

Desarrollo de Indicadores de Sostenibilidad para la Maricultura del Ecuador

Julio López Alvarado

Investigador Prometeo, Instituto Nacional de Pesca
Letamendi 102 y La Ría, Guayaquil, Ecuador
julio.lopez.alvarado@outlook.com

Fecha de recepción: 12/02/16 - Fecha de aceptación: 26/02/16
DOI: <http://dx.doi.org/10.19239/riidv1n1p20>

Resumen: En el Ecuador ha existido un gran desarrollo de la acuicultura principalmente relacionada con el cultivo del camarón y la tilapia. Estas especies se han producido tradicionalmente en estanques y piscinas construidas en áreas terrestres. El cultivo de especies bioacuáticas en tierra firme tiene un gran impacto social, económico y ambiental por ocupar una gran extensión de terreno, normalmente en áreas ecológicamente sensibles. Una posibilidad para ampliar la producción de peces sin aumentar la ocupación de terreno y causar un bajo impacto ambiental es la producción de peces en jaulas, adoptando para ello tecnologías utilizadas con éxito en otros lugares del mundo. Este trabajo se analiza la situación actual de la maricultura (cultivo en mar abierto de peces y otros organismos acuáticos) en el Ecuador, así como el desarrollo de indicadores de sostenibilidad que sirvan para el desarrollo sostenible de este sector productivo en el país.

Palabras clave: sostenibilidad, maricultura, desarrollo sostenible, indicadores, Ecuador

Title: Development of Sustainability Indicators for the Mariculture of Ecuador

Abstract: Aquaculture in Ecuador has had an important development, mainly related to shrimp and tilapia culture. These species have been traditionally produced in ponds built on land. The cultivation of aquatic species on land has a large social, economic, and environmental impact, since this activity occupies large extensions of land, usually on ecologically sensible areas. An alternative to increase aquatic production without increasing the use of land and causing a low environmental impact could be the production of fish and shrimp in offshore cages, adapting technologies already used with success in other places. The present paper analyses the situation of mariculture (the cultivation of fish and other aquatic animals in open sea) in Ecuador, as well as the development of sustainability indicators that will serve for the sustainable development of this sector in the country.

Keywords: sustainability, mariculture, sustainable development, indicators, Ecuador

1. Introducción

La acuicultura es uno de los medios por los que se puede aumentar la producción de alimentos para la humanidad de una forma sostenible. Es muy importante que el desarrollo de este nuevo sector se haga planificando desde un principio la sostenibilidad del sistema. El tema es de gran actualidad en grupos importantes de investigación a nivel mundial, con un número de equipos interdisciplinarios que estudian la producción sostenible y buenas prácticas en maricultura. La acuicultura mundial está dominada por especies de alto valor comercial (langostino, salmón) y un número de especies cultivadas offshore (en mar abierto, cobia, dorada, lubina).

En Ecuador la acuicultura en tierra ha tenido un gran desarrollo durante los últimos 40 años, sobre todo en el cultivo del camarón (langostino) y de la tilapia (peces) en estanques de tierra.

El sector de la acuicultura en el Ecuador comenzó de forma fortuita a finales de los años 60, cuando un grupo de agricultores en la Provincia de El Oro observaron que en estanques costeros crecía camarón que accidentalmente había entrado en ellos. En los años 70 comenzó la expansión de estos cultivos en El Oro, y en 1974 ya había 600 hectáreas en producción (FAO, 2005). La producción de camarón creció con fuerza durante los años 80, convirtiéndose

Volumen 1 Número 1, Enero-Marzo 2016

www.riid.tk

Licensed Under [Creative Commons Attribution CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Ecuador en el primer exportador mundial de camarón (Hirono, 1983). A finales de los 80 y principios de los años 90 la industria fue afectada por las enfermedades de los síndromes de la gaviota y de Taura, que causaron altas mortalidades en los cultivos, por lo que el país perdió su primacía mundial y fue superado por los productores asiáticos (Brock, 1997). La producción acuícola se recuperó durante la segunda mitad de la década de los 90, alcanzando nuevas cifras record de producción. A partir del año 1999, con el surgimiento del Síndrome de la Mancha Blanca, la producción disminuyó drásticamente, en más de un 60 %. Fue durante este periodo que muchos dejaron de producir, circunstancias en que unos camaroneros se plantearon el cultivo de la tilapia, para aprovechar la infraestructura desocupada: piscinas, estanques y plantas de alimentos balanceados. La producción camaronera se recuperó durante la segunda mitad de la década de los 2000, estando en la actualidad (2014) en cifras record de producción (Figura 1).

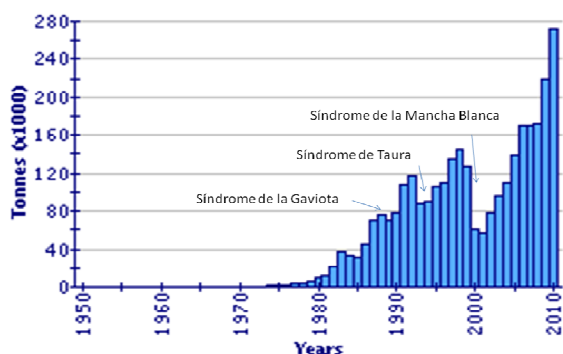


Figura 1. Producción de la acuicultura reportada en Ecuador (a partir de 1950) (FAO Fishery Statistics)

Actualmente están en producción aproximadamente 213.000 hectáreas de granjas acuícolas dedicadas a la producción de camarón y tilapia (Lombeida, comunicación personal), produciéndose anualmente más de 300.000 toneladas de productos acuícolas con un valor de mercado superior a los 1.500 millones de dólares (FAO, 2015). El camarón se ha consolidado como el segundo producto no petrolífero de exportación, superado tan sólo por el banano, aunque existen reportes recientes que indican para el año 2014 el camarón prácticamente igualo al banano en valor de las exportaciones, y se colocará en el primer lugar este año (Banco Central del Ecuador, 2015).

Sin embargo, la producción acuícola, tal como se ha desarrollado en el Ecuador, ha generado un alto costo ecológico, si consideramos que para su desarrollo se construyeron piscinas en zonas inundables de la costa, en un principio en salinas y salitrales; pero que a medida que la actividad fue expandiéndose, y al demostrarse que era una

actividad rentable, se comenzó a talar manglares para construir nuevas camaroneras. Los manglares son bosques pantanosos que conforman ecosistemas costeros, con importante relevancia en los aspectos sociales, culturales, económicos, biológicos y ecológicos. Estos se desarrollan en zonas costeras tropicales, y son un área de transición entre tierra firme y mar abierto. Estos ecosistemas sirven como área de cría para muchas especies estuarinas, tanto de organismos acuáticos como de aves, formando una parte importantísima en los ciclos reproductivos de muchas especies de interés comercial. Estas zonas son muy productivas, ya que en su interior se atrapan y reciclan los nutrientes procedentes de los ríos. El manglar actúa además como un medio para evitar la erosión costera, y da un modo de vida a muchas familias pescadoras y recolectoras de recursos marinos y estuarinos.

La gran expansión de la actividad acuícola ha causado un impacto sobre los ecosistemas de manglares. Si el país quiere tener un desarrollo sostenible, es necesario implementar métodos de producción alternativos, que sean más respetuosos con el ambiente, especialmente con ecosistemas importantes como los manglares. Con el fin de diversificar la producción acuícola en el Ecuador, se han realizado además proyectos de producción de *Litopenaeus stylirostris* (Cun, 1982), *Sciaenops ocellatus* (Guartatanga *et al.*, 1993), *Seriola rivoliana* (Blacio *et al.*, 2003), así como langostas de los géneros *Cherax quadricarinatus* y *Procambarus clarkii* (Naranjo-Páramo *et al.*, 2004), pero que no contaron con una sostenibilidad por diferentes causas técnicas y biológicas.

Durante el 2002, como consecuencia de los efectos del virus “Mancha Blanca”, también se aplicaron alternativas de producción de camarón como el cultivo en invernaderos que permitía disminuir el recambio de agua y mantener constante un nivel de temperatura, así como el sistema denominado “tierra adentro”, que consistía en el cultivo de camarón a salinidades mínimas con agua proveniente de pozo de agua dulce o ríos en las provincias de Manabí y Guayas en zonas agrícolas.

En lo que concierne a Moluscos se han realizado cultivos artesanales de ostras y conchas, pero a menor escala en la franja central de la costa, así como de experiencias preliminares de macroalgas en camaroneras, pero sin llegar a niveles de producción intensiva.

Con el objetivo de hacer que la actividad acuícola sea sostenible, no dependiendo de recambios de agua, y eliminar o reducir al mínimo el impacto sobre los ecosistemas costeros, la maricultura se ha dilucidado como una

alternativa de producción. Este sistema de producción se basa en el cultivo, manejo y cosecha de organismos marinos en su hábitat natural, confinados a encierros especialmente contruidos en mar abierto (jaulas, corrales, encerramientos). La maricultura en jaulas es una tecnología de producción acuícola relativamente nueva. Aunque existen referencias de cultivos acuícolas en estanques en China, hace mas de 4.000 años, las primeras referencias de jaulas para el transporte y mantenimiento de peces vivos tiene apenas unos 200 años. Sin embargo, se puede decir que los orígenes de la maricultura moderna se encuentran en los trabajos pioneros realizados en Escocia y Noruega en los años 70. En la actualidad, esta tecnología ha adquirido un peso importante en la producción acuícola mundial. Las principales especies cultivadas a nivel mundial son especies de alto valor económico (salmón, trucha arcoíris, seriola, dorada roja, dorada, lubina, cobia) así como un número cada vez más abundante de peces omnívoros (carpas, tilapias, bagres). Existe una gran variedad de sistemas de cultivo utilizados en la actualidad, desde sistemas artesanales típicos de países asiáticos, hasta sistemas altamente tecnificados utilizados en Europa y las Américas (Tacon y Halwart, 2007). Basados en la información disponible, los principales países productores de peces en jaulas son Noruega (652.000 toneladas), Chile (588.000 toneladas), Japón (273.000 toneladas), Reino Unido (136.000 toneladas), Vietnam (126.000 toneladas), Canadá (98.000 toneladas), Turquía (79.000 toneladas), Grecia (76.000 toneladas), Indonesia (67.000 toneladas) y Filipinas (66.000 toneladas).

En la región de América latina y el Caribe, el sector de la acuicultura se ha convertido en años recientes en una actividad comercial importante, con presencia en 31 de los 44 países de la región, y empleando a más de 200.000 personas. En cuanto a la acuicultura en jaulas, la gran mayoría de las jaulas en América latina están en Chile, para la producción de salmónidos. El otro grupo de peces de amplio cultivo en la región es la tilapia, que incluye algunas especies e híbridos. Según los reportes más recientes, apenas el 10 % de la tilapia producida en América latina ha sido producida en jaulas (Rojas y Wadsworth, 2007), aunque se espera que esta proporción aumentará a más del 30 %. La tilapia actualmente se cultiva en jaulas en México, Brasil, Colombia, Honduras, Costa Rica, Nicaragua y Cuba. Además de la tilapia, existen cultivos comerciales de atún en México y de cobia en Panamá, Belize, Colombia y Brasil.

Hasta la fecha no se ha desarrollado en Ecuador indicadores de sostenibilidad para la industria acuícola, pero si se ha hecho en otros países como España. Considerando el momento histórico del desarrollo de la maricultura en el país,

y la necesidad de hacer que este desarrollo se haga de una forma sostenible, es relevante y adecuado el desarrollo de este tipo de estudios, de los cuáles hay una ausencia completa en el país.

2. Análisis DAFO

En la Tabla 1 se resume un análisis DAFO del sector de la acuicultura en el Ecuador (tomado de López-Alvarado et al., 2014). En este análisis se identifican algunas de las características del sector acuícola de Ecuador que nos servirán para elaborar indicadores de sostenibilidad específicos para este sector económico de este país. Destacan por su interés en sostenibilidad la escasa diversificación de los productos acuícolas, la inexistencia de una estrategia de imagen sectorial, la creciente competencia por el espacio en las zonas de uso litoral, crecientes requisitos ambientales, riesgos ambientales por alteraciones del medio, y el riesgo de robos y atracos, esto último muy relacionado con la sostenibilidad social.

Tabla 1. Análisis DAFO del sector de la acuicultura en el Ecuador.

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones climáticas adecuadas para la cría de un amplio rango de especies - Existencia de potencial tecnológico para la diversificación de especies y productos - Percepción de los productos acuáticos como un alimento saludable - Capacidad de ofertar al mercado productos de calidad homogénea durante todo el año - Alta calidad de producción - Elevada proyección internacional del know-how tecnológico - Posición de dominancia a nivel internacional en relación a la producción en determinadas especies - Precio del producto competitivo - Canales de distribución bien desarrollados - Elevado número de centros de I+D+i - Actividad generadora de empleo en zonas rurales y litorales 	<ul style="list-style-type: none"> - Productos acuáticos procedentes de capturas estabilizados y/o en retroceso - Implementación efectiva en el sector de marcas colectivas de calidad - Desarrollo de nuevos productos y servicios de valor añadido - Mercado de productos transformados en crecimiento en todo el mundo. - Posibilidad de acceso a la I+D+i. - Elevado potencial en la diversificación de especies - Vinculación del sector con actividades de ocio y turismo. - Consideración gubernamental de la acuicultura como sector estratégico - Nuevo mercado potencial de productos orgánicos y con otras certificaciones
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> - Escasa diversificación de los productos - Inexistencia de una estrategia de imagen y comunicación sectorial - Excesiva diversidad y complejidad legislativa - Falta de coordinación entre agentes de I+D+i y empresas - Falta de dimensión empresarial - Reducido número de centros de cría y alevinaje para determinadas especies - Elevado cash-flow inmovilizado en las empresas - Dificultad para acceder a la I+D+i pequeñas empresas - Escasez de canales de comunicación con el consumidor 	<ul style="list-style-type: none"> - Creciente competencia por el espacio en la zona litoral. Conflictos de uso - Reducida integración de la actividad en la gestión integrada de la zona costera - Crecientes requisitos ambientales, sanitarios y de bienestar animal para los productores - Riesgos sanitarios. Aparición de nuevas epizootias - Riesgos ambientales por alteraciones del medio - Desconocimiento de los efectos del cambio climático sobre el sector - Mercado de productos acuáticos muy atractivo para terceros países - Escaso conocimiento de los medios de comunicación. Reducido número de informaciones positivas - Riesgos de robos, atracos etc.

3. Antecedentes

La acuicultura es una actividad productiva que por su naturaleza tiene un impacto en el medio, al utilizar alimentos altos en nutrientes, capaces de eutrofizar el medio ambiente. Sin embargo, esta técnica de producción de alimentos es la única que podría garantizar la sostenibilidad a largo plazo de alimentos acuícolas para consumo humano. Gestionada adecuadamente, la acuicultura puede ser una forma de producción económica y ecológica. En Europa ya existen estudios sobre el desarrollo sostenible de la acuicultura, y el desarrollo de indicadores de sostenibilidad específicos para este sector. En concreto, se han identificado para la acuicultura mediterránea los siguientes indicadores de sostenibilidad (FOESA, 2010, 2011):

- Dimensión económica:
 - o Nivel de rendimiento económico, Indicador: evolución precio de venta por kg/coste de producción por kg
 - o Nivel de deuda, Indicador: autosuficiencia
 - o Nivel de diversificación del producto, Indicador: número de productos a la venta
- Dimensión ambiental:
 - o Nivel de la huella ecológica, Indicador: entradas/salidas
 - o Nivel de la huella de carbono, Indicador: energía
 - o Uso de certificaciones y buenas prácticas, Indicador: cumplimiento con estándares ambientales
- Dimensión socio-territorial:
 - o Nivel de condiciones laborales, Indicador: existencia de políticas preventivas
 - o Nivel de contribución al empleo local, Indicador: empleo local
 - o Imagen de la acuicultura: Indicador: existencia de mecanismos de comunicación

Otros indicadores de sostenibilidad mencionados por SustainAqua (2009) son:

- Eficiencia energética
- Abastecimiento de agua
- Eficacia de utilización de nutrientes
- Tiempo de trabajo por kilo de producto

Aunque los indicadores de sostenibilidad se han desarrollado durante la última década, las bases para estos criterios se han ido aplicando y desarrollando durante los últimos 20 años. Factores identificados como importantes para la sostenibilidad ambiental de piensos para peces son el índice

de conversión (FCR), el contenido total de fósforo y nitrógeno de las dietas, y las estrategias de alimentación (López-Alvarado, 1997). Un adecuado balance de nutrientes en la dieta incide en un mejor aprovechamiento del alimento por los peces; esto no sólo mejora el crecimiento y el rendimiento económico, sino que también reduce las excreciones de nitrógeno y fósforo al ambiente por parte de los organismos cultivados (López-Alvarado, 1995). Una adecuada selección de las materias primas tendrá también un impacto en la digestibilidad y palatabilidad de las dietas, que finalmente afectará la ingestión y aprovechamiento (López-Alvarado y Kanazawa, 1997), y por lo tanto el impacto sobre el ambiente.

4. Metodología y muestra

Partiendo de indicadores de sostenibilidad desarrollados para la acuicultura mediterránea (FOESA, 2010, 2011), se realizó un estudio específico de las condiciones locales del Ecuador (económicas, sociales y ambientales) para desarrollar indicadores específicos para la sostenibilidad de la acuicultura en Ecuador.

Una vez estudiadas las variables desarrolladas para el entorno Mediterráneo, se contrastaron con las peculiaridades sociales, económicas y ecológicas del país objeto de estudio, para pasar a desarrollar y describir indicadores que sean útiles y específicos para el sector de la acuicultura en Ecuador.

Objetivos específicos:

1. Identificar y caracterizar tres indicadores de sostenibilidad económicos específicos de la Maricultura del Ecuador
 2. Identificar y caracterizar tres indicadores de sostenibilidad ambientales específicos de la Maricultura del Ecuador
 3. Identificar y caracterizar tres indicadores de sostenibilidad social específicos de la Maricultura del Ecuador
 4. Elaborar recomendaciones de buenas prácticas para el desarrollo sostenible de la maricultura en Ecuador
- Se pretende seguir como guía los trabajos citados en esta propuesta, pero adaptándose a la realidad del país en estudio, identificando para ello indicadores relevantes en el país estudiado.

Los indicadores seleccionados y definidos deben poder ser de aplicación en cualquier tipo de instalación acuícola y en cualquier lugar del país. Se han tratado de identificar aquellos indicadores más apropiados para evaluar la sostenibilidad de la actividad acuícola en el Ecuador, valorando que la obtención de los datos necesarios para su

cálculo, no suponga un excesivo trabajo de campo, ni un requerimiento más para las empresas acuícolas. Se ha seleccionado la metodología de Principio-Criterio-Indicador (PCI) como método indispensable y fundamental para establecer las relaciones entre los indicadores y los principios dentro del marco correspondiente. Además, el criterio para seleccionar los indicadores deberá seguir los definidos como SMART: Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y comprometidos con el Tiempo.

Los indicadores son herramientas de comunicación que sirven para cuantificar y simplificar la información para volverla comprensible ante una audiencia determinada. Son herramientas de seguimiento, de evaluación, de previsión y de ayuda a la decisión (Madec, 2003). Los indicadores tienen un valor especial al ser valores que sintetizan en un valor algo más complejo. Tienen además un valor como herramienta de comunicación, y pueden ser ordenados en un rango.

El indicador se enmarca en una cadena lógica que comienza en unos principios generales; estos principios se formulan a partir de verbos de acción del tipo “contribuir a” “asegurarse de” “mejorar” etc.

Los indicadores económicos utilizados en el Mediterráneo en teoría pueden ser calculados obteniendo datos de las cuentas anuales de empresas publicadas en el Registro Mercantil, por lo que no es necesaria la colaboración de las empresas respondiendo cuestionarios. Esto facilita la elaboración de los indicadores y le da una mayor objetividad. En el caso de Ecuador, estos datos no están tan fácilmente disponibles, y para la elaboración de indicadores que sean fáciles de calcular será necesario acudir a las encuestas o idear nuevos indicadores.

En el caso de los indicadores ambientales, el indicador de nivel de la huella ecológica puede ser fácilmente adaptado al Ecuador, ya que las empresas suelen tener un buen registro de entradas de pienso y juveniles, así como de los kilos producidos y la productividad por área ocupada. El indicador de la huella de carbono también podría ser adaptado al Ecuador, así como el indicador del cumplimiento con los estándares ambientales.

5. Desarrollo de indicadores de sostenibilidad específicos para la acuicultura del Ecuador

A continuación se describen nueve indicadores de sostenibilidad desarrollados a partir de referencias en el

Mediterráneo, y adaptados a las características geográficas, sociales y económicas del Ecuador.

1. Identificación y caracterización de tres indicadores de sostenibilidad económicos específicos de la Maricultura del Ecuador.

Como se mencionó anteriormente, se utilizará la metodología de Principio-Criterio-Indicador (PCI) como método indispensable y fundamental para establecer las relaciones entre los indicadores y los principios dentro del marco correspondiente.

Indicador 1:

Principio: fortalecer la gestión económica de la empresa

Criterio: nivel de rendimiento económico

Indicador: evolución del precio de venta por kg/ coste total por kg producido

Justificación: El indicador analiza la evolución del precio de venta por kg, valorando como más sostenible que la rentabilidad se mantenga estable tanto en el corto plazo (de un año a otro), como a medio plazo (en los últimos tres años).

Formulas de cálculo:

Fórmula 1. Evolución de la rentabilidad a 1 año

$$\frac{\text{Precio 1ª venta por kg Año 1} / \text{coste por kg producido Año 1}}{\text{Precio 1ª venta por kg Año 0} / \text{coste por kg producido Año 0}}$$

Fórmula 2. Evolución rentabilidad a 3 años

$$\frac{\text{Precio 1ª venta por kg Año 3} / \text{coste por kg producido Año 3}}{\text{Precio 1ª venta por kg Año 0} / \text{coste por kg producido Año 0}}$$

Calculo de indicadores según Tabla 2.

Tabla 2: Calculo del indicador 1:

Rentabilidad en 1 año (formula 1)	Puntuación	Rentabilidad en 3 años (formula 2)	Puntuación
>1	3	Si aumenta: +2	5
		Si estable: +1	4
		Si disminuye: +0	3
= 1	2	Si aumenta: +2	4
		Si estable: +1	3
		Si disminuye: +0	2
< 1	1	Si aumenta: +2	3
		Si estable: +1	2
		Si disminuye: +0	1

Obtención de datos:

Las empresas podrán obtener y facilitar estos datos anualmente. Los datos se obtendrán por medio de encuestas.

Indicador 2:

Principio: Fortalecer la gestión financiera de la empresa

Criterio: Nivel de deuda

Indicador: Autosuficiencia

Justificación: El endeudamiento, en condiciones de crecimiento de las ventas y tasas de interés razonables puede ser muy provechoso para las compañías, al igual que pernicioso en momentos difíciles. Mientras mayor es el endeudamiento menor es la solvencia, pero mayor puede ser su rentabilidad.

Fórmula de cálculo: Tabla 3.

Tabla 3. Calculo de nivel de deuda según Ratio de endeudamiento = Capital propio (US\$)/Deudas totales (US\$)

ratio	puntuación
0,5-0,6	5
>0,6	3
<0,5	1

Obtención de datos:

En el registro mercantil se podrán obtener las hojas del balance económico de las empresas acuícolas

Indicador 3:

Principio: Aumentar la capacidad de adaptación para afrontar incertidumbres y crisis

Criterio: Nivel de diversificación del producto

Indicador: Número de productos a la venta

Nº especies producidas: 1, >1

Nº productos (fresco entero, fileteado, congelado, ahumado, eviscerado, tamaños de venta): 1, >1

Justificación: La diversidad de especies cultivadas, así como el número de productos que es capaz de llevar al mercado una misma empresa pueden indicar la capacidad de la misma para afrontar épocas de crisis, en las que la empresa tendrá más posibilidades de asegurar su futuro si dispone de más productos que ofrecer al mercado. La diversificación del producto también puede aumentar la capacidad de adaptación de la empresa a nuevos mercados o a menos requisitos de los consumidores.

Fórmulas de cálculo, Tabla 4.

Tabla 4: calculo de indicadores de diversificación.

Nº especies	Nº productos	puntuación
1	Nº productos=nº especies	1
	Nº productos>nº especies	2
>1	Nº productos=nº especies	3
	Nº productos>nº especies	4
	Nº productos > 2 x nº especies	5

Obtención de datos:

Las empresas deberán facilitar u obtener estos datos anualmente.

2. Identificación y caracterización tres indicadores de sostenibilidad ambientales específicos de la Maricultura del Ecuador

Indicador 1:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella ecológica

Indicador: Entradas (kg pienso)/Salidas (kg producidos)

Justificación: El índice de conversión (IC) se define como la cantidad de kgs de pienso que hay que suministrar al animal para que engorde un kg. Este indicador pretende un aprovechamiento más eficaz del pienso, que contribuirá también a mejorar la huella ecológica sobre el medio.

Fórmula de cálculo: entrada (kg de pienso)/ salida (kg pescado). Cálculo según Tabla 5.

Tabla 5. Calculo de primer indicador ambiental.

Indice de conversión (IC)	puntuación
<1	5
1-1,5	4
1,5-2	3
2-2,5	2
>2,5	1

Obtención de datos:

Los datos podrán ser facilitados por las empresas.

Indicador 2:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella ecológica

Indicador: rendimiento por hectárea

Justificación: en el Ecuador, la acuicultura tradicionalmente ha ocupado grandes extensiones de terrenos para la construcción de piscinas y estanques de cultivo. Estas instalaciones suelen estar ubicadas en terrenos costeros, y

muy frecuentemente implican la tala de manglar y/o la ocupación de zonas costeras con ecosistemas sensibles. La utilización de grandes extensiones de terreno implica una mayor huella ecológica. Este indicador tendrá en cuenta el rendimiento por hectárea, como un medio para disminuir la huella ecológica.

Fórmula de cálculo: según Tabla 6.

Tabla 6. Calculo de segundo indicador ambiental.

Producción	puntuación
>2500 kg/hectárea y año	4
500-2500 kg/hectárea y año	3
<500 kg/hectárea y año	2
Granja construida en zona de manglares	-1
Plus offshore (jaulas)	+1

Obtención de datos:

Los datos podrán ser facilitados por las empresas.

Indicador 3:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella de carbono

Indicador: energía

Justificación: a través de este indicador, se impulsa la eficiencia y responsabilidad en el consumo energético y transporte, además de concienciar al productor para que adopte medidas compensatorias del gasto energético minimizando la huella de carbono, mediante el uso de energías consideradas renovables (eólica, solar, hidráulica, etc.) y por lo tanto más sostenibles.

Fórmula de cálculo:

Paso 1.

¿Produce usted, en su granja, su propia energía renovable (solar, eólica, etc.)?

No.

¿Compra y consume energía renovable de otra empresa?

No (0)

Sí >50% (2)

Si <50% (1)

Sí. ¿Qué porcentaje produce?

>50% (3)

<50% (2)

Paso 2.

¿Realiza un estudio de la huella de carbono producido por su granja o empresa?

Sí (+1)

No (+0)

Plus:

¿Cuenta su instalación/empresa con una estrategia o planificación para disminuir el consumo de energía u otras medidas de minimización?*

Sí (+1)

No (+0)

*Medidas de minimización:

1. Uso de energías renovables

2. Uso bombillas bajo consumo

3. Uso gasoil de bajo octanaje

4. Realización de compostaje

5. Plantación de árboles autóctonos

6. Instalación de estructuras generadoras de biomasa (arrecifes...)

7. Otras medidas

Obtención de datos:

Los datos podrán ser facilitados anualmente por las empresas.

3. Identificación y caracterización tres indicadores de sostenibilidad social específicos de la Maricultura del Ecuador

Indicador 1:

Principio: Responsabilidad social corporativa

Criterio: Nivel de condiciones laborales

Indicador: Existencia de políticas preventivas en materia de seguridad

Justificación: Este indicador es fundamental para evitar que los trabajadores puedan sufrir cualquier tipo de daño, ya que garantiza la seguridad y salud en el lugar de trabajo. Cuando se produce un accidente, lesión o infracción, la empresa debe registrarlo y adoptar medidas correctivas para identificar las causas, subsanarlas y actuar evitando que vuelva a suceder.

Fórmula de cálculo:

Paso 1.

¿Existen políticas preventivas en materia de seguridad?

No (1)

Sí (2) ¿Existe un seguro contratado que cubra el 100% de los gastos ocasionados al empleado?

No (+0)

Sí (+1)

Paso 2.

¿Los empleados reciben formación en materia de seguridad y salud laboral?

No (+0)

Sí (+1) ¿Con que frecuencia?

Más de 1 vez al año (+1)

Menos de 1 vez al año (+0)

Obtención de datos:

Los datos podrán ser facilitados anualmente por las empresas.

Indicador 2:

Principio: Fortalecer el papel de la acuicultura en el desarrollo local

Criterio: Nivel de contribución al empleo local

Indicador: Empleo local

Justificación: Se considera importante que el productor o empresario tenga en consideración la contratación de personal local. Si además existe un equilibrio entre el número de empleados de fuera que aporten nuevos conocimientos y experiencias a la empresa y el de empleados locales también se considera bueno para la empresa a largo plazo.

Fórmula de cálculo

$(N^{\circ} \text{ empleados locales} / n^{\circ} \text{ total empleados granja}) * 100$

Paso 1.

¿Qué % de empleados son locales?

>70% (3)

30-70% (2)

<30% (1)

Paso 2.

¿Rotación de los empleados o duración en sus puestos?

<1 año (+0)

1-3 años (+1)

>3 años (+2)

Obtención de datos:

La empresa deberá facilitar estos datos en forma de % de empleados locales, nacionales o extranjero, así como la duración media de los contratos. Estos datos se recogerán anualmente.

Indicador 3:

Principio: Fortalecer el papel de las organizaciones sectoriales en mejorar la imagen, concienciación social y responsabilidades

Criterio: Imagen de la acuicultura

Indicador: Existencia de mecanismos de comunicación

Justificación: La transparencia y comunicación a la ciudadanía de la actividad acuícola que se desarrolla en una determinada localidad es considerada en la actualidad uno de los aspectos más importantes sobre los que se deben hacer especiales esfuerzos. Es de sobra conocido que para una buena parte de la sociedad, la acuicultura es una actividad desconocida y que provoca cierto rechazo. Este indicador pretende fomentar la adopción y realización de acciones de concienciación y comunicación que permita una mejora del conocimiento y de la imagen de esta actividad desde el punto de partida inicial que es la propia granja.

Fórmula de cálculo:

Paso 1.

¿Se realizaron acciones de comunicación y transparencia antes de la instalación de la granja?

Sí (2)

No (1)

Paso 2.

¿Se desarrollan planes de acciones de comunicación que promuevan la transparencia de la granja/empresa (ej. visitas instalaciones, folletos, charlas, participación en ferias, etc.)?

Sí (+1)

No (+0)

Paso 3.

¿Cumple con un plan de Responsabilidad Social Corporativa (ej. patrocinio, limpieza playas, etc.)?

Sí (+1)

No (+0)

Plus:

¿Cómo considera que su granja/empresa está valorada en la comunidad local?

Positivamente (+1)

Negativamente (+0)

Obtención de datos:

Los datos podrán ser facilitados anualmente por las empresas.

6. Resultados

Para la validación de los indicadores de sostenibilidad desarrollados, se realizó un taller de trabajo en el Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador, con representantes del sector acuícola del país. El objetivo de este taller fue, no obtener resultados exactos de empresas, sino validar la utilidad de los indicadores desarrollados. Para ello, en la primera parte del taller se expusieron los conceptos de sostenibilidad y los indicadores desarrollados en este trabajo, y en una segunda parte, se realizó una encuesta en la que cada participante respondía en nombre de su empresa.

Los resultados de estas encuestas se consolidaron en valores medios, y estos valores se utilizaron como material de discusión y validación de los indicadores desarrollados.

Los resultados de las encuestas están reflejados en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de las encuestas para la elaboración de los indicadores de sostenibilidad.

Sostenibilidad Económica	promedio	Desviación estándar
Indicador 1	3,6	1,7
Indicador 2	3,4	0,9
Indicador 3	2,4	1,1
Total sostenibilidad económica	9,4	3,0
Sostenibilidad Ambiental		
Indicador 1	3,2	1,3
Indicador 2	2,8	1,1
Indicador 3	1,4	0,9
Total sostenibilidad ambiental	7,4	2,5
Sostenibilidad Social		
Indicador 1	2,6	1,5
Indicador 2	4,4	0,5
Indicador 3	4,2	0,8
Total sostenibilidad social	11,2	2,2
TOTAL	28	2,5

Nota: aunque en las encuestas y cálculos todos los indicadores se calcularon con valores enteros entre 1 y 5, en la tabla aparecen por confidencialidad valores medios de todas las empresas, por lo que se han promediado usando un decimal.

Resultados de sostenibilidad económica:

Indicador 1:

Principio: fortalecer la gestión económica de la empresa
Criterio: nivel de rendimiento económico

Indicador: evolución del precio de venta por kg/ coste total por kg producido

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 5, con un valor promedio de 3,6. Este valor corresponde a un valor intermedio entre acercamiento a la sostenibilidad (3) y próximo a la sostenibilidad (4). Este resultado indica en líneas generales una tendencia positiva en la evolución de la rentabilidad económica.

Indicador 2:

Principio: Fortalecer la gestión financiera de la empresa

Criterio: Nivel de deuda

Indicador: Autosuficiencia

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 3 y 5, con un valor promedio de 3,4. Este valor corresponde a un valor intermedio entre acercamiento a la sostenibilidad (3) y próximo a la sostenibilidad (4). Este resultado indica un nivel de autosuficiencia que tiende a la sostenibilidad financiera.

Indicador 3:

Principio: Aumentar la capacidad de adaptación para afrontar incertidumbres y crisis

Criterio: Nivel de diversificación del producto

Indicador: Número de productos a la venta

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 4, con un valor promedio de 2,4. Este valor corresponde a un valor intermedio entre alejado de la sostenibilidad (2) y acercamiento a la sostenibilidad (3), indicando la necesidad de aumentar el número de especies y productos en la acuicultura del Ecuador.

En su conjunto, las empresas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad económica de 9,4, lo que indica un acercamiento a la sostenibilidad económica de estas empresas.

Resultados de sostenibilidad ambiental:

Indicador 1:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella ecológica

Indicador: Entradas (kg pienso)/Salidas (kg producidos)

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 4, con un valor promedio de 3,2. Este valor corresponde aproximadamente a acercamiento a la sostenibilidad (3),

indicando que se está en un buen camino para conseguir la sostenibilidad ambiental.

Indicador 2:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella ecológica

Indicador: rendimiento por hectárea

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 4, con un valor promedio de 2,8. Este valor es ligeramente inferior al acercamiento a la sostenibilidad (3), indicando que es necesario mejorar para conseguir la sostenibilidad ambiental.

Indicador 3:

Principio: Mantener los bienes y servicios que el ecosistema ofrece a la acuicultura

Criterio: Nivel de la huella de carbono

Indicador: energía

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 3, con un valor promedio de 1,4. Este valor corresponde a un valor intermedio entre insostenible (1) y alejado de la sostenibilidad (2) indicando que es necesario mejoras drásticas para conseguir la sostenibilidad ambiental.

En su conjunto, las empresas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad ambiental de 7,4, lo que indica un valor intermedio entre alejado de la sostenibilidad y acercamiento a la sostenibilidad. Es necesario trabajar más en el aspecto ambiental de la sostenibilidad de las empresas de acuicultura en el Ecuador.

Resultados de sostenibilidad social:

Indicador 1:

Principio: Responsabilidad social corporativa

Criterio: Nivel de condiciones laborales

Indicador: Existencia de políticas preventivas en materia de seguridad

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 1 y 4, con un valor promedio de 2,6. Este es un valor intermedio entre alejado de la sostenibilidad (2) y acercamiento a la sostenibilidad (3) indicando la necesidad de mejoras en las condiciones laborales de estas empresas.

Indicador 2:

Principio: Fortalecer el papel de la acuicultura en el desarrollo local

Criterio: Nivel de contribución al empleo local

Indicador: Empleo local

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 4 y 5, con un valor promedio de 4,4. Este es un valor intermedio entre próximo a la sostenibilidad (4) y sostenible (5), indicando un importante papel de la acuicultura en el fortalecimiento del desarrollo local.

Indicador 3:

Principio: Fortalecer el papel de las organizaciones sectoriales en mejorar la imagen, concienciación social y responsabilidades

Criterio: Imagen de la acuicultura

Indicador: Existencia de mecanismos de comunicación

Los valores obtenidos en este indicador oscilaron entre 3 y 5, con un valor promedio de 4,2. Según este indicador, las empresas están próximas a la sostenibilidad en cuanto a la imagen de estas.

En su conjunto, las empresas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad social de 11,2, lo que indica un valor próximo a la sostenibilidad. Es necesario mejorar aspectos de la sostenibilidad social como son las medidas de prevención de riesgos laborales.

Valoración global de la sostenibilidad de las empresas de acuicultura en el Ecuador

La suma de los nueve indicadores de sostenibilidad desarrollados para las empresas de acuicultura del Ecuador nos da un valor medio de 28. Este valor se corresponde con un valor de acercamiento a la sostenibilidad (25-35). De las tres vertientes de sostenibilidad estudiadas, es de destacar que las empresas del sector están en un camino más o menos adecuado en la consecución de la sostenibilidad económica y social, estando algo más rezagadas en la vertiente de sostenibilidad ambiental.

7. Discusión, conclusiones y recomendaciones

Sostenibilidad económica: En su conjunto, las empresas estudiadas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad económica de 9,4, lo que indica un acercamiento a la sostenibilidad económica de estas empresas. Este valor es algo menor que el obtenido a nivel de empresas en España, donde las empresas tuvieron valores próximos a la sostenibilidad (FOESA, 2012).

Sostenibilidad ambiental: En su conjunto, las empresas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad ambiental de

7,4, lo que indica un valor intermedio entre alejado de la sostenibilidad y acercamiento a la sostenibilidad. Este valor es menor que el obtenido a nivel de empresas en España, donde las empresas tuvieron valores próximos a la sostenibilidad (FOESA, 2012). Es necesario trabajar más en el aspecto ambiental de la sostenibilidad de las empresas de acuicultura en el Ecuador.

Sostenibilidad social: En su conjunto, las empresas tuvieron un valor promedio de sustentabilidad social próximo a la sostenibilidad. Este valor es similar al obtenido a nivel de empresas en España, donde las empresas tuvieron valores próximos a la sostenibilidad (FOESA, 2012). Es necesario mejorar aspectos de la sostenibilidad social como son las medidas de prevención de riesgos laborales.

En su conjunto, las empresas de acuicultura del Ecuador nos da un valor medio que se corresponde con un valor de acercamiento a la sostenibilidad. Este valor global es inferior al obtenido por las empresas de acuicultura de España, que obtuvieron un valor global intermedio entre los rangos de próxima a la sostenibilidad y acercamiento a la sostenibilidad (FOESA, 2012). Este resultado es un buen resultado, teniendo en cuenta que en el Ecuador tradicionalmente se ha hecho énfasis en la sostenibilidad económica, y sólo recientemente se han hecho esfuerzos en mejorar la sostenibilidad ambiental y social.

La realización de estudios de sostenibilidad en el Ecuador es una actividad casi inexistente en la actualidad. No es un reporte de obligado cumplimiento, y aunque en un principio podría parecer un gasto innecesario, la realización de estos estudios tiene una serie de ventajas, tanto ambientales como económicas.

1. Beneficios para las empresas. En primer lugar, el estudio y seguimiento de indicadores de sostenibilidad económica permitirá identificar áreas de fortalezas y debilidades técnicas, donde poder mejorar para optimizar parámetros técnicos, que a medio plazo permitirá mejorar los datos de producción y rentabilidad. Esta inversión de limitado alcance tendrá un gran retorno, y a medio y largo plazo dará un beneficio adicional.

2. Beneficios para el empleo. La realización de estudios de sostenibilidad tendrá un impacto directo en la cantidad y calidad de empleo en la empresa. En cuanto a la cantidad, será necesario los servicios de un técnico experto en temas de sostenibilidad, o la adecuación y capacitación de algún técnico existente, para la realización de estas labores. En cuanto a la calidad del empleo, estos estudios incidirán en una mejor calidad de los empleados, al estudiar aspectos de

la sostenibilidad económica, medioambiental y social que inciden en factores como la seguridad en el trabajo, estabilidad laboral, igualdad de género, beneficios para zonas geográficas menos desarrolladas etc.

3. Beneficios para empresas relacionadas con el sector. La realización de estudios de sostenibilidad demandará los servicios adicionales de empresas con experticia en este tipo de estudios en sus aspectos técnicos, sociales, ambientales y económicos. Esto generará más actividad económica para empresas relacionadas con el medio ambiente y la sostenibilidad, sin por ello disminuir la rentabilidad de las empresas contratantes.

4. Beneficios para el medioambiente. Los estudios de sostenibilidad incidirán en un mejor manejo y conservación del medioambiente, beneficiando con ello tanto a las empresas como a los otros usuarios, tanto de generaciones presentes como futuras.

En este estudio se desarrollaron indicadores de sostenibilidad para la acuicultura del Ecuador basados en trabajos realizados en el Mediterráneo, y adaptándolos a las condiciones específicas (económicas, ambientales y sociales) del país. Estos indicadores fueron validados por medio de un ejercicio de cálculo en un taller de trabajo, obteniendo valores consistentes con los obtenidos en el Mediterráneo. Como principal conclusión, se puede afirmar que los índices de sostenibilidad desarrollados son validos para las empresas de acuicultura ecuatorianas, y además son comparables con los índices de sostenibilidad desarrollados para la acuicultura Mediterránea, al ser índices muy similares, desarrollados a partir de los índices mediterráneos.

La principal limitación encontrada en este estudio fue la falta de datos en algunos aspectos ambientales y sociales, por lo cuál muchos de los indicadores desarrollados se cuantificaron por medio de estimaciones. Sin embargo, es sorprendente ver la gran coincidencia en la mayoría de las estimaciones dadas por varias empresas.

En futuras investigaciones se recomienda utilizar los indicadores desarrollados, para hacer encuestas o tomas de datos más amplias, y poder hacer un diagnóstico más preciso de la situación actual de la sostenibilidad en la acuicultura ecuatoriana. Además, sería conveniente realizar este seguimiento a plazos regulares, por ejemplo anual o bianualmente, para ver las tendencias en sostenibilidad, que permitan tomar las medidas correctoras adecuadas en su caso, y utilizar estos datos como herramienta de comunicación y marketing.

Los resultados recogidos en este trabajo muestran un futuro prometedor para el desarrollo sostenible de la acuicultura en el Ecuador, así como debilidades y puntos a mejorar. Entre las recomendaciones de buenas prácticas para el desarrollo sostenible de la maricultura en Ecuador, están las siguientes:

1. Establecer como práctica habitual el cálculo anual de los indicadores de sostenibilidad aquí desarrollados. Esta práctica permitirá hacer un seguimiento más detallado de la evolución de cada indicador de sostenibilidad, sirviendo como herramienta de gestión de calidad y mejora continua, así como de herramienta para comunicación.
2. Publicar anualmente los resultados promediados de todas las empresas participantes, sin mención de los nombres, para poder establecer el estado de cada empresa en relación al promedio nacional.
3. Continuar con estudios de desarrollo de índices de sostenibilidad, para idear y diseñar nuevos índices de sostenibilidad, tanto a nivel de empresa como a nivel de sector a país.
4. Elaborar guías de buenas prácticas específicas para cada sub-sector de la acuicultura del Ecuador.
5. Diseminar la información generada en los foros adecuados (e.g. congresos nacionales de acuicultura) para darle mayor utilidad.

Agradecimientos

El autor agradece la financiación del Proyecto Prometeo, Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), República del Ecuador.

Referencias

Banco Central del Ecuador (2015). Cifras económicas del Ecuador. Enero 2015.

Blacio, E., Darquea, J., & Rodríguez, S. (2003). Avances en el cultivo de huayaípe, *Seriola rivoliana* (Valeciennes 1833), en las instalaciones del CENAIM.

Brock, J.A. (1997). Taura syndrome, a disease important to shrimp farms in the Americas. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, Volume 13, Issue 4, pp 415-418.

Cun, M. (1982). Especies de camarones marinos (*Penaeus*) que se han adaptado a las condiciones de cultivo en Ecuador. *Bol. Cient. y Tecn., INP., Ecuador*, 5(3), 33-35.

FAO (2005). National Aquaculture Sector Overview. Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador. National Aquaculture Sector Overview Fact Sheets. Texto de Schwarz, L. In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO*[en línea]. Roma.

FAO (2015). Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service.

FOESA (2013). Estrategia para el desarrollo sostenible de la acuicultura española. FOESA, Madrid, España. 88 páginas.

FOESA (2010). Definición de indicadores de sostenibilidad en la acuicultura mediterránea. FOESA, Madrid, España. 152 páginas.

FOESA (2011). Indicadores de sostenibilidad para viveros flotantes en la acuicultura marina Mediterránea. FOESA, Madrid, España. 116 páginas.

FOESA (2012). Valoración de la sostenibilidad de la acuicultura en España. FOESA, Madrid, España. 100 páginas.

Guartatanga, R., Schwartz, L., Wigglesworth, J. M., & Griffith, D. R. W. (1993). Experimental intensive rearing of red drum (*Sciaenops ocellatus*) in Ecuador.

Hirono, Y. (1983), PRELIMINARY REPORT ON SHRIMP CULTURE ACTIVITIES IN ECUADOR. *Journal of the World Mariculture Society*, 14: 451-457.

López-Alvarado, J. (1995). Amino Acid Nutrition of two marine fish larvae: the red sea bream, *Pagrus major*, and the Japanese flounder, *Paralichthys olivaceus*. PhD Thesis, Kagoshima University, 158 pp.

López-Alvarado, J. (1997). Aquafeeds and the Environment. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 22, 275-289.

López-Alvarado, J., & Kanazawa, A. (1997). Effect of dietary protein sources in microdiets on feeding behavior and growth of red sea bream, *Pagrus major*, during weaning and metamorphosis. *Journal of Applied Aquaculture*, 7(3), 53-66.

López-Alvarado, J., Ruíz, W. y Moncayo, E. (2014). Desarrollo de la maricultura en el Ecuador: situación actual y perspectivas. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*. En prensa.

Madec P. (2003). Les indicateurs de développement durable. INRA-Université de Montpellier II. 118 p.

Naranjo-Páramo, J., Hernandez-Llamas, A., & Villarreal, H. (2004). Effect of stocking density on growth, survival and yield of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in gravel-lined commercial nursery ponds. *Aquaculture*, 242(1), 197-206.

Rojas, A. and Wadsworth, S. (2007). A review of cage aquaculture: Latin America and the Caribbean. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). *Cage aquaculture – Regional reviews and global overview*, pp. 70–100. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO. 241 pp.

SustainAqua–Integrated approach for a sustainable and healthy freshwater aquaculture” (2009). SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture.

Tacon, A.G.J. and Halwart, M. (2007). Cage aquaculture: a global overview. In M. Halwart, D. Soto and J.R. Arthur (eds). *Cage aquaculture – Regional reviews and global overview*, pp. 1–16. FAO Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO. 241 pp.