Nro. MAGAP-INP-2014-1867-M. Guayaquil, 11 de abril de 2014

v Definido como la zona de interacción marino-costera.