



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA
ACTIVIDAD ACUICOLA EN MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

PRESENTA:

IVÁN CERVANTES ZEPEDA

EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL 2019



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO
DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
RECURSOS NATURALES

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD DE LA
ACTIVIDAD ACUICOLA EN MÉXICO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA

IVÁN CERVANTES ZEPEDA

COMITÉ TUTORAL

DR. IVÁN GALLEGO ALARCÓN
DR. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ
DR. CARLOS DÍAZ DELGADO

EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS, ESTADO DE MÉXICO, ABRIL 2019

RESUMEN

El origen del concepto de "sustentabilidad" o "desarrollo sustentable" se encuentra en el informe "Nuestro Futuro Común". El término suele presentarse en tres dimensiones: 1. ecológica, 2. económica, 3. Social. Todas las dimensiones tienen la misma importancia, y se influyen mutuamente, por lo que la gran variedad de actividades productivas sin importar su clasificación ha permitido el desarrollo de un sinnúmero de indicadores para la evaluación de la sustentabilidad y parametrizaciones diferentes. Debido a la importancia de la acuicultura como actividad productiva es necesario presentar alternativas que permitan contar con una estandarización en la evaluación y valorización de estos indicadores a nivel nacional, para lo cual se utilizó el sistema de indicadores PEIR (Presión, Estado, Impacto y Respuesta) ya que permite expresar los vínculos causa – efecto existentes entre los diferentes factores que intervienen en los procesos de un sistema, por lo que se propuso evaluar la sustentabilidad de la actividad acuícola en México mediante la utilización de indicadores PEIR. A fin de poder cumplir con el objetivo planteado en este trabajo la metodología se dividió en tres etapas, la primera consistió en definir las Áreas Críticas de Evaluación Acuícola (ACEAs) y la identificación de los Principales Factores de Éxito (FCE) para cada ACEA, así como la identificación de indicadores PEIR. En esta etapa se requirió la presencia de productores acuícolas, así como especialistas por cada eje de la sustentabilidad (economía, sociología, ambiental y tecnológicos), representantes de instituciones académicas de investigación y organizaciones sociales y gubernamentales. Como resultado de esta etapa se definieron las ACEAs: 1) Ambiental, 2) Social, 3) Económica, una cuarta ACEA fue la tecnológica, cada una de estas ACEAs tiene dos FCE para la ACEA social son; Consumo de pescados y mariscos, Diversificación de oportunidades y bienestar social, para la Económica: Registros administrativos y contables y Canales de comercialización formales de acuerdo a la región, para la Tecnológica: Vinculación y seguimiento entre el sector social e institucional, Desarrollo y/o adopción de tecnologías y para la Ambiental: Tecnología de bajo impacto ambiental, Competencia por el agua (agrícola, pecuario y urbano). Cada uno de estos FCE cuenta con un ciclo PEIR de cuatro indicadores, dando un total de 32 indicadores en el modelo de estos 22 indicadores se sustentan con información generada directamente de las unidades de producción acuícola. Seis obtienen la información de las regiones cercanas a la UPA o en la zona donde se encuentran sus clientes. Por último, cuatro utilizan información de fuentes secundarias. La segunda etapa fue la evaluación de los indicadores para corroborar que cumplen con los requisitos para poder ser utilizados en el modelo de Evaluación Integral de Sustentabilidad Acuícola (EISA) y la generación del modelo, la tercera etapa fue la aplicación del modelo en granjas trutícolas en el Estado de México ya que la truticultura ha mantenido al estado como el primer productor nacional con el 52% de la producción total de trucha del país. Debido a su importancia se llevó a cabo un análisis de sustentabilidad a 18 unidades de producción mediante el uso del modelo EISA para conocer su estado actual. Como resultados del estudio observamos un incremento de consumo de productos acuícolas del 28%, el 94% de las unidades de producción tienen bajos costos de producción, buenos rendimientos, pero funcionan a un 63% de su capacidad y el 27% de las granjas presentan tecnología de bajo impacto ambiental. Lo cual ubica a la truticultura como una actividad que no es 100% sustentable, ya que solo el eje social es superior al 50% de su potencial.

ABSTRACT

The origin of the concept "sustainability" or "sustainable development" can be found in the report "Our Common Future". The term usually appears in three dimensions: 1. ecological, 2. economic, 3. Social. All the dimensions have the same importance, influence each other and cannot be separated, so the wide variety of productive activities regardless of their classification has allowed the development of endless indicators for the evaluation of sustainability. Due to the importance of aquaculture as a productive activity, it is necessary to present alternatives that allow having a standardization in the evaluation and valuation of these indicators at a national level, for which the PEIR (Pressure, State, Impact and Response) indicators system was used. Since it allows to express the existing cause - effect links between the different factors that intervene in the processes of a system, so it was proposed to evaluate the sustainability of the aquaculture activity in Mexico through the use of PEIR indicators. In order to meet the objective, set out in this paper, the methodology was divided into three stages. The first consisted of conducting a workshop to define the Critical Aquaculture Assessment Areas (ACEAs) to subsequently carry out the identification of the Principal Success factors (FCE) for each of the ACEAs, and the identification of indicators under the implementation of the PEIR indicator methodology. In this stage, the presence of aquaculture producers was required, as well as specialists for each axis of sustainability (economy, sociology, environmental and technological), representatives of academic research institutions and social and governmental organizations. As a result of this stage the ACEAs were defined: 1) Environmental, 2) Social, and 3) Economic; a fourth ACEA was the technological. Each ACEAs has two FCE: for the social ACEA: Consumption of fish and seafood, Diversification of opportunities and social welfare; for the Economic: Administrative and accounting records and formal marketing channels according to the region; for the Technological: Linkage and monitoring between the social and institutional sector, Development and / or adoption of technologies, and; for the Environment: Technology of low environmental impact, Competition for water (agricultural, livestock and urban). Each of these FCE has a PEIR cycle of four indicators, giving a total of 32 indicators in the model. 22 indicators are supported with information generated directly from the aquaculture production unit. Six obtain information from the regions near the UPA or in the area where their clients are located. Finally, four use information from secondary sources such as INEGI. The second stage of the work consisted in the evaluation of the indicators to confirm that they meet the requirements to be used in the model of Integral Evaluation of Aquaculture Sustainability (EISA). The third stage was the evaluation and application of the model in rainbow trout farms in the State of Mexico since it has been consolidated in an important way. Maintaining the State as the first national producer with 52% of the country's total production. Due to the importance of this activity, a sustainability analysis was carried out to 18 production units which were located in the municipality of Amanalco de Becerra, through the use of the EISA model to know their current status. As a result of the study, we observed an increase in the consumption of aquaculture products of 28%, 94% of the production units have low production costs, good yields, but they operate at 63% of their capacity and 27% of the farms present technology with low environmental impact. Which places the rainbow trout as an activity that is not 100% sustainable, since only the social axis is superior to 50% of its potential.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. INDICADORES.....	3
1.1.1. ECONÓMICOS	3
1.1.2. SOCIALES	4
1.1.3. AMBIENTALES	4
1.2. IMPORTANCIA DE LA EVALUACIÓN	5
2. ANTECEDENTES	6
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
3.1. JUSTIFICACIÓN	10
3.2. HIPÓTESIS.....	11
3.3. OBJETIVOS.....	11
3.3.1. GENERAL.....	11
3.3.2. PARTICULARES.....	11
4. METODOLOGIA	12
4.1. DIAGRAMA DE FLUJO.....	12
4.2. OBJETIVO UNO	13
4.2.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARTICIPATIVA.....	13
4.2.2. OBJETIVO DEL FORO	14
4.2.3. VALORES	14
4.2.4. MISIÓN	14
4.2.5. VISIÓN.....	14
4.3. DÍA UNO	15
4.3.1. MECÁNICA DE TRABAJO	15
4.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO	15
4.3.3. CLASIFICACIÓN POR ACEA.....	15
4.3.4. TÉCNICA DE CONSENSO EQUITATIVO	15
4.4. OBJETIVO DOS.....	17
4.4.1. DIA DOS	17
4.4.2. ANÁLISIS DE PROBLEMA CAUSA EFECTO: PEIR.....	17
4.4.3. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES.....	17
4.4.4. CONFORMACIÓN DEL MODELO	18
4.5. OBJETIVO TRES.....	19
4.5.1. VALIDAR EL MODELO EISA APLICÁNDOLO EN UNA ACTIVIDAD PRODUCTIVA ACUÍCOLA EN EL ESTADO DE MÉXICO	19
5. MODELO INDUCTIVO DE EVALUACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD ACUÍCOLA	22

6. ESTADO ACTUAL DE LA SUSTENTABILIDAD TRUTÍCOLA EN MÉXICO	37
7. ESTRATEGIAS	61
8. DISCUSIÓN GENERAL.....	71
9. CONCLUSIONES GENERALES	73
10. LITERATURA CITADA.....	75

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Figura 1. Indicadores de sustentabilidad.....	2
Figura.2 Cultivos prioritarios acuícolas en México (Magallón <i>et al.</i> , 2007.....	8
Figura 3. Foro Nacional de Sustentabilidad Acuícola	13
Figura 4. técnica de consenso equitativo	16
Figura 5. Matriz cruzada de ponderación para identificación de los factores críticos de éxito	16
Figura 6. Proyección de la ACEA social.....	63
Figura 7. Escala de valor del modelo EISA.....	63
Figura 8. Proyección de la ACEA Económica.....	65
Figura 9. Proyección de la ACEA Tecnológica.....	68
Figura 10. Proyección de la ACEA Ambiental.....	70
Tabla 1. Balanced score cards de los indicadores	18
Tabla 2. Programa y proyectos de la estrategia impacto a la acuicultura.....	61
Tabla 3. Proyección del FCE Diversificación de oportunidades y bienestar social.....	62
Tabla 4. Proyección del FCE Consumo de pescados y mariscos.....	62
Tabla 5. Programa y proyectos de la estrategia industrialización de la acuicultura	63
Tabla 6. Proyección del FCE Registros administrativos y contables	64
Tabla 7. Proyección del FCE Canales de comercialización formales de acuerdo a la región.....	65
Tabla 8. Programa y proyectos de la estrategia implementación tecnológica.....	66
Tabla 9. Proyección del FCE Desarrollo y/o adopción de tecnologías Indicadores impactados.....	67
Tabla 10. Proyección del FCE Vinculación y seguimiento entre el sector social e institucional.....	67
Tabla 11. Programa y proyectos de la estrategia monitoreo de acuicultura en el ecosistema.....	68
Tabla 12. Proyección del FCE Competencia por el agua (agrícola, pecuario y urbano)...	69
Tabla 13. Proyección del FCE Tecnología de bajo impacto ambiental.....	70

3.2. HIPÓTESIS.

Mediante indicadores PEIR se puede evaluar la sustentabilidad acuícola en México.

3.3. OBJETIVOS

3.3.1. GENERAL

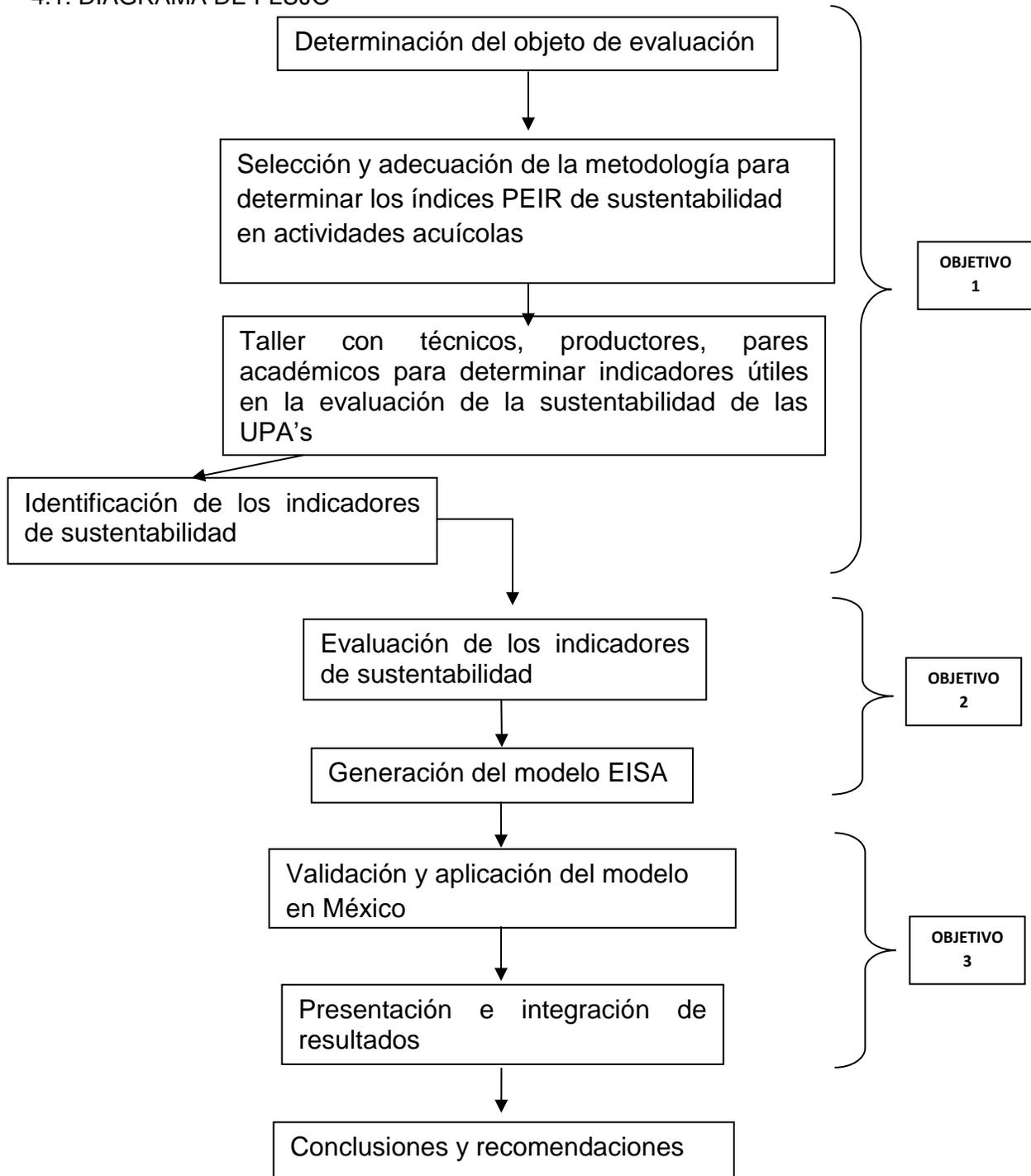
Generar un modelo de evaluación integral de sustentabilidad de la actividad acuícola en México mediante la utilización de indicadores PEIR.

3.3.2. PARTICULARES.

- Determinar los indicadores PEIR de sustentabilidad adecuados para la actividad acuícola.
- Generar un modelo de evaluación de la sustentabilidad acuícola (EISA).
- Validar el modelo EISA aplicándolo en una actividad productiva acuícola en el Estado de México.

4. METODOLOGIA

4.1. DIAGRAMA DE FLUJO



4.2. OBJETIVO UNO

Determinar los indicadores PEIR de sustentabilidad adecuados para la actividad acuícola.

4.2.1 PLANEACIÓN ESTRATÉGICA PARTICIPATIVA

Para poder cumplir con el este objetivo se llevó a cabo un taller de dos días el cual se basó en la utilización de la Planeación Estratégica Participativa, ya que esta herramienta permitió la selección de los indicadores para la evaluación de la sustentabilidad mediante la implementación de un proceso participativo (Arning, 2001, Torres, 2008). Por lo que para la obtención de los indicadores PEIR se llevó a cabo un foro (figura 3), en el cual mediante la adaptación de la metodología utilizada en la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH, 2009) que está basada en la planeación estratégica participativa permitió una interacción entre el conocimiento y la experiencia de los actores involucrados identificando los indicadores óptimos para la evaluación de la acuicultura en México.



Figura 3. Foro Nacional de Sustentabilidad Acuícola

Para la conformación del modelo se definieron 4 Áreas Críticas de Evaluación Acuícola (ACEA) basados en los ejes de la sustentabilidad que son: social, ambiental, económico y la incorporación de un cuarto eje, el tecnológico.

Para formar grupo de trabajo homogéneos se requirió la presencia de representantes de cada sistema producto nacional, así como especialistas por cada eje de la sustentabilidad (economía, sociología, ambiental), representantes de CONAPESCA, representantes de instituciones académicas, y organizaciones sociales, en cada caso se solicitó que estén presentes dos representantes de cada área.

4.2.2. OBJETIVO DEL FORO

Identificar y evaluar los indicadores de sustentabilidad adecuados para la actividad acuícola.

4.2.3. VALORES

Los valores sobre los cuales se basarán las acciones de este foro serán:

Ética

Calidad

Ambiente

Sociedad

Rentabilidad

Recursos humanos

4.2.4. MISIÓN

Generación de indicadores de sustentabilidad acuícolas en México para generar herramientas que permitan conocer el estado de las actividades productivas acuícolas.

4.2.5. VISIÓN

Conocer el nivel de sustentabilidad de las actividades productivas acuícolas en México.

4.3. DÍA UNO

4.3.1. MECÁNICA DE TRABAJO

Al inicio del foro se explicó la mecánica de trabajo y la metodología propuesta haciendo énfasis en los conceptos a tratar (indicadores de presión, estado, impacto y respuesta, PEIR áreas estratégicas de planeación y articulación ACEA), así como la misión, visión y objetivos planeados.

4.3.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO

Se elaboró un listado de los Factores Críticos de Éxito (FCE) por el grupo a fin de comenzar un consenso. Una vez identificados los FCE y terminada la parte introductoria se procedió a formar dos grupos de trabajo multisectoriales conformados por un representante de cada área (15 integrantes por grupo).

4.3.3. CLASIFICACIÓN POR ACEA

Ya conformados los grupos e identificados los problemas se procedió a realizar una mesa redonda con lluvia de ideas para poder agrupar las problemáticas en la ACEA correspondiente. Cada ACEA fue sometida a un análisis FLOA (Fortalezas, limitantes, oportunidades y amenazas), cada análisis FLOA conto con por lo menos 16 potenciales FCE en cada uno de sus componentes, teniendo un total mínimo de 64 por análisis.

4.3.4. TÉCNICA DE CONSENSO EQUITATIVO

De los 64 FCE obtenidos por los análisis FLOA cada participante escogió cuatro FCE de cada ACEA sin importar si este se encontraba como fortaleza, limitante, oportunidad o amenaza y las anotara en una hoja.

Una vez anotados se les repartirán 4 papeles de colores (azul, rosa, amarillo y verde) los cuales tiene un valor predeterminado, en cada papel escribió cada una de las cuatro áreas críticas elegidas de la siguiente manera (figura 4). Esta selección permitió la identificación de los 6 FCE más importantes de cada ACEA.

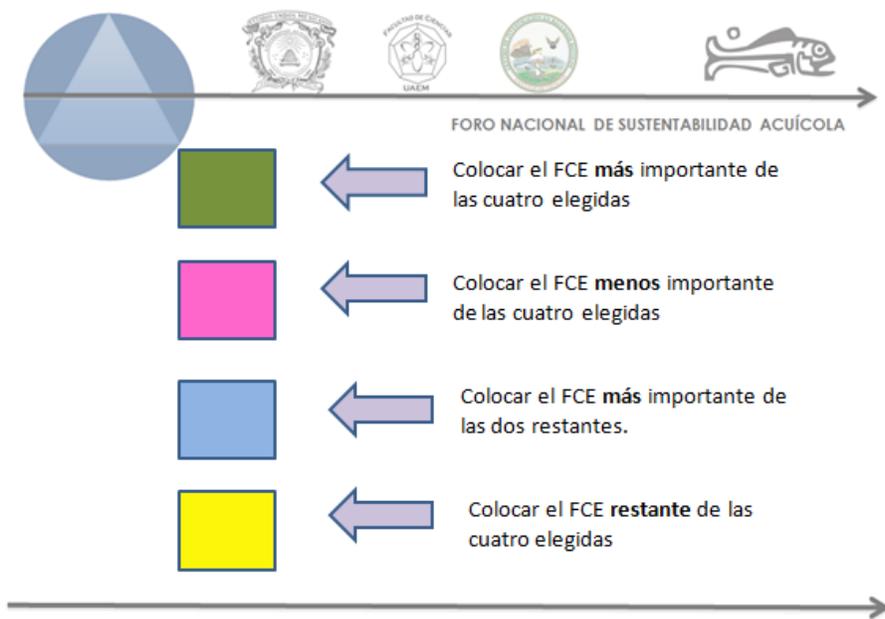


Figura 4. técnica de consenso equitativo

Una vez obtenidos los resultados del consenso equitativo se procedió a llenar una matriz cruzada (figura 5) que permitirá llevar a cabo una ponderación entre los principales FCE elegidas por ACEA para así poder obtener los dos principales FCE que serán la base para la conformación de los ciclos PEIR. Al finalizar el análisis de la matriz cruzada se obtuvieron las dos principales AC de cada ACEA.

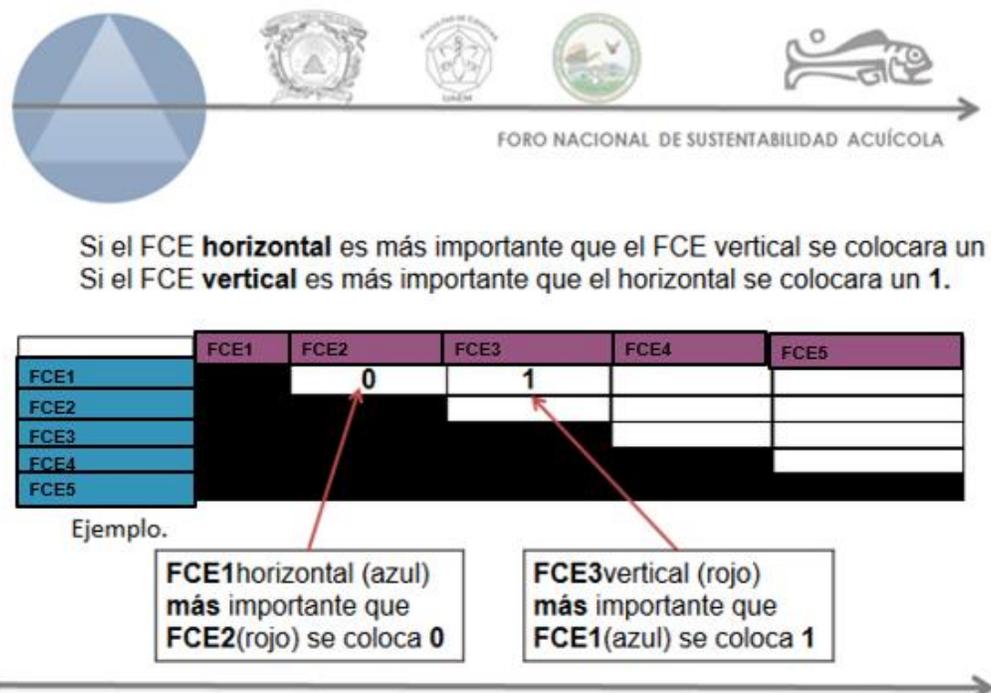


Figura 5. Matriz cruzada de ponderación para identificación de los factores críticos de éxito

4.4. OBJETIVO DOS

Generar un modelo de evaluación de la sustentabilidad acuícola (EISA).

4.4.1. DIA DOS

4.4.2. ANÁLISIS DE PROBLEMA CAUSA EFECTO: PEIR

Ya identificadas los FCE de cada ACEA Se completaron los ciclos PEIR iniciando el análisis causa efecto a partir de los factores de “estado” continuando con el análisis por “presión”, “impacto”, y finalmente “respuesta” y posteriormente se generaron dos ciclos de indicadores PEIR por cada FCE identificado obteniendo al final del taller 32 indicadores que permiten el análisis de la sustentabilidad de la actividad acuícola en México.

4.4.3. EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES

Para cumplir con el segundo objetivo cada indicador identificado fue sometido a un análisis para corroborar que cumplan con las características propuestas por el INEGI (1999), esta evaluación se llevó a cabo por pares académicos y productores, así como una revisión bibliográfica y discusiones para estandarizar los datos requeridos por cada indicador a manera de que se información confiable, de fácil acceso y que cumplan con los requisitos previos.

Cada indicador cuenta con un Balanced Scorecard (BSC), que es una herramienta muy útil en el proceso de planeación estratégica que permite describir y comunicar una estrategia de forma coherente y clara. Norton y Kaplan (2001), además de que estas tarjetas permiten estructurar, contextualizar y caracterizar información de los indicadores, así mismo proporcionan la posibilidad de comparar el valor del indicador respecto a una escala de valores (evaluación) asociada a un determinado estado o atributo que aborda el indicador (Díaz *et al.*, 2009).

Las tarjetas de valoración (tabla) permiten expresar resultados cuantitativos y cualitativos mostrando un balance en la evaluación de los elementos evitando así el sesgo que se produce al poner atención solo a una característica del sistema (Díaz *et al.*, 2009).

Tabla 1. Balanced score cards de los indicadores

INFORMACIÓN BÁSICA	Nombre	Índice de consumo		FORMULA			
	Abreviación	INCON	DESCRIPCIÓN				DEFINICIÓN DE VARIABLE NECESARIAS
	Objetivo						A
	Autor						
	Referencias						
	Aplicación						
Límites							
Factor Crítico de Éxito (FCE)	ACEA	SOC	AMB	ECO	TEC	VALOR DE VARIABLES	
	PEIR	P	E	I	R		
VINCULOS		JERARQUÍA	PESO ESPECÍFICO			VENTAJAS	
Aplicación de indicadores			Alto	Medio	Bajo		
MODIFICACIÓN	Anual						
	Estacional						
	Mensual						
			cobertura espacial	local	Regional	Nacional	LIMITANTES

4.4.4. CONFORMACIÓN DEL MODELO

Una vez evaluados todos los indicadores, estos fueron colocados en una matriz de Excel, en la cual se incluyen las variables y fórmulas de su score card, con lo cual el modelo quedo conformado por cuatro ACEAS, cada una con dos FCE y cada FCE con cuatro indicadores, en el cual automáticamente al ingresar los datos, se generan los resultados del total de los datos ingresados y

las gráficas correspondientes a cada FCE, lo que permite observar el estado actual de la actividad acuícola en cada ACEA.

El modelo permite graficar desde una UPA hasta un conjunto indefinido de UPAs mostrando la situación actual, lo que permite determinar si la actividad acuícola se encuentra cerca o lejos de la sustentabilidad en cada uno de los FCE de cada ACEA, lo que en su conjunto permitirá tomar las decisiones adecuadas para mejorar la acuicultura.

4.5. OBJETIVO TRES

4.5.1. VALIDAR EL MODELO EISA APLICÁNDOLO EN UNA ACTIVIDAD PRODUCTIVA ACUÍCOLA EN EL ESTADO DE MÉXICO

Para cumplir con el tercer objetivo el modelo se aplicó a 18 UPAs, dedicadas al cultivo de trucha ubicadas en la región de Amanalco de Becerra, estas unidades representan a los grupos Familiar artesanal, Emprendedor Rural y Oportunidad Tecnológica reportados en el estudio “Clasificación de las unidades productivas trutícolas con base en su nivel tecnológico” (Cervantes, 2010), esta clasificación representa los diferentes escenarios de producción de trucha y muestra la importancia de la tecnología en los procesos productivos acuícolas.

Para la aplicación del modelo se requirió llevar a cabo un levantamiento de la granja recopilando datos de importancia directos de la producción: espejo de agua (mt²), producción total, producción potencial, bitácoras (ingresos y egresos, biométricos, mortalidad, calidad de agua) y la aplicación de un cuestionario basado en el Modelo inductivo de evaluación para la sustentabilidad acuícola, así como datos externos a la UPA

El modelo cumplió con los parámetros necesarios para su aplicación ya que la información requerida fue accesible, los reactivos fueron claros y concisos, de fácil comprensión para el entrevistado, y permitieron ser introducidos en la matriz de manera ordenada y simple, así mismo los resultados arrojados por el modelo fueron de clara asimilación, comprensión y fácil entendimiento para su interpretación.

RESULTADOS



Universidad Autónoma del Estado de México
UAEM

Toluca, Estado de México a 24 de abril del 2018

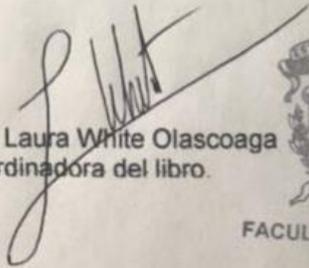
M. EN C. IVÁN CERVANTES-ZEPEDA.
PRESENTE

Estimado maestro Cervantes-Zepeda, por este medio le informamos que su capítulo **Modelo Inductivo de Evaluación para la Sustentabilidad Acuícola**, en coautoría con Gallego-Alarcón Iván, García-Mondragón David, García-Pulido Dauri, Fonseca-Ortiz Carlos Roberto, Díaz-Delgado Carlos, Ortiz-Velázquez Selene, García-Martínez Anastasio y García-Sánchez Luz María; ha sido aceptado para su publicación en el libro **Ambiente, Sociedad y Cultura. Manejo de Recursos Naturales en el Estado de México**, el cual será editado y publicado por la Universidad Autónoma del Estado de México. El libro es parte de los productos de la Red UAEM *Análisis Territorial de los Recursos Bioculturales en el Medio Rural*, presenta el libro *Ambiente, Sociedad y Cultura. Manejo de Recursos Naturales en el Estado de México*.

Sin otro particular, nos reiteramos a sus órdenes

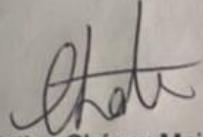
ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2018, Año del 190 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"


Dra. Laura White Olascoaga
Coordinadora del libro.



FACULTAD DE CIENCIAS


Dra. Cristina Chávez Mejía
Coordinadora del libro.



5. MODELO INDUCTIVO DE EVALUACIÓN PARA LA SUSTENTABILIDAD ACUÍCOLA

Cervantes-Zepeda Iván
Gallego-Alarcón Iván
García-Mondragón David
García-Pulido Daury
Fonseca-Ortiz Carlos Roberto
Díaz-Delgado Carlos
Ortiz-Velázquez Selene
García-Martínez Anastacio
García-Sánchez Luz María

RESUMEN

El informe *Nuestro futuro común* afirma que “la sustentabilidad satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. Este enfoque se orienta al aprovechamiento de los recursos naturales a partir de tres dimensiones en constante interacción: ecológica, económica y social. Para conocer el estado de este fenómeno en la acuicultura se presenta el modelo inductivo de evaluación de la sustentabilidad acuícola como base de un nuevo paradigma. El razonamiento inductivo se caracteriza por ser un concepto abierto, flexible, por tener una disposición positiva al cambio en caso de obtener nuevos datos sobre las apreciaciones elaboradas. Para lograr este modelo fue necesario identificar indicadores a través del sistema PEIR (presión, estado, impacto y respuesta) analizando los vínculos causa-efecto entre los procesos del sistema productivo acuícola. En el modelo de evaluación se empleó una adaptación de la Gestión Integrada en Recursos Hídricos. Como parte central de esta metodología se contó con la participación de los actores involucrados en la acuicultura: representantes gubernamentales, productores, académicos; a través de un Foro de sustentabilidad Acuícola. Mediante un proceso articulado y multidisciplinario, se obtuvieron cuatro áreas críticas de evaluación acuícola (ACEA): social, económica, ambiental y tecnológica. Cada una generó dos factores críticos de evaluación, constituyendo un total de 32 indicadores agrupados en ocho ciclos PEIR, dos por cada ACEA. 22 indicadores se sustentan con información de las unidades de producción acuícola. Seis obtienen la información de las zonas circundantes a la unidad de producción. Cuatro utilizan información de fuentes secundarias como estadísticas oficiales. El nuevo modelo que se propone pretende determinar el estado de la sustentabilidad de la actividad acuícola desde la unidad básica (Unidad de Producción Acuícola, UPA), ser dinámico, plasmar la realidad, identificar los cambios en una región a través de las UPAs. Coloca al ser humano como el agente de cambio que logrará el aprovechamiento sustentable de los recursos.

INTRODUCCION

Como concepto, la sustentabilidad se entiende como la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades (FAO, 1988). Toda actividad humana genera un impacto positivo o negativo en la sociedad y el ambiente, aunado a una retribución económica que se busca sea rentable.

La idea de sustentabilidad se ha manejado desde hace más de 500 años. El primer registro tiene su origen en la cultura Mexica (Santinelli y Jiménez-Cruz, 2014) en la ordenanza del Señor Cuauhtémoc. En dicho documento se reitera el empeño de preservar “los derechos sobre la laguna para el pueblo y las futuras generaciones de los Tlatelolcas” llamándolos “las alas y las colas”.

La publicación del Informe al Club de Roma, “Los Límites del Crecimiento” (Meadows *et al.*, 1972)

registra la acepción moderna de la sustentabilidad. En 1987 el Informe Brundtland define los tres ejes que soportan la sustentabilidad: económico, social y ambiental (FAO, 1988). Sin embargo, a través del tiempo se han desarrollado nuevos ejes que complementan a los tres que sostienen a este concepto (Johnston *et al.*, 2007).

Para conocer el estado de sustentabilidad que tienen las actividades humanas se han desarrollado modelos de evaluación. Estos permiten saber cómo se desenvuelve una actividad con respecto a los ejes de sustentabilidad. La acuicultura, en México, ha generado muchas expectativas en el aprovechamiento de los recursos naturales; esta actividad se realiza en diversos ambientes. En la costa se produce el camarón, ostión, almejas; en el continente, trucha, carpa, bagre, tilapia, rana, entre otros. Cada especie tiene diferentes características para su producción. El reto de evaluar la sustentabilidad de esta actividad se complica con el paradigma actual.

Se han desarrollado proyectos como: MEDITERRANE-ON (FOESA, 2010) que generó indicadores para la evaluación de la sustentabilidad acuícola de la región del Mediterráneo; CONSENSUS (2005) en Bélgica, utilizó un modelo que se basa en 78 macroindicadores para Europa. La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas consideró un modelo de evaluación con 134 indicadores con base en grupos sociales, ambientales, económicos e institucionales.

La vía común de los modelos de evaluación de sustentabilidad es deductiva (paradigma actual). Se desarrollan desde indicadores globales. Parten de la visión general de la sustentabilidad acuícola de una región para determinar el estado de la misma. No toman en cuenta las unidades de producción en la región. Las variables o indicadores no son reflejo de las necesidades de los productores o unidades de producción (unidad básica). Al ser ejecutados, presentan un estado global de la sustentabilidad. No son un espejo real de la situación de la acuicultura, son “rígidos”, no permiten una adaptación a los cambios y al tiempo.

El paradigma que proponemos, un enfoque innovador, parte del pensamiento inductivo. Plantea evaluar la sustentabilidad acuícola desde lo particular (Unidad de producción acuícola, UPA) a lo general (puede ser una región, un estado, un país, entre otros). El modelo de evaluación de la sustentabilidad al que se quiere llegar en este nuevo paradigma es flexible, sus indicadores son generados a partir de la unidad más pequeña de la actividad acuícola, es decir la UPA. La sensibilidad de información de esta entidad conlleva a detectar cambios sutiles en la sustentabilidad de una región. Sitúa a la UPA como el ente central de esta actividad y al ser humano como el agente de cambio. Elimina los indicadores globales que no son capaces de exteriorizar pequeñas variaciones en el aprovechamiento de los recursos.

Generar un modelo inductivo para la evaluación de sustentabilidad acuícola supone la construcción correcta de indicadores (Moldan & Dahl, 2007). Son cruciales los de impacto y de resultados, ya que permiten una evaluación cuantitativa (Carrillo *et al.*, 2013). El diseño de estos indicadores deberá estar basado en la teoría de la sustentabilidad, utilizando los tres o cuatro ejes de la misma (Díaz & Aranguren, 2007). Pueden ser de carácter político, geográfico (Durán, 2001), cultural, tecnológico (LOPSAPS, 2001), actividades, productos (Bhamra *et al.*, 1999; Bhamra & Lofthouse, 2007), estrategias (Goodland, 2002) y metodologías (Gibson, 2005, Pope *et al.*, 2005, Pearce, 2008; Tugnoli *et al.*, 2008). buscando alternativas que permitan alcanzar a través de la evaluación de las unidades de producción acuícola una producción sustentable. Entre sus características principales es que sean flexibles, medibles temporal y espacialmente, que sean transversales y tengan resiliencia.

El cambio, en el nuevo paradigma, que se propone es un modelo inductivo para la evaluación de la sustentabilidad acuícola, desarrollado en el marco de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH), que implica la incorporación de análisis causa-efecto existente entre los diferentes factores que intervienen en los procesos de una unidad de producción mediante la construcción de indicadores PEIR.

COMO LLEGAR AL MODELO INDUCTIVO DE EVALUACIÓN

El modelo parte de comprender a la Unidad de Producción Acuícola como el cimiento de la actividad. Esto conlleva a reconocer a las personas (productores) como agentes responsables de implementar actividades humanas sustentables. Los avances o retrocesos de la unidad básica se convierten en pequeñas fluctuaciones en el aprovechamiento de los recursos que en su suma impactan en un contexto regional o nacional. Conocer, el grado de sustentabilidad de las UPAs en una región conforma el estado de la misma.

La directriz principal de la GIRH es realizar una gestión integral entre todos los actores involucrados en una actividad. Se tomaron en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales. Estos procesos reconocen a los diferentes grupos de interés que compiten entre sí, los sectores que usan y abusan, de ellos, y las necesidades del ambiente (GWP, 2009). La asociación al modelo de los diferentes actores involucrados en la acuicultura se logró mediante un Foro Nacional de Sustentabilidad Acuícola realizado en las instalaciones del Centro Interamericano de Recursos del Agua (CIRA) perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de México. Mediante la integración de los diferentes actores de la actividad acuícola (productores particulares y sociales, gobierno y académicos) a través de mesas de trabajo, discusiones y técnicas de investigación participativa se llegó a identificar los procesos de causas y efectos involucrados en el modelo.

El modelo fue generado a partir una adaptación de la GIRH (Díaz *et al.*, 2009) empleando indicadores PEIR (Estado, Presión, Impacto y Respuesta) propuestos por primera vez por Statistics Canadá en 1979 y en virtud de que mantiene un enfoque participativo que ha demostrado ser relevante para la comprensión y elaboración de políticas agroambientales (Burgess *et al.*, 2000).

Determinación de las Áreas Críticas de Evaluación Acuícola

Una vez conformadas las bases filosóficas sobre las cuales se cimentó el trabajo se determinaron las Áreas Críticas de Evaluación Acuícola (ACEA). Las cuales fueron definidas con base en el modelo de los cuatro pilares de la sustentabilidad (Díaz & Aranguren, 2007), se determinaron los siguientes ejes: económico, social, ambiental y tecnológico. Este último eje se propone al ser, un conjunto ordenado de conocimientos y procesos que tienen como objetivo la producción de bienes y servicios, cuyo propósito es la mejora de la calidad de vida (Rosental & Ludin, 1994).

Selección de los Factores Críticos de Éxito

Una vez definidas las ACEA, se identificaron dos principales Factores Críticos de Éxito (FCE) por cada área. Los factores se obtuvieron mediante un análisis FLOA (Fortalezas, Limitantes, Oportunidades y Amenazas; Díaz *et al.*, 2009). Se inició por una lluvia de ideas, la interacción del grupo de trabajo llegó a resultados bajo un proceso de consenso equitativo con lo cual se redujo el total de factores a los dos más importantes para cada ACEA

Para analizar los resultados del diagnóstico se utilizó un enfoque integral, sin que se evaluara un sistema productivo específico, sino más bien la interpretación territorial. Se tomaron en cuenta elementos de la unidad de producción, las condiciones de la comunidad, las relaciones con el exterior y las características del medio físico. Una vez obtenidos los FCE principales se llevó a cabo un análisis causa – efecto de cada uno, a través de mesas de trabajo, discusiones y técnicas de investigación participativa se llegó a identificar los procesos de causas y efectos involucrados en los ocho FCE (Arning, 2001; Torres, 2008).

Identificación de indicadores

La generación de indicadores PEIR se llevó a cabo para los cuatro ejes de evaluación: social, económico, ambiental y tecnológico. La construcción de los ciclos de indicadores PEIR comenzó por la conformación del indicador de Estado (E), que explica las circunstancias existentes en el ambiente.

Seguido por el indicador de Presión (P), que permite identificar las condiciones ejercidas por las actividades producidas y no producidas por la población. Mientras que las implicaciones sociales, ambientales, económicas y tecnológicas que derivan de la situación, son agrupadas en el indicador de Impacto (I), pueden o no ser un freno al desarrollo del sistema. Para finalizar, el indicador de Respuesta (R), representa las acciones (preventivas o correctivas) que las instituciones y la población desarrollan frente a los impactos (Díaz *et al.*, 2009).

Estos indicadores estuvieron sujetos a cumplir con las características propuestas por el INEGI (1999) con el fin de minimizar la dificultad de obtención de la información necesaria e interpretación de los datos, maximizando la veracidad de los resultados. Cabe destacar que debido a la flexibilidad y a la interrelación de los indicadores éstos no pueden clasificarse tajantemente en sociales, económicos, ambientales y tecnológicos, sino que pueden encajar en diferentes ACEA's, sin embargo, para el efecto del análisis estos indicadores se catalogan dentro de cada área. Para cada indicador se muestra el enfoque sobre el cual ha sido determinado y la función que llevará dentro del modelo.

EL MODELO DE EVALUACIÓN INDUCTIVA DE LA SUSTENTABILIDAD ACUÍCOLA (EISA) EN MÉXICO

Factores críticos de éxito

Los factores críticos de éxito se fundamentan en aquellas acciones, necesidades o problemáticas que tienen un efecto directo sobre la unidad de producción acuícola, cuyo cambio se verá reflejado en el manejo y comportamiento de la producción (tabla 1). Cada uno de estos factores se encuentran en una correlación con los demás. Mantienen una interacción entre cada una de las ACEA. Por lo que las acciones o estrategias realizadas tendrán un efecto en las demás buscando siempre que sean positivos para el desarrollo de la actividad acuícola.

Tabla 1. Principales Factores Críticos de Éxito. Base para la generación de los indicadores de sustentabilidad acuícola.

ACEA	PRINCIPALES FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO (FCE)	
SOCIAL	Consumo de pescados y mariscos	Diversificación de oportunidades y bienestar social
TECNOLÓGICA	Vinculación y seguimiento entre el sector social e institucional	Desarrollo y/o adopción de tecnologías
AMBIENTAL	Tecnología de bajo impacto ambiental	Competencia por el agua (agrícola, pecuario y urbano)
ECONÓMICA	Registros administrativos y contables	Canales de comercialización formales de acuerdo a la región

Los FCE de la ACEA Social se enfocan: primero, al bienestar de las personas que directamente trabajan en las UPAs; y segundo, a las preferencias sociales en el consumo de alimentos derivados de la acuicultura. La ACEA social se encausa a través de estos FCE a determinar la aceptabilidad (Torres-Lima *et al.*, 2004) del bien producido en la UPA y su permanencia a través del bienestar social de los trabajadores (Santinelli, 2009), es decir que cuenten en su comunidad con los servicios necesarios para cubrir sus necesidades de seguridad, salud y alimentación.

Ambientalmente, las unidades de producción deben de equilibrar la disponibilidad de los recursos naturales, su uso y la disminución de la presión ambiental para poder subsistir. El agua es el recurso natural más importante en la acuicultura y a la vez el más impactado por esta actividad. Por lo que es necesario saber que disponibilidad de este recurso existe en el área, cuanto está destinado a la

acuicultura, que presión ambiental y de consumo humano se tiene del mismo. En conjunto, con el uso de procesos y equipos de bajo impacto ambiental llevan a una producción amigable con el ambiente, que a su vez deriva en el uso racional de los recursos naturales.

Como resultado de cualquier actividad humana, esta debe de aportar un beneficio para las personas que la realizan. Aquellas que no lo generan tienden a desaparecer. Varios modelos de desarrollo sustentable han descrito o explicado la demanda del ser humano por cubrir sus necesidades básicas, incluyen la mejora en niveles de confort y, en algunos sectores, la acumulación de riqueza (Haro-Martínez y Tadei-Bringas, 2014). La sustentabilidad de las UPA's se sustenta en una economía saludable. En particular, se pueden evaluar económicamente conociendo sus registros administrativos y contables, así como, los canales de comercialización y sus características.

A partir del modelo de desarrollo productivista, se tiene como un eje fundamental el avance tecnológico (Haro-Martínez y Tadei-Bringas, 2014). Las UPA's, al margen de utilizar de manera óptima los equipos y ejecutar adecuadamente los procesos involucrados en la producción de organismos acuícolas, con mayores posibilidades de ser sustentables son aquellas que innovan tecnología en vinculación con instituciones de investigación o académicas, que adoptan equipos y procesos que mejoren la producción (Filhio *et al.*, 2017).

Indicadores PEIR

El modelo propuesto se compone de 32 indicadores. Clasificados en cuatro áreas críticas de evaluación acuícola y ocho factores de éxito. Un total de 22 indicadores se sustentan con información generada directamente de las unidades de producción acuícola. Seis obtienen la información de las regiones cercanas a la UPA o en la zona donde se encuentran sus clientes. Por último, cuatro utilizan información de fuentes secundarias como el INEGI. Aun cuando 31.25 % de los indicadores se obtienen fuera de la UPA evaluada la información tiene su origen en regiones que impacta la misma unidad productiva.

Esta característica permite al modelo ser inductivo, es decir, la visión de este modelo de evaluación de la sustentabilidad parte de la base de esta actividad, las unidades de producción acuícola. A partir de la suma de lo particular (conjunto de UPA por zona, región, estado, etc.) se pretende conocer el estado general de la sustentabilidad acuícola de una región, una cuenca hidrológica o un país.

Indicadores ACEA social

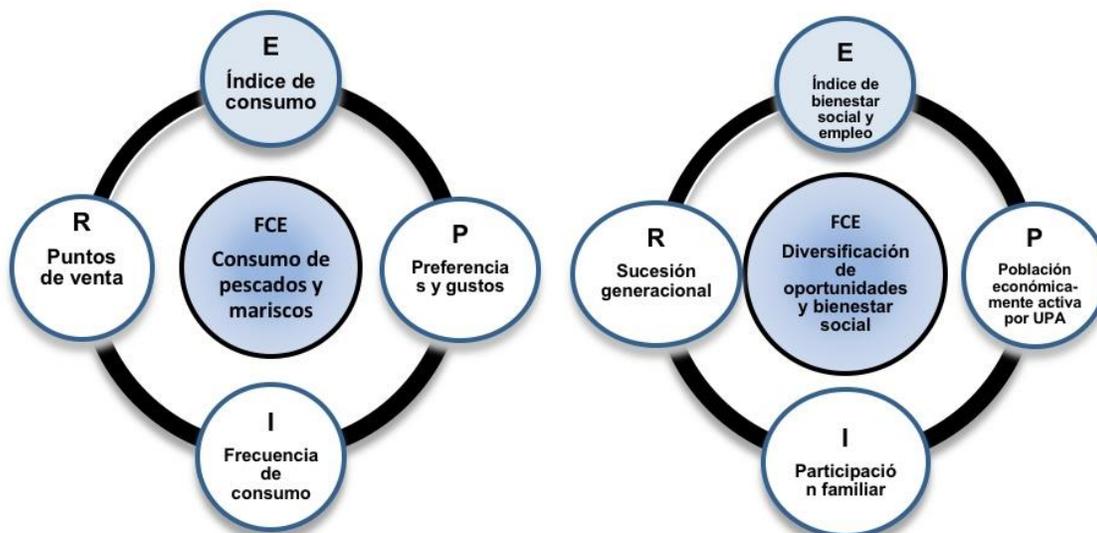


Figura 1 Ciclos de indicadores PEIR para los FCE de la ACEA Social; E – Indicador de estado, P – Indicador de presión. I – Indicador de Impacto, R – Indicador de respuesta

Los indicadores de la ACEA social están basados en el índice de consumo de productos acuícolas y la diversificación de oportunidades y bienestar social. En lugar de analizar fenómenos o indicadores indirectos a la UPA como los utilizados en otros modelos de evaluación: índice de marginación (CONAPO, 2004), migración, índice de ruralidad (Santinelli, 2009), índice de pobreza (INEGI, 2000).

Se propone para el primer FCE (Índice de consumo) un ciclo de indicadores PEIR conformado por el índice de consumo (Estado), preferencias y gustos (Presión), frecuencia de consumo (Impacto) y puntos de venta (Respuesta). Se toma en cuenta la zona de impacto de la unidad de producción para determinar estos indicadores, el estado del factor se refleja mediante un indicador con el mismo nombre, que se toma de estadísticas regionales. La presión se ejerce mediante los gustos y preferencias de los clientes reales o potenciales de la región. La frecuencia de consumo nos ayuda a conocer el impacto sobre el consumo. Por último, la disponibilidad a través de puntos de venta es la respuesta a la aceptación del producto por parte de la sociedad en la que la UPA se encuentra ubicada.

El segundo FCE (Diversificación de oportunidades y bienestar social) se genera en el entorno de la UPA o en ella misma. La acuicultura es una actividad que permite el desarrollo de la sociedad, mejora la calidad de vida de las personas que dependen de ella, se considera una fuente de empleo importante, involucra y fortalece la participación familiar, pretende mantenerse activa a través de generaciones, buscando que las unidades de producción acuícola se consoliden en la sociedad como fuente de alimento de alta calidad a bajos costos permitiendo el desarrollo social y como una alternativa de oportunidades laborales y de desarrollo de la comunidad.

Con la visión de bienestar social, el FCE evalúa su estado a partir del índice de bienestar social (seguridad en el empleo, la salud, la alimentación y hogar). La presión se identifica por el porcentaje de la población económicamente activa de la comunidad que se encuentra trabajando en la UPA. Se impacta al factor cuando parte de una familia trabaja en la unidad de producción. La respuesta es la transición de UPA de la generación actual hacia la siguiente. Con este ciclo se asegura la continuidad del proyecto, a partir de un bienestar en la comunidad y a través de satisfacción de la unidad básica –la familia– de la sociedad.

Los ciclos de indicadores de la ACEA social favorecen la sustentabilidad al comprobar que las personas de las comunidades cercanas o impactadas por la UPA aceptan el producto, están

satisfechas viviendo en la región, las nuevas generaciones de las familias que dependen directamente de la actividad tienen la intención de continuar produciendo organismos acuícolas.

Indicadores ACEA ambiental

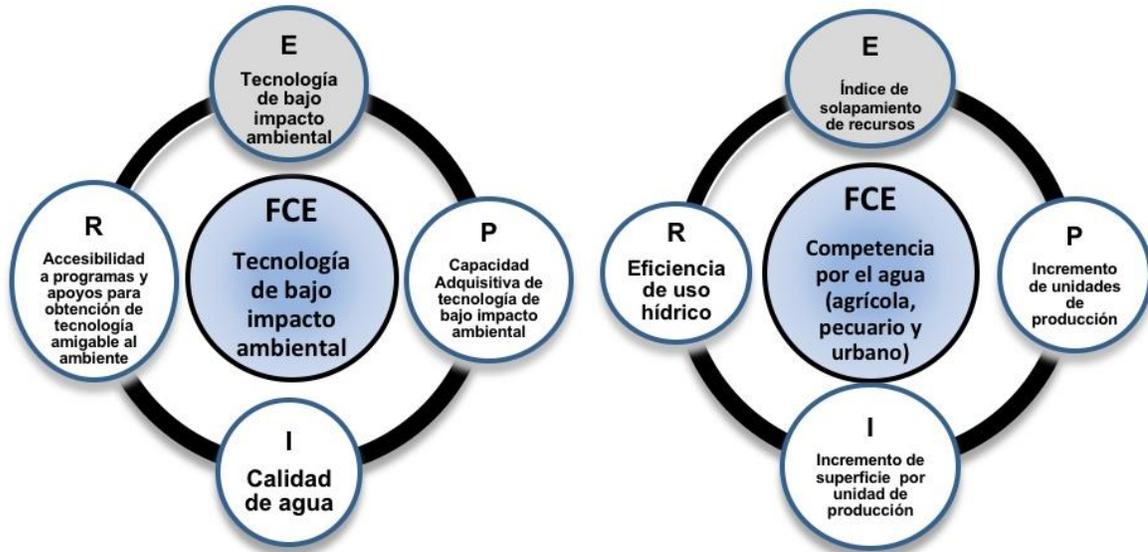


Figura 2. Ciclos de indicadores PEIR de la ACEA ambiental; E – Indicador de estado, P – Indicador de presión. I – Indicador de Impacto, R – Indicador de respuesta

Los indicadores PEIR agrupados en dos ciclos para la ACEA ambiental (figura 2) están basados en el uso, aprovechamiento e implementación de tecnologías de bajo impacto ambiental que permiten un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. Una de las mayores presiones sobre la acuicultura es la contaminación que puede llegar a generar en el agua por un mal manejo de los desechos (principalmente compuestos nitrogenados), es por eso que se debe hacer uso de alternativas que permitan tener una relación más amigable con el ambiente tales como Sistemas de Recirculación Acuícola (García-Pulido *et al.*, 2011).

El primer ciclo se enfoca a las tecnologías de bajo impacto ambiental existentes en las UPA's. El indicador de estado, para este factor de éxito, recopila la tecnología amigable al ambiente disponible al productor. La presión se mide a través de la capacidad para adquirir dicha tecnología, en este indicador se toma en cuenta el presupuesto de la UPA y la convicción de los productores por usar la tecnología. Uno de los recursos más afectados por esta actividad es la calidad del agua en la UPA y en los cuerpos de agua donde se descarga. El impacto en este ciclo está dado por la calidad del agua a la entrada y salida de la UPA. Por último, la respuesta se refleja en la facilidad de las UPA para adquirir tecnología amigable al ambiente.

Bajo el concepto del manejo adecuado de los recursos es importante evaluar la competencia de los mismos entre las diferentes actividades productivas. Para la evaluación acuícola se propusieron indicadores de:

- 1) Estado, índice de solapamiento de los recursos agua y suelo. Es importante conocer la interacción entre las diversas actividades productivas (ganadería, agricultura, forestal, acuícola, etcétera), ya que los recursos son finitos. Evaluar el uso de suelo y la cantidad de agua destinada a la acuicultura para conocer el comportamiento de las unidades de producción, nos permite conocer el estado presente y futuro de la sustentabilidad a partir de la competencia por el recurso agua y suelo entre las diversas actividades humanas.

2) Presión, incremento de las unidades de producción. Este indicador relaciona el incremento de las UPA en una microcuenca con la presión que ejerce su número en el ambiente. Cuando se respeta un plan de desarrollo territorial el incremento de UPA es positivo. En el caso opuesto, el aumento de UPA significa una presión sobre los recursos bióticos y abióticos de un ecosistema.

3) Impacto, Incremento de la superficie por unidad de producción. El ambiente donde se ubican las UPA se ve impactado cuando se incrementa su espejo de agua. Este impacto puede ser positivo cuando se acompaña con tecnología de bajo impacto ambiental (ciclo PEIR anterior). Sin embargo, cuando se lleva a cabo sin conciencia ecológica, los recursos naturales esenciales para esta actividad se ven comprometidos y así también la sustentabilidad.

4) Respuesta, Eficiencia de uso hídrico. Como resultado de la competencia por los recursos (agua y suelo) el uso eficiente del agua en las UPA cierra el ciclo PEIR. Este ciclo vigila la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos por parte de las unidades de producción acuícola y su interacción con otras actividades pecuarias.

Indicadores ACEA económica

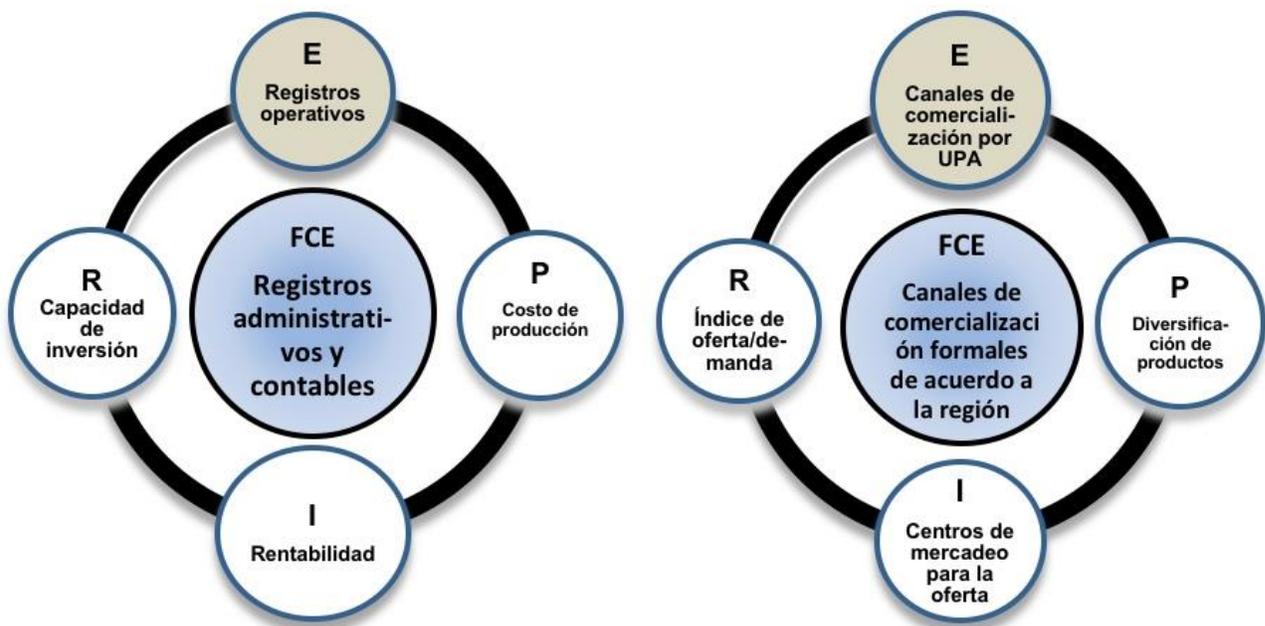


Figura 3. Ciclos de indicadores PEIR de la ACEA económica; E – Indicador de estado, P – Indicador de presión. I – Indicador de Impacto, R – Indicador de respuesta

La figura 3 muestra los ciclos PEIR de la ACEA económica en los cuales se analiza el control y manejo interno de la UPA. García-Mondragón (2011) menciona que es común que no se lleve a cabo un control o un manejo organizativo de la producción. Esto conlleva a no conocer los costos y las ganancias. Asimismo, es importante conocer los canales de comercialización que rodean a las UPA. Tradicionalmente se exhorta a los productores a que busquen formas de incrementar su producción. Sin embargo, en ocasiones lo que se genera no es un bienestar sino problemáticas debido al

desconocimiento de alternativas de comercialización por parte de los productores, así como diferentes alternativas de presentación del producto que permitan incrementar el ingreso a la UPA.

Se propone para el primer ciclo PEIR –Registros Administrativos y Contables– indicadores que permiten mantener un control sobre el manejo de los recursos económicos en la UPA. Carecer de registros necesarios para poder llevar la contabilidad mínima necesaria como registros ante instituciones legales (RNP, tenencia de la tierra, acta constitutiva) y registros operativos de producción (bitácoras de alimentación, ingresos y egresos, biometrías), no podría controlar el proceso productivo, impactando directamente en la rentabilidad de la unidad de producción.

Por lo que es importante tener una regularización en este sentido que permita tener una visión clara de los objetivos alcanzados en el proceso de producción, en lugar de la utilización de indicadores de modelos macrodimensionales que evalúan la accesibilidad a créditos, exportaciones anuales, PIB, etcétera, que no son aplicables para la evaluación de las UPA de países en desarrollo (FOESA, 2010).

Otro factor crítico preponderante en la acuicultura y en cualquier otra actividad productiva es la distribución del producto. Al no contar con una cadena de distribución eficiente, los costos y precios se verán afectados de manera significativa, lo que puede llevar a un freno del desarrollo de la actividad o a su extinción. Por lo que los indicadores propuestos están basados en un inicio en la evaluación de los mercados o canales de comercialización por cada UPA. Es decir, conocer el número de canales con relación directa a la unidad de producción, tales como venta a pie de granja, venta directa del productor al consumidor o venta de productor a intermediario.

Es necesario evaluar las diferentes presentaciones de oferta del producto, las cuales deberán estar estrechamente ligadas a las preferencias y gustos del consumidor, lo que llevará a un equilibrio en el índice de oferta y demanda buscando la creación de nuevos canales de comercialización y nuevos mercados.

Indicadores ACEA Tecnológica

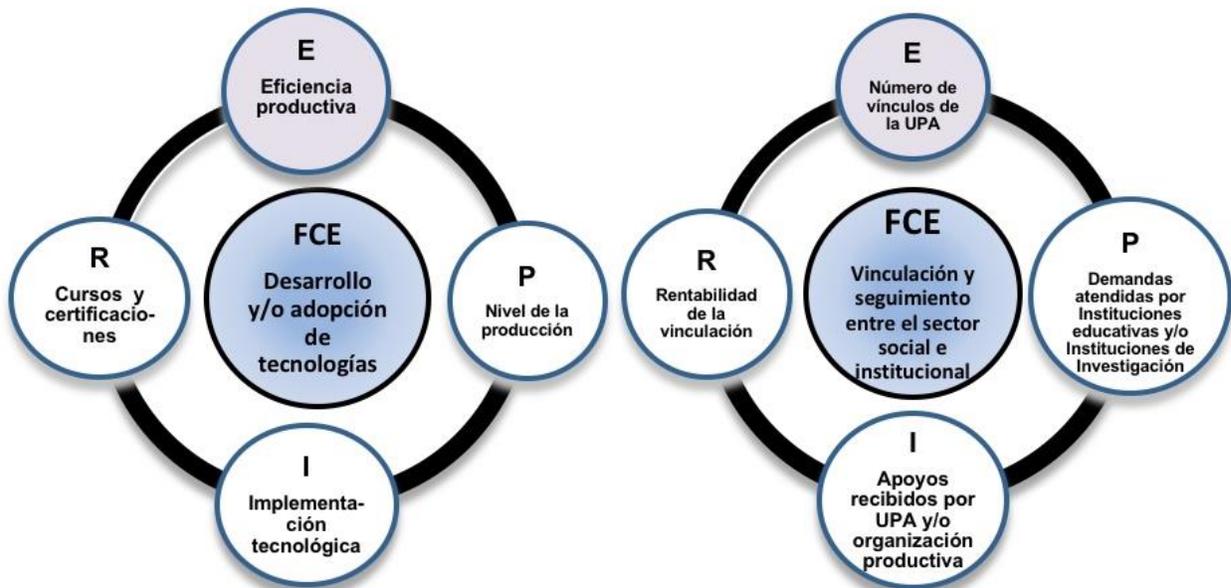


Figura 4. Ciclos de indicadores PEIR de la ACEA tecnológica; E – Indicador de estado, P – Indicador de presión. I – Indicador de Impacto, R – Indicador de respuesta

Para el cuarto eje propuesto o ACEA tecnológica (figura 4) se conformaron dos ciclos de indicadores PEIR basados en las relaciones entre la unidad de producción y el uso de la tecnología, con el fin de mejorar o incrementar la producción teniendo como premisa principal el uso eficiente de los recursos.

Se analiza el impacto de la vinculación entre las instituciones y las unidades de producción. Si no se lleva a cabo una relación articulada entre estas partes, la tecnología desarrollada y/o conocimientos generados se quedan en esfuerzos aislados. Este hecho no permite el desarrollo de una actividad que se considera consolidada y estratégica, llamada a jugar un papel clave en el futuro ante la creciente demanda de proteínas de origen animal a escala mundial (FOESA, 2010).

El primer ciclo PEIR está dirigido a la evaluación del desarrollo y adopción de tecnologías dirigidas a la producción, por lo que es de carácter principal conocer el nivel de eficiencia productiva para un óptimo aprovechamiento de los recursos. Normalmente la eficiencia productiva se encuentra presionada por el nivel de producción que se quiere alcanzar por parte de los propietarios. A su vez se tiene un alto impacto cuando los operarios cuentan con los conocimientos necesarios para el manejo de la tecnología, de lo contrario se restringe el nivel de producción y por ende frena el uso y adopción de nuevas tecnologías que permitirían potencializar el crecimiento de la actividad, así como reducir los costos de producción y el desarrollo de nuevos productos.

Es importante destacar la relación entre las instituciones de investigación y el sector productivo. La fragmentación entre estos dos eslabones en la cadena productiva frenará el desarrollo de nuevas tecnologías debido al desconocimiento de las necesidades propias de cada UPA. Razón por la cual se debe evaluar el número de demandas por parte de la actividad acuícola y el número de resoluciones ofrecidas por parte de las instituciones de investigación. Esta interrelación entre los dos eslabones debería verse reflejada en un mayor número de apoyos tecnológicos recibidos por cada unidad de producción ya sea en equipo, técnicas y procesos, módulos demostrativos, etcétera. Esta interacción permite la divulgación del conocimiento incrementado los productos derivados de la investigación, buscando dar solución a las demandas del sector productivo y el fortalecimiento de los vínculos entre las instituciones y las UPA.

EL MODELO EISA COMO BASE DEL NUEVO PARADIGMA

El modelo que presentamos como base para incidir en el nuevo paradigma propuesto, parte del razonamiento inductivo. Este tipo de pensamiento siempre hace referencia a la realidad, requiere comprender la información, evaluarla y genera una nueva; se caracteriza por ser un razonamiento abierto, flexible, por tener una disposición positiva al cambio en caso de obtener nuevos datos sobre las apreciaciones elaboradas (Sanz de Acedo y Sanz de Acedo, 2006). Estas características son las que se buscan en la evaluación de la sustentabilidad. Se quiere que sea realista, dinámica flexible y que responda a los cambios básicos de la actividad.

Bajo este esquema y el uso de la GIRH, el modelo se generó a partir del consenso de los diversos actores de la acuicultura: productores de diferentes especies, autoridades gubernamentales y académicos. A través del Foro de Sustentabilidad Acuícola, en donde participaron 30 personas que representaron de manera equivalente los tres tipos de actores involucrados en la actividad. Se logró expresar la estructura del modelo. Conformada por indicadores dinámicos, medibles temporal y espacialmente, con una alta resiliencia y fáciles de obtener.

La formulación del modelo de EISA se ha basado en el esquema PEIR: permite tener un patrón balanceado. Con un total de 32 indicadores con el mismo peso específico, dividido en cuatro ejes principales, con ocho factores críticos de éxito. Esta organización conlleva un formato equitativo en comparación con otros modelos propuestos (INEGI, 2000; Santinelli, 2009; FOESA, 2010; Carrillo *et al.*, 2013). Los cuales al presentar diferente número de indicadores y pesos específicos por eje rompen con la premisa de equilibrio de la sustentabilidad, ya que son dirigidos hacia intereses de un grupo específico.

De igual forma se pretende erradicar la visión errónea de segmentación de la sustentabilidad llevada a cabo en diversos trabajos o modelos de evaluación los cuales son catalogados como “Sustentabilidad social, Sustentabilidad ambiental y Sustentabilidad económica” (INEGI, 2000; Santinelli, 2009; FOESA, 2010; Carrillo *et al.*, 2013). Estos, se enfocan unidireccionalmente en estudios de viabilidad económica, de impacto ambiental y evaluaciones de desarrollo social, lo que es un error ya que la sustentabilidad es única e indivisible. Debe ser analizada en su conjunto como un todo.

Los indicadores resultantes de este modelo, al ser generados partiendo de una microdimensión (unidad productiva como base de la actividad), permiten tener una visión multisectorial sobre los puntos claves basados en los principales FCE para poder conocer el nivel de sustentabilidad de la actividad acuícola. Lo cual contrasta con aquellos modelos que son generados para la evaluación de la sustentabilidad a partir de una macrodimensionalidad como el proyecto MEDITERRANE-ON, que generó indicadores de evaluación acuícola para la región del Mediterráneo (FOESA, 2010).

Un esquema de seguimiento a través de indicadores se construye a partir de voluntad social y la opinión de expertos e interesados en la materia, cuyo propósito explícito es tomar decisiones integrales que beneficien a la comunidad rural y establezcan un sistema de seguimiento sobre metas, principios, criterios, indicadores, verificadores y comparativos (Torres, 2008; Basurko, 2012) y no se construyen partiendo de lo general a lo particular.

La evaluación, inductiva, a partir de la unidad básica de la actividad conlleva a la detección de la sustentabilidad en mercados fragmentados, es decir, mercados locales dando una visión de la interacción del ser humano en los territorios de influencia directa con instituciones y empresas locales. Toda evaluación tiene como fin estipular las acciones que se han de reforzar para llegar a una meta, al enfocar la evaluación hacia un contexto básico como lo es la UPA se refuerza la visión sustentable disminuyendo visiones como el colonialismo intelectual o la desintegración económico-social lo que consolida los esfuerzos hacia la sustentabilidad (Iglesias-Piña y Ramírez-Hernández, 2008).

El estudio del desarrollo sustentable, como el de otros fenómenos sociales, encarna en esencia una naturaleza compleja y diversa, resultado de la interacción de muchas variables que intervienen simultáneamente y cuya ponderación no se puede establecer de manera anticipada. Acorde con estos postulados, este modelo propone el desarrollo sustentable como resultado de la interacción de factores que comprometen dimensiones económicas, sociales, ambientales y tecnológicas. Demuestra que para estudiar de manera comprensiva e integral tales dimensiones, se demanda el uso de técnicas de análisis que den cuenta de esta integralidad y permitan incorporar indicadores que se consideren de forma transversal en todos los ejes de la sustentabilidad.

La evaluación de la sustentabilidad acuícola debe llevarse a cabo bajo la teoría de un conjunto que involucre todos los componentes dentro del proceso productivo, así como la interrelación de las variables tanto cualitativas como cuantitativas, englobadas en un número de indicadores que permitan analizar los puntos críticos internos y externos que partan de la unidad de producción, la cual deberá considerarse como el estrato o nivel basal, para que a partir del análisis de ésta unidad se construyan los indicadores a niveles superiores.

REFERENCIAS

- Belfiore S M, Balgos B, McLean J, Galofre M, Blaydes y D. Tesch. *A reference guide on the use of indicators for integrated coastal management. International workshop: The role of indicators for integrated coastal management*. Ottawa, 2002; 136 pp.
- Bhamra T y Lofthouse V, *Design for Sustainability: a Practical Approach*. Gower, London, 2007; p. 184.
- Bhamra TA, Evans S, McAlbone TC, Simon M, Poole S, Sweatman A. "Integrating environmental decisions into the product development process. Part 1 the early stages". In: *Proceedings to the 1st International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing*. EcoDesign '99. Tokyo, 1999; 1-3 February, pp. 329-334.
- Bontkes T, van Keulen H. "Modeling the Dynamics of Agricultural Development at Farm and Regional Level. *Agricultural Systems* (76): 2003; 379-396.
- Burgess J, Clark J, Harrison C. "Knowledge's in Action: An Actor Network Analysis of a Wetland Agri-environment Scheme". en *Ecological Economics* (35): 2000; 119-132.
- Carrillo-Rodríguez J, Toca CE. *Desempeño sostenible en Bogotá: construcción de un indicador a partir del desempeño local*. *EURE (Santiago)*, 39 (117), 2013; pp165-190
- Consejo Nacional de Población en www.conapo.gob.mx 2004
- Díaz-Delgado C, Esteller MV, Velazco-chilpa A, Martínez-Vilchis J, Arriaga-Jordan, CM, Vilchis-Francés AY, Manzano-Solís LR, Colín-Mercado M, Miranda-Juárez S, Uribe-Caballero MLW, Peña-Hinojosa A. Guía de planeación estratégica participativa para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Capitulo Estado de México. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México y Red Interinstitucional e Interdisciplinaria de Investigación, Consulta y Coordinación Científica para la Recuperación de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago (RED LERMA). 2009.
- Díaz E, Aranguren J. Diseño educativo para la formación de facilitadores en el uso sustentable del recurso agua. *Paradigma*, vol.28, n.2 2007; pp. 109-130.
- Durán D, Lukez B. *Geografía de la Argentina*, Editorial Troquel. 2001
- INE....Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. *Indicadores de Desarrollo Sustentable en México*, Impreso en México. 2000
- García-Mondragón D. Tesis Doctoral "Caracterización de los sistemas de producción trutícola del Estado de México". Universidad Autónoma del Estado de México, Maestría y Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 2011.
- LOPSAPS..... Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. LOPSAPS. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, 5568 (Extraordinario), 2001.
- Meadows D, Randers J, Behrens W. *The Limits to Growth*. New York, Signet Books. 1972.
- FAO [Food and agriculture organization of the united nations]. Aspects of FAOs policies, programmes, budget and activities aimed at contributing to sustainable development. Document to the ninety-fourth Session of the FAO Council, Rome, 15-25 1988; Rome, FAO, CL94/6.
- Fernández A. *El Balanced Scorecard: ayudando a implantar la estrategia Departamento de Contabilidad y Control*. En IESE revista de antiguos alumnos. Barcelona, España. Marzo-abril, 2001; pp. 31-42.
- FOESA. Definición de indicadores de sostenibilidad en la acuicultura mediterránea. FOESA, Madrid, España. 2010.
- FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2006. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. 2007.
- García-Pulido D, Gallego-Alarcón I, Díaz-Delgado C, Fall C, Burrola-Aguilar C. Evaluación de un sistema de recirculación y acondicionamiento de agua en truticultura. *Tecnología y ciencias del agua*. 2011; 2(1):86-93.
- Gibson RB. Sustainability assessment: basic components of a practical approach. *Impact Assess. Project Appraisal* 24 (3), 2005; 170-182.
- Goodland R. Sustainability: Human, Social, Economic and Environmental, In John Wiley and Sons, L., (Ed.), *Encyclopaedia of Global Environmental Change*, 2002; vol. 4.

- Global Water Partnership (GWP). *Manual para gestión integrada de los recursos hídricos en cuencas*. Global water partnership. 2009; pp. 1-112.
- Hernández-Llamas A, Hernández-López J, Ibarra-Humphries AM, Lechuga-Deveze C, Mazón-Suáztegui JM, Muhlia-Melo AF, Naranjo-Páramo J, Pérez-Enríquez R, Porchas-Cornejo, Portillo-Clark G, Pérez-Urbiola JC. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura. 2007.
- Haro-Martínez A. y Tadei-Bringas I. Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio*. 14(46), 2014:743-767.
- Iglesias-Piña D., y Ramírez-Hernández J. J. La formación de sistemas productivos locales, *Teoría y Praxis*. 5, 2008:51-67
- INEGI. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. Agenda 21. 1999; México
- Islam S. Economic Modeling in Sustainability Science: Issues, Methodology and Implications. *Environment, Development and Sustainability* (7): 2005; 377–400.
- Johnston P, Everard M, Santillo D, Robert K.-H. *Reclaiming the definition of sustainability*. environmental science pollution research. 14 (1), 2007; 60-66.
- Filho W. L., Pociovalisteanu D., y Al-Amin A. Q. Sustainable economic development. Green economy and green growth. Springer. 2017; Inglaterra
- López-Ridaura S, Van Keulen H, Van Ittersum M, Leffelaar P. Multiscale Methodological Framework to Derive Criteria and Indicators for Sustainability Evaluation of Peasant Natural Resource Management Systems. *Environment, Development and Sustainability* (7): 2005; 51–69.
- Magallón-Barajas FJ, Villarreal-Colmenares H, Arcos-Ortega F, Avilés-Quevedo S, Civera-Cerecedo R, Cruz-Hernández P, González-Becerril A, Gracia-López V, Hernández-Llamas A, Hernández-López J, Ibarra-Humphries AM, Lechuga-Deveze C, Mazón-Suáztegui JM, Muhlia-Melo AF, Naranjo-Páramo J, Pérez-Enríquez R, Porchas-Cornejo Portillo-Clark G, Pérez-Urbiola JC. *Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en México*. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura. 2007.
- Menge M. Experiences with the Application, Recordation and Valuation of Agri–environmental Indicators in Agricultural Practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (98): 2003; 443–451.
- Meyer–Aurich A. Economic and Environmental Analysis of Sustainable Farming Practices—A Bavarian Case Study. *Agricultural Systems* (86): 2005; 190–206.
- Moldan B, Dahl AL. “Challenges to sustainability indicators”. En T. Hák, B. Moldan & A. L. Dahl (Eds.). *Sustainability Indicators: A Scientific Assessment* Washington, D.C.: Island Press. 2007; (pp. 1-24).
- Namkoong G, Boyle T, Gregorius H, Joly O, Savolainen W, Ratnam & A. Young. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. Center for International Forestry Research, Indonesia, 1996; 12 pp.
- Prabhu R, Colfer C, Shepherd G. Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible: nuevos hallazgos de la investigación realizada por CIFOR al nivel de unidad de manejo forestal. Documento red forestal para el desarrollo rural, 23: 1998; 24 pp.
- Pearce O. Holistic assessment of sustainability and its application at Halcrow. *J. Corporate Citizenship* 2008; 30 (30), 37-65.
- Pope J, Morrison-Saunders A, Annandale D. Applying sustainability assessment models. *Impact Assess. Project Appraisal* 2005; 23 (4), 293-302.
- Rigby D, Woodhouse P, Young T, Burton M. Constructing a Farm Level Indicator of Sustainable Agriculture Practice. *Ecological Economics* 2001; (39): 463–478.
- Rosental M, Ludin P. *Diccionario Filosófico Abreviado*. Editora Política, La Habana. 1994.
- Santinelli J. Indicadores socio-económicos del sector pesquero y acuícola. Comisión de pesca comité del centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria, Cámara de Diputados 2009.
- Sanz de Acedo B. M. T., y Sanz de Acedo L. M. L. Razonamiento inductivo, inteligencia y aprendizaje. *Huarte de San Juan Psicología y Pedagogía*. 2006; (13) 7 – 20.

- Torres-Lima P., Rodríguez-Sánchez L., y Sánchez-Gerónimo O. Evaluación de la sustentabilidad del desarrollo regional. El marco de la agricultura. *Región y Sociedad*. 2004; 16(29):109-144.
- Tugnoli A, Santarelli F, Cozzani V. An approach to quantitative sustainability assessment in the early stages of process design. *Environmental Science & Technology*. 2008. 42(12), 4555-4562..
- Torres-Lima PA, Martínez-Cano AG, Portes-Vargas L, Rodríguez-Sánchez LM, Cruz-Castillo JG. Construcción local de indicadores de sustentabilidad regional: Un estudio de caso en el semidesierto del noreste de México. *Región y sociedad*, 2008; 20(43), 25-60.

Fwd: [ERA] Acuse de recibo de envío

Ivan Gallego Alarcon <iga@uaemex.mx>

jue 12/07/2018 06:19 p.m.

Para:Ivan <ivancz78@hotmail.com>;

Descarga [Outlook para iOS](#)

De: Dr. Efraín de la Cruz Lázaro <editorera1@ujat.mx>

Enviado: jueves, julio 12, 2018 6:14 p. m.

Para: Ivan Gallego Alarcon

Asunto: [ERA] Acuse de recibo de envío

Dr Ivan Galllego Alarcon:

Gracias por enviar el manuscrito "ESTADO ACTUAL DE LA SUSTENTABILIDAD TRUTÍCOLA EN MÉXICO" a Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. Con nuestro sistema de gestión de revistas en línea, podrá iniciar sesión en el sitio web de la revista y hacer un seguimiento de su progreso a través del proceso editorial.

URL del manuscrito:

<http://era.ujat.mx/index.php/rera/author/submission/1916>

Nombre de usuario/a: ivangallego

En caso de dudas, contacte conmigo. Gracias por elegir esta revista para publicar su trabajo.

Dr. Efraín de la Cruz Lázaro

Ecosistemas y Recursos Agropecuarios

Ecosistemas y

Recursos Agropecuarios

<http://era.ujat.mx>

6. ESTADO ACTUAL DE LA SUSTENTABILIDAD TRUTÍCOLA EN MÉXICO

CURRENT STATE OF RAINBOW TROUT CULTURE SUSTAINABILITY IN MEXICO

Sustentabilidad Trutícola en México

Iván Cervantes-Zepeda¹, Iván Gallego-Alarcón¹, Carlos Díaz-Delgado¹, Anastacio García-Martínez², Selene Ortiz-Velázquez¹, David García-Mondragón³, Daury García-Pulido¹, Carlos Roberto Fonseca-Ortiz¹.

¹Centro Interamericano de Recursos del Agua, UAEMéx., ²UAP Temascaltepec, UAEMéx

RESUMEN

El consumo de alimentos acuícolas ha aumentado significativamente derivado del incremento de la población mundial y la búsqueda de fuentes de proteína saludables, por esta razón la acuicultura ha tenido un repunte en los últimos años en su crecimiento. Pero, los recursos naturales involucrados en esta actividad cada vez tienen mayor presión ambiental y social, que lleva a esta actividad productiva ha estar dentro de los lineamientos de la sustentabilidad “Cubrir las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras” se debe basar en sus tres ejes: económico, social y ambiental. Con la inclusión de un cuarto: tecnología. En el Estado de México la truticultura se ha consolidado de manera importante. Manteniendo al estado como el primer productor nacional con el 52% de la producción total del país. Debido a su importancia el objetivo de este trabajo es llevar a cabo un análisis de sustentabilidad a 18 unidades de producción mediante el uso de indicadores PEIR y conocer su estado actual. Estos indicadores conforman el Modelo inductivo de evaluación para la sustentabilidad acuícola. Como resultados del estudio observamos un incremento de consumo de productos acuícolas del 28%, el 94% de las unidades de producción tienen bajos costos de producción, buenos rendimientos, pero funcionan a un 63% de su capacidad y el 27% de las granjas presentan tecnología de bajo impacto ambiental. Lo cual ubica a la truticultura como una actividad que no es 100% sustentable, ya que solo el eje social es superior al 50% de su potencial.

Palabras clave: Evaluación, Modelo inductivo, Indicadores PEIR, Producción, Rendimiento.

ABSTRACT

The consumption of fish has increased significantly due to the increase in the world population and the search for healthy sources of protein, for this reason aquaculture has seen an ascent in recent years in its growth. But, the natural resources involved in this activity increasingly have greater environmental and social pressure, which leads to this productive activity to be within the guidelines of sustainability "meet the needs of the present without compromising future generations" and should be based on its three axes: economic, social and environmental. With the inclusion of a fourth: technology. In the State of Mexico, Rainbow trout culture has consolidated and maintains this state as the first national producer with 52% of the total production of the country. Due to its importance, the objective of this work is to carry out a sustainability analysis of 18 production units through the use of PEIR indicators and to know their current status. These indicators make up the inductive evaluation model for aquaculture sustainability. As a result of the study we observed an increase in the consumption of aquaculture products of 28%, 94% of the production units have low production costs, good yields, but they operate at 63% of their capacity and 27% of the farms present technology with low environmental impact, which does not allow trout farming to be a 100% sustainable activity, since only the social axis exceeds 50% of its potential.

Keywords: Inductive evaluation model, Evaluation, PEIR indicators, Production, Yield.

7. ESTRATEGIAS

Como resultado de la aplicación del modelo EISA en las granjas del Estado de México se planteo un conjunto de estrategias que permitan un crecimiento de la acuicultura en los próximos 10 años, cada estrategia fue desarrollada con base a los resultados de cada ACEA y los valores de cada indicador, generando programas y proyectos.

ACEA SOCIAL	
Estrategia: Impacto de la acuicultura	
Programa	Proyectos
Fomento a la actividad acuícola	Desarrollo de la acuicultura
	Fomento al consumo

Tabla 2. Programa y proyectos de la estrategia impacto a la acuicultura.

Impacto de la acuicultura: Concientizar sobre el rol que desempeña la acuicultura como actividad económica y de desarrollo social, así como destacar la importancia del consumo de productos de origen acuícola para la salud y la conservación ambiental.

Objetivos del programa

Consiste en incrementar el consumo de productos acuícolas mediante la implementación de acciones integrales que posicionen los alimentos acuícolas como una fuente principal de proteína

Mejorar el desempeño de los Comités Sistema Producto Acuícolas a través de mecanismos de planeación, comunicación y concertación permanente, entre los actores económicos y que participen en la instrumentación de políticas, planes y programas de desarrollo rural.

Proyectos

Desarrollo de la acuicultura.

Tiene como objetivo diversificar las actividades económicas a nivel familiar, comunitario, nacional y regional. Esto incluye actividades a nivel de las granjas, así como el empleo fuera de ellas en tareas de suministro de insumos y de comercialización, las instalaciones de tratamiento y de gestión. teniendo en cuenta que la seguridad como la calidad de los alimentos han de promoverse como componentes clave de bienestar mediante el uso de campañas integrales de promoción de la actividad.

Diversificación de oportunidades y bienestar social	ACTUAL	PROYECCIÓN A 10 AÑOS	CRECIMIENTO %
E. (2) Índice de bienestar social y empleo	0.70	0.84	20
P. (2) Población económicamente activa por UPA	0.24	0.34	100
I. (2) Participación familiar	0.68	0.81	20
R. (2) Sucesión generacional	0.62	0.75	20

Tabla 3. Proyección del FCE Diversificación de oportunidades y bienestar social.

Fomento al consumo.

Incrementar el consumo de productos acuícolas mediante campañas de difusión, estudios de mercado, diagnóstico y monitoreo de consumo, análisis nutrimental, promoción en eventos y ferias regionales, nacionales e internacionales para fomentar el consumo de pescados y mariscos.

Consumo de pescados y mariscos	ACTUAL	PROYECCIÓN A 10 AÑOS	CRECIMIENTO %
E. (1) Índice de consumo	0.66	0.79	30
P. (1) Preferencia y gustos	0.81	0.97	20
I. (1) Frecuencia de consumo	0.66	0.8	25
R. (1) Puntos de venta	0.45	0.59	30

Tabla 4. Proyección del FCE Consumo de pescados y mariscos.

Entregables:

Material de difusión impreso, digital y audiovisual, así como material informativo, didáctico y publicitario.

Estadísticas sobre el consumo per cápita de productos acuícolas.

Censos sobre el impacto de la actividad acuícola en la población económicamente activa.

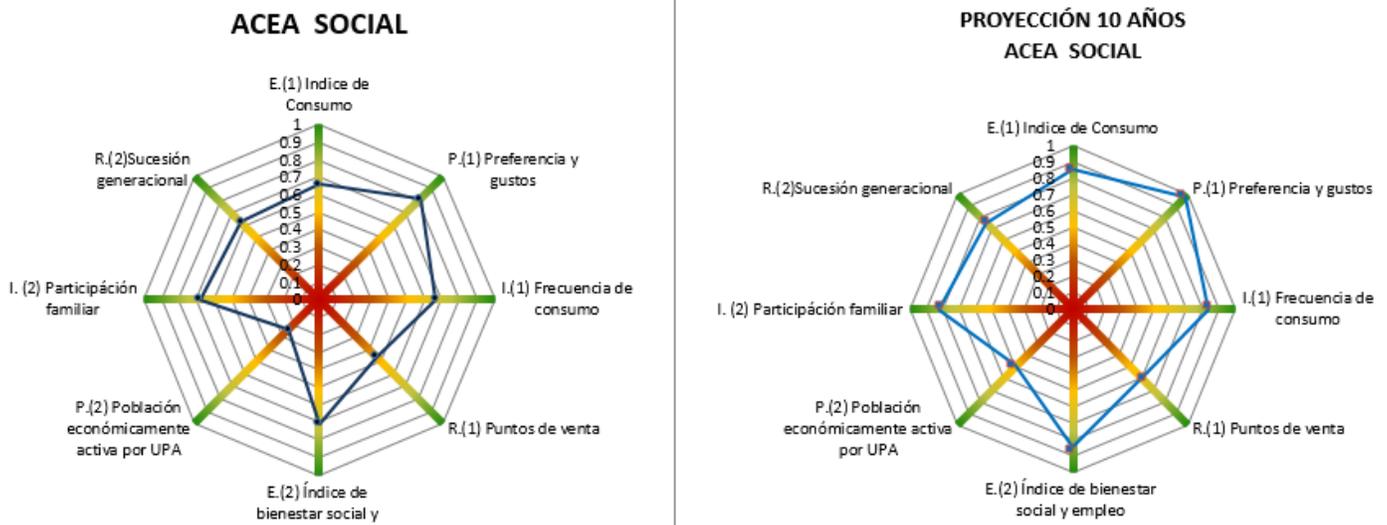


Figura 6. Proyección de la ACEA social.



Figura 7. Escala de valor del modelo EISA.

ACEA ECONÓMICA	
Estrategia: Industrialización de la acuicultura	
Programa	Proyecto
Proyección de la acuicultura de actividad secundaria a primaria	Cursos y capacitaciones
	Transformación y mercadeo

Tabla 5. Programa y proyectos de la estrategia industrialización de la acuicultura.

Industrialización de la acuicultura: Estandarización de procesos para consolidar a la acuicultura como una actividad primaria en la economía familiar y social proveyendo de las herramientas básicas que permitan un crecimiento y desarrollo de la acuicultura y los productos derivados de esta actividad productiva.

Objetivos del programa:

Realizar estudios, proyectos y certificaciones. (Estudios de mercado, certificación, esquemas de calidad, formulación de proyectos productivos, planes de negocios, desarrollo de nuevos productos, valor agregado, diseño de imagen y empaque de productos acuícolas).

Conformación de centros de servicios empresariales, empresas integradoras y comercializadoras.

Proyectos:

Cursos y capacitaciones.

Para poder industrializar la acuicultura es necesario que los productores conozcan y manejen aspectos básicos de contabilidad, elaboración de bitácoras operativas y de producción que cuenten con una capacidad de análisis e interpretación de datos, por lo que deberán actualizarse para que puedan llevar a cabo un manejo efectivo de su UPA.

Registros administrativos y contables	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (1) Registros operativos	0.52	0.83	60
P. (1) Costo de producción	0.94	0.99	5
I. (1) Rentabilidad	0.30	0.76	150
R. (1) Capacidad de inversión	0.67	0.81	20

Tabla 6. Proyección del FCE Registros administrativos y contables.

Transformación y mercadeo.

La acuicultura es una actividad que permite tener un gran número de diversificación de productos y la transformación de éstos otorgarle un valor agregado, por lo que es importante que los productores cuenten con equipamiento para realizar actividades de transformación de productos, equipamiento para realizar actividades de comercialización y estén familiarizados con cadenas de valor, puntos de venta que les permitan tener precios competitivos para mejorar la rentabilidad de la actividad.

Canales de comercialización formales de acuerdo a la región	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (2) Canales de comercialización por UPA	0.51	0.72	40
P. (2) Diversificación de productos	0.40	0.81	100
I. (2) Centros de mercadeo para la oferta	0.53	0.85	60
R. (2) Índice de oferta/demanda	0.56	0.74	30

Tabla 7. Proyección del FCE Canales de comercialización formales de acuerdo a la región.

Entregables:

Desarrollo de un software de apoyo de contabilidad básica

Proyecciones de producción a corto, mediano y largo plazo.

Manuales de comercialización y transformación de productos acuícolas para ofrecer un valor agregado.

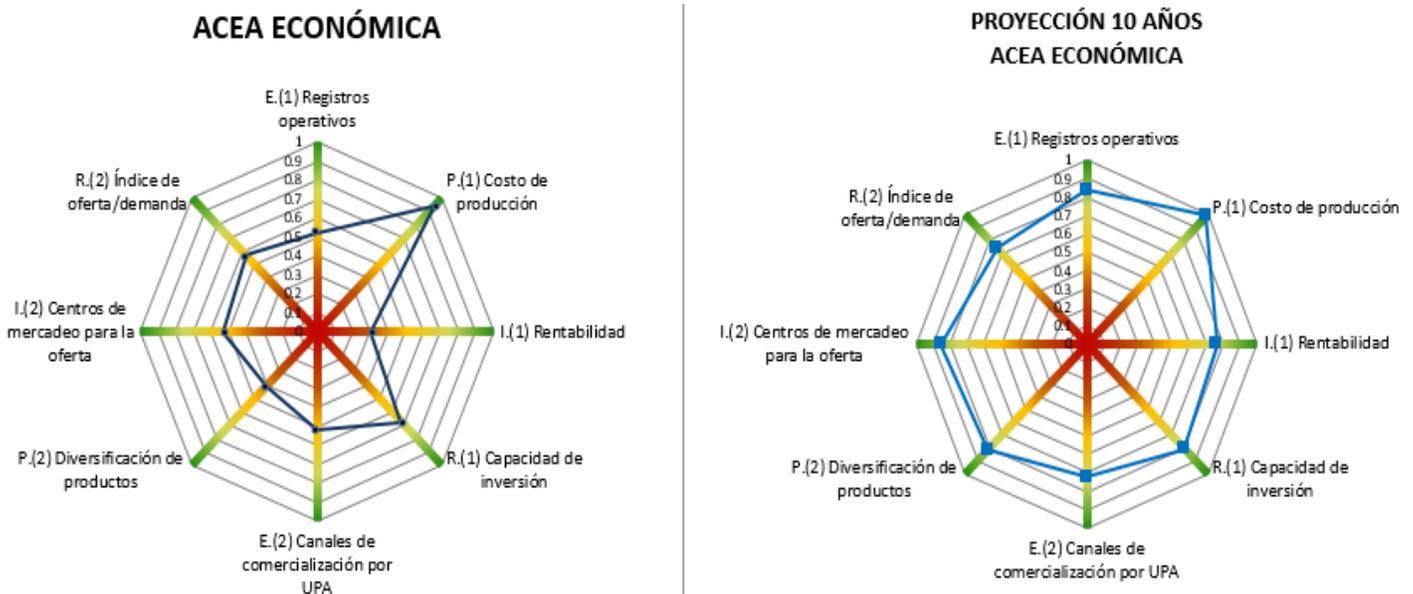


Figura 8. Proyección de la ACEA Económica.

ACEA TECNOLÓGICA	
Estrategia: Implementación tecnológica	
Programa	Proyecto
Acuicultura comercial en aguas interiores	Potencialización de la producción
	Transferencia tecnológica

Tabla 8. Programa y proyectos de la estrategia implementación tecnológica.

Implementación tecnológica: Desarrollo y aplicación de tecnologías adecuadas para la acuicultura local que permita el mayor aprovechamiento de los recursos naturales, potencializando la producción, mediante la transferencia de tecnologías y fortaleciendo la vinculación entre instituciones y productores.

Objetivos del programa:

Promover el aumento de la producción acuícola nacional, mediante el apoyo para la adquisición de equipamiento, insumos biológicos

Fortalecer la asistencia técnica que contribuya al mejoramiento de las unidades de producción acuícola que se encuentren debidamente registradas dentro de la población objetivo.

Proyectos.

Potencialización de la producción.

El incremento de la producción acuícola se encuentra estrechamente ligado al crecimiento de la actividad por lo que se debe buscar que las unidades productivas acuícolas UPAs alcancen su máximo potencial de producción lo que es importante llevar a cabo cursos de producción acuícola, capacitación de nuevas tecnologías que permitan el aprovechamiento óptimo de los recursos mediante el fomento de Innovación de tecnologías locales que permitan mejorar la infraestructura productiva (Invernaderos, sistemas de cultivo, jaulas, tinas, estanques, bodega de alimento y maternidades), e insumos biológicos adecuados a las necesidades de la granja.

Desarrollo y/o adopción de tecnologías Indicadores impactados	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (1) Eficiencia productiva	0.64	0.80	25
P. (1) Nivel de la producción	0.36	0.72	100
I. (1) Implementación tecnológica	0.70	0.84	20
R. (1) Cursos y certificaciones	0.48	0.72	50

Tabla 9. Proyección del FCE Desarrollo y/o adopción de tecnologías Indicadores impactados.

Transferencia tecnológica.

Proceso en el que se transfieren habilidades, conocimiento, tecnologías, métodos de fabricación, muestras de fabricación e instalaciones entre los gobiernos o las universidades y empresas privadas para asegurar que los avances científicos y tecnológicos sean accesibles a un mayor número de usuarios que puedan desarrollar y explotar aún más esas tecnologías en nuevos productos y crear valor, procesos, aplicaciones, materiales o servicios mediante la vinculación de las instituciones y los productores, para poder llevar a cabo esta transferencia tecnológica será necesario ofrecer pláticas, talleres y reuniones, desarrollo de modelos piloto para la demostración de nuevas tecnologías y la formación de consejos de investigación y vinculación.

Vinculación y seguimiento entre el sector social e institucional	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (2) Número de vínculos de la UPA	0.40	0.65	60
P. (2) Demandas atendidas por instituciones educativas y/o instituciones de investigación	0.3	0.75	150
I. (2) Apoyos recibidos por UPA y/o organización productiva	0.46	0.92	100
R. (2) Rentabilidad de la vinculación	0.44	0.8	80

Tabla 10. Proyección del FCE Vinculación y seguimiento entre el sector social e institucional.

Entregables:

Transferencia de tecnologías.

Manuales de asistencia técnica especializada (Programa de capacitación, instalación puesta en marcha, acompañamiento y/o asesoría por parte de un técnico especializado).

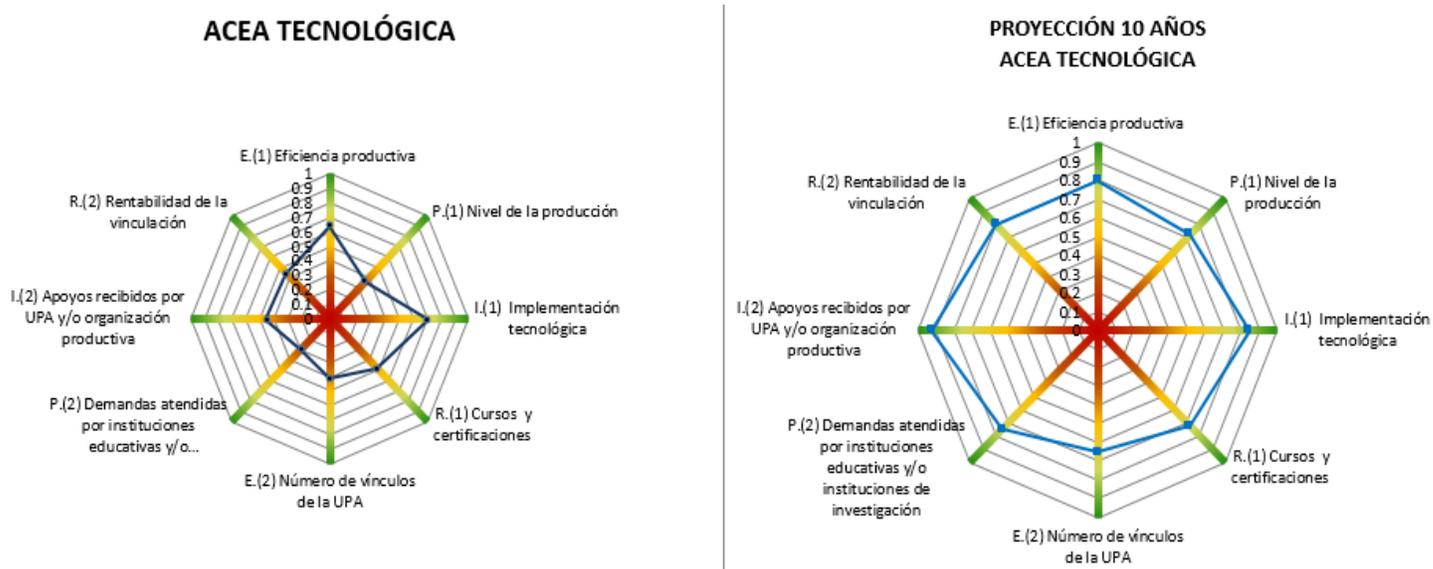


Figura 9. Proyección de la ACEA Tecnológica.

ACEA AMBIENTAL	
Estrategia: Monitoreo de la acuicultura en el ecosistema	
Programa	Proyecto
Ordenamiento y vigilancia acuícola	Fomento de manifiesto de impacto ambiental
	Implementación de tecnologías de bajo impacto ambiental (TBIA)

Tabla 11. Programa y proyectos de la estrategia monitoreo de acuicultura en el ecosistema.

Monitoreo de la acuicultura en el ecosistema: Reducción del impacto ambiental por parte de la acuicultura, buscando conformarla como una actividad responsable con el ambiente mediante el uso y desarrollo de tecnologías de bajo impacto ambiental que permitan el mayor aprovechamiento de los recursos naturales.

Objetivos programa:

Propiciar el aprovechamiento de los recursos acuícolas a estándares de sustentabilidad.

Incorporación de nuevos esquemas de administración y medidas de manejo específicas por actividad acuícola, estableciendo y/o fortaleciendo los esquemas de vigilancia en colaboración con productores.

Disminución del impacto de la actividad en el ambiente.

Proyectos.

Fomento de manifiesto de impacto ambiental.

Una evaluación ecológica puede proporcionar información sobre temas ecológicos relacionados con el proceso de la acuicultura, teniendo en cuenta los insumos, el uso de recursos y los productos. A menudo, estos problemas están vinculados con un problema social. Ello podría ser una causa o una consecuencia, y la mayoría de las veces afecta a las comunidades locales, aunque también podría tener consecuencias nacionales; por lo tanto, es aconsejable una evaluación paralela de las condiciones de evaluación y priorización de competencia y el uso razonado de recursos.

Competencia por el agua (agrícola, pecuario y urbano)	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (2) Índice de solapamiento de recursos	0.5	0.75	50
P. (2) Incremento de Unidades de Producción	0	0.5	50
I. (2) Incremento de superficie por unidad de producción	0.5	0.6	20
R. (2) Eficiencia de uso hídrico	0.89	0.97	10

Tabla 12. Proyección del FCE Competencia por el agua (agrícola, pecuario y urbano).

Implementación de tecnologías de bajo impacto ambiental (TBIA)

Los crecientes niveles de contaminación de los recursos acuáticos tienen un efecto negativo sobre la productividad de la acuicultura, la seguridad de los productos y la rentabilidad. La contaminación puede ser en forma de aumento del contenido de nutrientes (p. ej., el escurrimiento de aguas residuales domésticas, agrícolas y ganaderas) que conduce a la eutrofización y, posiblemente a la proliferación de algas, los metales pesados, bifenilos policlorados (PCBs), etc. por lo que es importante promover la importancia TBIA, Impulsar apoyos para obtención TBIA. la capacitación en el uso y manejo de TBIA.

Tecnología de bajo impacto ambiental	ACTUAL	Proyección en 10 años	Crecimiento %
E. (1) Tecnología de bajo impacto ambiental	0.25	0.75	200
P. (1) Capacidad Adquisitiva de tecnología de bajo impacto ambiental	0.27	0.69	150
I. (1) Calidad de agua	1	1	-
R. (1) Accesibilidad a programas y apoyos para obtención de tecnología amigable al ambiente.	0.29	0.59	100

Tabla 13. Proyección del FCE Tecnología de bajo impacto ambiental.

Entregables:

Ordenamiento de la actividad acuícola.

Reportes mensuales sobre de calidad de agua por granja

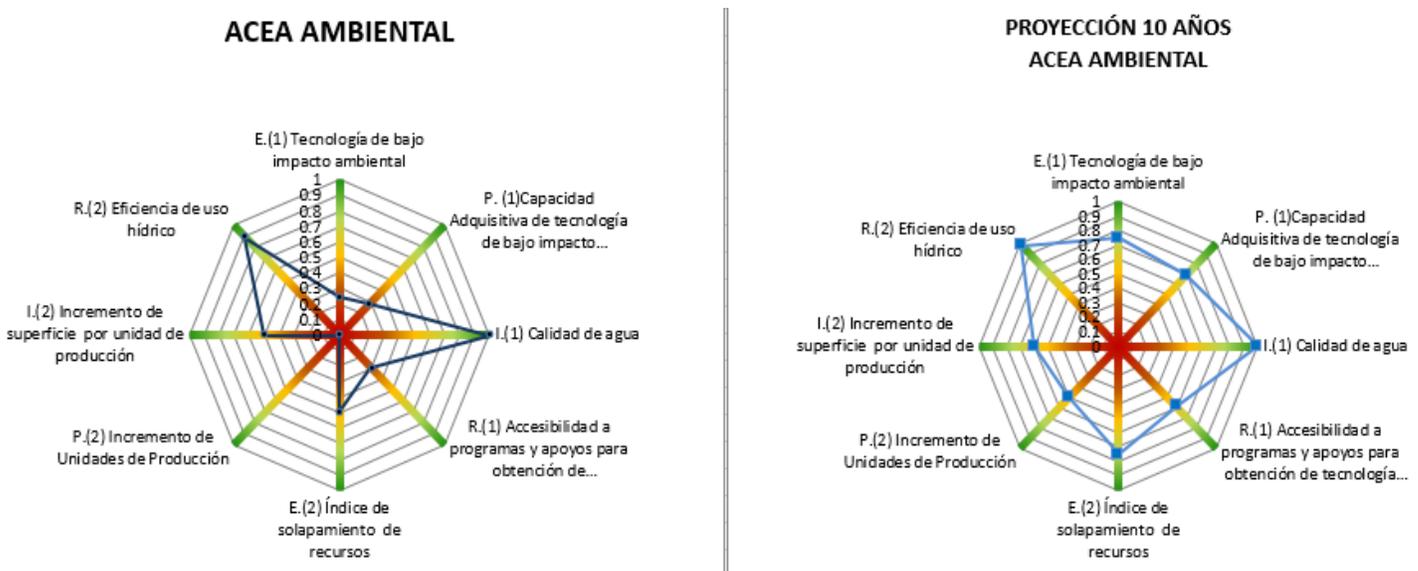


Figura 10. Proyección de la ACEA Ambiental.

8. DISCUSIÓN GENERAL

La conformación de modelos de evaluación de sustentabilidad se basa en el uso de las tres dimensiones básicas (ambiental, social y económico), mientras que para la evaluación de actividades productivas es necesaria la incorporación de una cuarta dimensión o eje (Viso, 2005), que fortalezca el análisis, permitiendo que este cuarto eje se enfoque en un aspecto indispensable de evaluación, por lo que en actividades productivas es importante incorporar el eje tecnológico.

La tecnología es el conjunto de conocimientos científicos con que cuenta una sociedad que permiten combinar los distintos factores productivos con el fin de producir bienes (Such y Berenguer, 1994), por lo que la incorporación de este concepto como cuarto eje. La forma en que se combinan los factores para lograr el producto viene dada por la función de producción la cual consiste en la relación tecnológica que muestra las cantidades de producto que se obtienen con respecto a la cantidad de factores utilizados.

Dada una cantidad fija de factores, la cantidad de producto que puede obtenerse depende del estado de la tecnología. Por lo que es necesario establecer el grado de tecnología (Cervantes-Zepeda, 2010), esto deriva a que el conocimiento de la tecnología permitirá avanzar hacia la mejor forma de combinar los recursos para obtener la mayor cantidad de producto dado, determinado por el nivel de disponibilidad de recursos. Se define como un método de producción técnicamente eficiente si la producción que se obtiene es la máxima posible con las cantidades de factores especificadas (Mochon, 1993), lo cual resalta la importancia de la incorporación de este eje en el modelo EISA para permitir la evaluación de la tecnología y los procesos dentro de los sistemas de producción.

Así mismo es imprescindible generar modelos que tengan un desarrollo endógeno desde la base de producción (UPA) contrastando con los modelos deductivos (García *et al.*, 2011, MEDITERRANEON 2010, CONCENSUS, 2005), que generan análisis con macroindicadores los cuales enfocan su evaluación en aspectos de carácter global, dejan de lado actividades a pequeña escala, por lo que para evitar estas situaciones es necesaria la inclusión de la gestión participativa, metodologías multicriterio (Sarandón y Flores, 2009) y de proyectos integrales, mediante fórmulas innovadoras y creativas de asociación local, capaces de hacer converger capacidades y valores del desarrollo sustentable, donde la unidad de producción tiene prioridad real.

Para mantener la producción acuícola sustentable se debe transferir esta filosofía al desarrollo local sustentable, el cual requiere de un mayor control democrático, de transparencia (Herranz, 2007; citado por Seller, 2012), innovación (Marcuello y Sanz, 2008; citado por Seller, 2012), de una participación real y de impacto perceptible en las decisiones del medio local por parte de los ciudadanos (Seller, 2012), lo cual permitirá la generación de estrategias enfocadas en las necesidades principales de las unidades de producción o el conjunto de estas.

Es por esto que el enfoque tecnocrático tradicional deductivo, no va de la mano con el desafío del desarrollo sustentable. La democratización de la toma de decisiones tecnológicas y el aumento de la participación de los grupos de interés, son importantes para evitar los errores del pasado (Mulder, 2004) evitando la generación de evaluaciones desbalanceadas entre el número de indicadores y el peso de cada indicador en el modelo.

Para contar con un modelo equilibrado se debe dar el mismo peso a cada indicador y/o eje sin importar el número de vínculos que tenga ya que al darle una mayor importancia a un cierto eje el modelo se desbalancea y los resultados se verán dirigidos a un área específica, evitando evaluar a la sustentabilidad como un todo. Es recomendable realizar análisis individualizados (económicos, sociales, ambientales, socio-económicos, económico-ambientales, socio-ambiental), en lugar de utilizar términos tales como “Sustentabilidad social, Sustentabilidad ambiental y Sustentabilidad económica” (INEGI, 2000; Santinelli, 2009; FOESA, 2010; Carrillo *et al.*, 2013) que seccionan a la sustentabilidad y no cumplen con los componentes base.

En este modelo se incorpora un cuarto eje con el mismo peso y valor de cada indicador, así como el número de estos, y se tomó como punto central del modelo a las unidades productivas para permitir que se tenga una herramienta que muestre las necesidades básicas de cada unidad de producción y en su conjunto impacten en decisiones adecuadas para cada caso o grupo determinado por Cervantes-Zepeda (2010).

9. CONCLUSIONES GENERALES

La determinación de los indicadores de evaluación acuícola mediante un modelo inductivo permiten tomar como punto central a la unidad productiva, mientras que los modelos usados generalmente o modelos deductivos utilizan macro indicadores que en el caso de la acuicultura mexicana (salvo por algunas UPAs) no son aplicables ya que las características de la acuicultura en México no es comparable con la acuicultura industrializada en otras regiones del mundo, en México la acuicultura en un 85% se lleva a cabo de manera “artesanal”, mientras que el uso de estos macro indicadores dejan de lado características o circunstancias que por la individualidad de estas UPAs son claves para comprender su estado, y su proyección a corto y mediano plazo. Por lo que al generar indicadores que utilicen a la unidad de producción como punto central permite que el conjunto de la UPAs muestre una radiografía de la situación actual más apegada a la realidad que al usar los modelos generados para otras actividades y regiones del mundo.

La utilización del modelo EISA en las unidades de producción acuícola en México permitió observar que a pesar de que gran diversidad de características que presentan las UPAs, este modelo tiene la flexibilidad de adaptarse a cualquiera de ellas sin que los resultados sean alterados, ya que al estar conformado específicamente para tomar como unidad central a la UPA este retrata la situación actual de cada sistema de producción, y con la suma de estos resultados estos podemos observar en conjunto los puntos críticos que se deben atacar para permitir el crecimiento de la acuicultura.

En el uso de los modelos deductivos estas diferencias individuales no se ven reflejadas por lo que las estrategias que se pudieran plantear no serían del todo satisfactorias para los diferentes modelos de producción existentes en México. De ahí la importancia de evaluar a cada una de las UPAs e identificar sus debilidades y fortalezas que permitan agrupar estas necesidades y se puedan tomar las decisiones correctas para cada grupo.

La acuicultura en México tiene un gran potencial de desarrollo debido a la diversidad de climas y ecosistemas, sin embargo esta actividad se ha ido desarrollando en la mayoría de los casos de manera empírica, por lo que la utilización de este modelo puede determinar cuáles son las áreas críticas que necesitan ser atendidas para permitir un crecimiento organizado y regulado de esta actividad, en el caso de la truiticultura que fue utilizada como caso de estudio en este trabajo se observó que dentro de los tres grupos identificados previamente se encuentran diferencias marcadas en sus limitantes y oportunidades, sin embargo el Estado de México y en especial el municipio de Amanalco de Becerra siguen siendo los principales productores de trucha a nivel nacional, aun con las limitaciones que tienen en sus sistemas ya que en la mayoría de los casos la eficiencia productiva se encuentra por debajo de la media, carecen de nuevas tecnologías y de conocimientos de procesos

tanto técnicos, productivos, de organización y mercadeo, situaciones que al ser identificadas puntualmente se pueden remediar con las estrategias pertinentes.

10. LITERATURA CITADA.

- Arning I. 2001. Guía metodológica para investigadores agrícolas: Introducción práctica a la investigación participativa e investigación científica. RAAA.Lima- Perú.
- Baker, S. 2005. Sustainable Development (Routledge Introductions to Environment: Environment and Society Texts). Routledge: New Ed edition, 1st edition.
- Belfiore, S., M. Balgos, B. McLean, J. Galofre, M. Blaydes & D. Tesch. 2002. A reference guide on the use of indicators for integrated coastal management. International workshop: The role of indicators for integrated coastal management. Ottawa, 136 pp.
- Bontkes, T. y H. van Keulen. 2003. Modeling the Dynamics of Agricultural Development at Farm and Regional Level. *Agricultural Systems* (76): 379- 396.
- Cernea, M. 1993. "El sociólogo y el desarrollo sostenible", *Finanzas y desarrollo*, vol. 30, núm. 4, pp. 11-13, diciembre.
- Costanza, R. 1994. "Three general policies to achieve sustainability", en Jansson, M. *et.al.* (eds.). *Investing in natural capital: the ecological economics approach to sustainability*, Island Press, Washington, D.C.
- Díaz-Delgado, C., Esteller, M.V., Velazco-chilpa, A., Martínez Vilchis, J., Arriaga-Jordan, C.M., Vilchis-Francés, A.Y., Manzano-Solís, L.R., Colín-Mercado, M., Miranda-Juárez, S., Uribe-Caballero, M.L.W., Peña-Hinojosa, A. 2009. Guía de planeación estratégica participativa para la gestión integrada de los recursos hídricos de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago, Capítulo Estado de México. Centro Interamericano de Recursos del Agua, Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México y Red Interinstitucional e Interdisciplinaria de Investigación, Consulta y Coordinación Científica para la Recuperación de la cuenca Lerma-Chapala-Santiago (RED LERMA)
- Bejarano J. 1998. Un marco institucional para la gestión del medio ambiente y para la sostenibilidad agrícola en agricultura, medio ambiente y pobreza rural en América Latina. IFPRI-BID, Washington D.C.
- Carrillo-Rodríguez J, Toca CE. 2013. *Desempeño sostenible en Bogotá: construcción de un indicador a partir del desempeño local. EURE (Santiago)*, 39 (117), pp165-190
- Cervantes I. 2010. Clasificación de unidades de producción trufícola con base en su nivel tecnológico. Tesis, Programa de Maestría y Doctorado en ciencias agropecuarias y recursos naturales. UAEMéx Toluca México.
- CONAPESCA 2018. Revisión en línea 12 de octubre del 2018, https://cadenasproductivas.conapesca.gob.mx/comites/csp/csp_definicion.php

- CONSENSUS. 2005. Sustainable Aquaculture in Europe. FP6 COORDINATION ACTIONEC contract FOOD-CT-2005-513998. A multi-stakeholder workshop held in Oostende, Belgium.
- FAO 2018. El estado mundial de la pesca y la acuicultura, revisado en línea el 21 de oct del 2018 en <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/es/>
- FAO. 2008. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. State of world aquaculture: 2008. FAO Fisheries technical paper No. 500, 197pp.
- FAO [FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS] 1988: Aspects of FAOs policies, programmes, budget and activities aimed at contributing to sustainable development. Document to the ninety-fourth Session of the FAO Council, Rome, 15-25 November 1988. Rome, FAO, CL94/6.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. State of world aquaculture: 2008. FAO Fisheries technical paper No. 500, 197pp.
- FOESA 2010. Definición de indicadores de sostenibilidad en la acuicultura mediterránea. FOESA, Madrid, España. 152 páginas.
- Gligo, N. 1987. "Política, sustentabilidad ambiental y evaluación patrimonial", *Pensamiento Iberoamericano*, núm. 12, pp. 23-39.
- García C, Remiro J, Ojeda J, Simard F, Simoes S, 2011. Aproximación a la sostenibilidad acuícola del Mediterráneo mediante el uso de indicadores, *Revista AquaTIC*, nº 35, pp.1-8. Año2011.
- Hanning, A., Abellsson, A. P., Lundqvist, U., and Svanstrm, M. 2012. Are we educating engineers for sustainability? Comparison between obtained competences and Swedish industry's needs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 13(3), pp. 305–320.
- Hicks, J. R. 1945: *Valor y capital*, Fondo de Cultura Económica, México.
- INEGI. 1999. Indicadores de Desarrollo Sustentable en México. Agenda 21. México.
- Islam, S. 2005. Economic Modeling in Sustainability Science: Issues, Methodology and Implications. *Environment, Development and Sustainability (7)*: 77-400.
- Magallón-Barajas, F. J., Villarreal-Colmenares, H., Arcos-Ortega, F., Avilés-Quevedo, S., Civera-Cerecedo, R., Cruz-Hernández, P., González-Becerril, A., Gracia-López, V., Hernández-Llamas, A., Hernández-López, J., Ibarra-Humphries, A. M., Lechuga-Deveze, C., Mazón-Suáztegui, J. M., Muhlia-Melo, A. F., Naranjo-Páramo, J., Pérez-Enríquez, R., Porchas-Cornejo, Portillo-Clark, G. y Pérez-Urbiola, J. C. 2007. Orientaciones estratégicas para el desarrollo sustentable de la acuicultura en

México. Publicaciones especiales del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. Cámara de Diputados. LX Legislatura.

Mochon, F. 1993. "Economía. Teoría y política". Mc Graw-Hill.

Naciones Unidas. 1995. Report of the world summit for social development. Copenhagen, Denmark, 6-12 March, 1995 (United Nations), 138 pp.

Naciones Unidas. 2001. Indicators of sustainable development: guidelines and methodologies. United Nations, 315 pp.

Naylor. L.R. *et al.* 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. *Nature* 405: 1017-1024.

Namkoong, G., T. Boyle, H. Gregorius, H. Joly, O. Savolainen, W. Ratnam & A. Young. 1996. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. Center for International Forestry Research, Indonesia, 12 pp.

Pablo A. Torres L. P. A., Martínez C. A.G., Portes V. L., M. Rodríguez S. L., Cruz C. J. G. 2008. CONSTRUCCIÓN LOCAL DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD REGIONAL. UN ESTUDIO DE CASO EN EL SEMIDESIERTO DEL NORESTE DE MÉXICO *Región y Sociedad*, septiembre-diciembre, año/vol. XX, número 043 El Colegio de Sonora, Sonora, México pp. 25-60.

Pastor Seller, E. 2012. Sustainability, efficiency and impact of Social Policies and municipal social democratization it through involvement [Sostenibilidad, impacto y eficacia de las Políticas Sociales municipales mediante la democratización e implicación social]. *Sociedade e Estado*, 27(3), pp. 663–688.

Prabhu, R., C. Colfer & G. Shepherd. 1998. Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible: nuevos hallazgos de la investigación realizada por CIFOR al nivel de unidad de manejo forestal. Documento red forestal para el desarrollo rural, 23: 24 pp.

Pullin R.S.V., H. Rosenthal, and J.L. Maclean (eds.). 1993 Environment and Aquaculture in Developing Countries. ICLARM Conference Proceedings 31: 1-359.

Pullin R.S.V., R. Froese, and D. Pauly. 2007. Indicators for the sustainability of aquaculture. P. 53-72 In: T.M. Bert (ed.), *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Roger P. Rainer F. And Daniel P. 2007. Indicators for the Sustainability of Aquaculture p53-72 In T.M. Bert (ed.), *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Seller, P. E. 2012. Sustainability, efficiency and impact of Social Policies and municipal social democratization it through involvement [Sostenibilidad, impacto y eficacia de

las Políticas Sociales municipales mediante la democratización e implicación social]. *Sociedade e Estado*, 27(3), pp. 663–688.

Santinelli J. 2009. Indicadores socio-económicos del sector pesquero y acuícola. Comisión de pesca comité del centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria, Cámara de Diputados.

Sarandón, S.; Flores, C. 2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*. 4: 19-28.

Sarandón SJ. 1998. The development and use of sustainability indicators: a need for organic agriculture evaluation. XII International Scientific Conference IFOAM 1998. 16/19 noviembre 1998, Mar del Plata Argentina: pp. 135.

Serageldin, I. 1993: "Cómo lograr un desarrollo sostenible", *Finanzas y desarrollo*, vol. 30, núm. 4, pp. 6-10, diciembre.

Such, D. y J. Berenguer 1994: "Introducción a la economía". Ed. Pirámide.

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

SustainAqua handbook – A handbook for sustainable aquaculture Tradingconsult. 2008. Estrategia de desarrollo de la acuicultura en la región Loreto. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), en referencia al Contrato N° 31/2007/LN17.L1/UE-PERU.

Viso, A. M. 2005. Sustainability and governance [Sostenibilidad y gobernanza]. *Arbor*, 181(715), pp. 317–331.

Waas, T., Hugé, J., Verbruggen, A., & Wright, T. 2011. Sustainable Development: A Bird's Eye View. *Sustainability*, 3(12), pp. 1637–1661.

Zúñiga S., Ramírez P., Valdebenito M. 2010. Medición de los impactos socio-económicos de las Áreas de Manejo en las comunidades de pescadores del norte de Chile *Latin American Journal of Aquatic Research*, vol. 38, núm. 1, 2010, pp. 15-26 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Chile.