

Análisis bioeconómico de los objetivos de manejo pesquero ante cambios en los precios de venta*

Bioeconomic Analysis of Fishery Management Objectives Considering Changes in Selling Price

*Germán Ponce-Díaz***, *Francisco Javier Vergara-Solana****
y *Fernando Aranceta-Garza*****

RESUMEN

Para facilitar el manejo pesquero se emplean puntos de referencia (PR) objetivos y límites. Entre los PR destacan el Máximo Rendimiento Sostenible, el Rendimiento Máximo Económico y el Punto de Equilibrio Bioeconómico. Debido a que algunos PR se estiman tomando en cuenta variables económicas (*i.e.* costo del esfuerzo e ingreso) se hace evidente que los cambios en los precios tendrán repercusiones en el manejo de los recursos pesqueros. Con la intención de explorar y evidenciar la importancia del precio como modulador de los PR pesqueros en el presente estudio se evalúa el efecto de cambios en los precios de primera venta de los productos de la pesca (captura) sobre los PR en dos pesquerías hipotéticas y contrastantes (*i.e.* sardina y abulón). Para la realización del análisis se utilizó un modelo bioeconómico de producción excedente de Gordon-Schaefer bajo indicadores de desempeño ($\kappa\pi I$) de rentabilidad, esfuerzo, capturas y tamaño del stock.

Palabras clave: Análisis bioeconómico, Rendimiento Máximo Sostenible, Rendimiento Máximo Económico, Punto de Equilibrio Bioeconómico, precios.

Clasificación JEL: Q, Q2 y Q22.

ABSTRACT

Reference points (RP), objectives and limits are used to facilitate fishery management, with Maximum Sustainable Yield, Maximum Economic Yield and Bioeconomic Equilibrium among the RP. Because some RPs include economic parameters (*i.e.* cost of effort and income), changes in prices will clearly impact on fishery resource management. To explore and display the importance of price as a modulator of fishing RPs in this study, the effect of changes in first sale fishery product (catch) prices on RPs was evaluated in two hypothetical and contrasting fisheries (*i.e.* sardine and abalone) using a Gordon-Schaefer surplus production bioeconomic model with profitability, effort, catches and stock biomass as key performance indicators ($\kappa\pi I$).

Keywords: Bioeconomic analysis, Maximum Sustainable Yield, Maximum Economic Yield, Bioeconomic Equilibrium, prices

JEL classification: Q, Q2 and Q22

* Fecha de recepción: 26/04/2020. Fecha de aceptación: 16/04/2021.

** Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. E-mail: gponced@ipn.mx. ORCID: 0000-0002-7409-6880.

*** Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. E-mail: vs_fj@yahoo.com. ORCID: 0000-0001-6680-2653.

**** Profesor-Investigador del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, México. E-mail: faranceta@cibnor.mx. ORCID: 0000-0003-1298-1814.

Los autores agradecen el apoyo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas del Instituto Politécnico Nacional (Cofaa), del EDI y al Proyecto IPN-SIP20200603.

INTRODUCCIÓN

El uso, manejo y conservación de los recursos naturales ha recibido en los últimos años mayor atención por parte de la sociedad en búsqueda de realizar el uso más racional de la riqueza natural con la que cuentan los países. En cuanto al estado de los recursos pesqueros (stocks) en México, se estima que 46 por ciento de los stocks están aprovechados en niveles cercanos al máximo rendimiento sostenible (MRS), punto de referencia que representa la tasa máxima de explotación que puede someterse continuamente a un stock; 28.6 por ciento se encuentran sobrexplotados, 18.3 por ciento colapsados y 6.9 por ciento de las pesquerías están en su fase desarrollo (Arreguín-Sánchez y Arcos Huitrón, 2011). A una escala global el diagnóstico es similar, ya que la proporción de stocks aprovechados a MRS corresponde al 59.6 por ciento, con una tendencia a la baja, mientras que los stocks en niveles no sostenibles han aumentado y alcanzado 34 por ciento. Por lo que aproximadamente solo 6.2 por ciento de los stocks aún tienen perspectivas de aumentar su producción (FAO, 2020). Debido a esta situación las capturas mundiales desde la década de los 90 se han mantenido en volúmenes relativamente constantes (90 millones de toneladas).

A pesar de esta situación no se debe perder de perspectiva que existen aún retos y problemáticas importantes: varios stocks están sobrexplotados o no han sido evaluados, y además hay inquietudes fundadas por la pesca ilegal, no regulada y no documentada (Cisneros-Montemayor *et al.*, 2013). La pesca, además de ser una fuente de alimentos y promotora de la seguridad alimentaria de comunidades marginadas, es una fuente de empleo para las comunidades costeras, recreación y bienestar y, por lo tanto, debería llevarse a cabo de forma responsable (FAO, 2018).

Por tanto, las prácticas de ordenación, así como políticas pesqueras nacionales e internacionales que coadyuven a implementar e interiorizar los principios del Código de Conducta de Pesca Responsable y Las Directrices Voluntarias para lograr la Sostenibilidad de la Pesca en Pequeña Escala, harán posible una contribución económica, social y ambiental mayor y más sostenible del sector pesquero (Jentoft *et al.*, 2017), en beneficio directo a las poblaciones de todo el mundo (FAO, 2018).

Paralelamente, la tendencia en el manejo de las pesquerías ha pasado desde mediados del siglo xx de un enfoque uni-específico (Schaefer, 1957 y 1991), del objetivo casi único de generación de alimento, a conceptos más específicos y cuantitativos como la incorporación de elementos económicos (Gordon, 1954), la definición de puntos de referencia límites y objetivos del manejo pesquero (Caddy y Mahon, 1995), para posteriormente proponer un enfoque precautorio y de ecosistemas (FAO, 1995) que considere el manejo de las especies no objetivo e incentivos de mercado y ecocertificación (*e.g.* Pérez-Ramírez *et al.*, 2012; Schiller y Bailey, 2021),

fortaleciendo aspectos de manejo basado en derechos (Orensanz y Seijo, 2013), institucionalidad en la toma de decisiones (Caballero-Miguez y Lemos-Nobre, 2019) y gobernabilidad en la pesca (González-Laxe *et al.*, 2018).

La pesca en México es fundamentalmente regulada a través de un control del esfuerzo pesquero mediante el requerimiento de permisos o concesiones para desarrollar la actividad, presentando un manejo mediante cuotas de captura, vedas temporales o espaciales, tallas mínimas de captura, y puntos de referencia, como el Máximo Rendimiento Sostenible, declarados en alguna de las disposiciones normativas que conforman el cuerpo legal de la actividad pesquera y acuícola (p. ej.: Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables; Carta Nacional Pesquera; las Normas Oficiales de Pesca; Avisos de Arribo, por mencionar algunas).

A partir de la identificación y establecimiento de puntos de referencia objetivos y límites para la explotación pesquera (Gordon, 1954; Schaefer, 1957; Caddy y Mahon, 1995; Anderson y Seijo, 2010; Mota, 2020) se puede determinar el estado de una pesquería y, además, evaluar los efectos producidos por distintas políticas de manejo, o bien, por el cambio de variables exógenas como puede ser el precio de venta del producto pesquero. Entre estos puntos de referencia destacan además del MRS definido previamente, el Rendimiento Máximo Económico (MRE) que hace referencia a la tasa de explotación que maximiza la rentabilidad de la pesquería en el tiempo y el punto de equilibrio bioeconómico (EBE) que corresponde al nivel de esfuerzo en el cual los costos totales se igualan a los ingresos totales obtenidos, es decir, donde la renta del recurso se disipa o se hace cero (Anderson y Seijo, 2010).

En este sentido debido a que los puntos de referencia incluyen elementos económicos (*i.e.* costo e ingresos de las unidades de esfuerzo pesquero) se hace evidente que un cambio de precios puede generar cambios en estos puntos de referencia (Anderson, 2004; Anderson y Seijo, 2010; Mota, 2020), por lo que para analizar y administrar la actividad pesquera se requiere información sobre los precios de venta de los productos pesqueros para entender el comportamiento económico de quienes participan en la pesquería para fomentar el uso racional del recurso (Sumaila *et al.*, 2007).

No obstante la importancia de contar con información económica (p. ej. costos de operación y precios del recurso) para el diseño de las políticas de manejo, no suele tomarse en cuenta, y sus fuentes de información son muy limitadas. Este problema se agudiza al intentar analizar sus tendencias históricas y su estacionalidad (Sumaila *et al.*, 2007). Esta falta de disponibilidad de información sobre los precios de productos pesqueros presenta consecuencias negativas asociadas al manejo de los recursos naturales (*e.g.* pesca), dado que esta variable determina el comportamiento de quienes concurren al mercado de productos de la pesca (Pincinato y Gassalla, 2010).

En este sentido, considerando que para la estimación de los puntos de referencia bioeconómicos se requiere conocer la rentabilidad de la pesquería, es de esperar un efecto causado por cualquier cambio en los precios de primera mano. Sin embargo, debido a la no linealidad asociada a las relaciones biológico-poblacionales, y a su correspondiente rentabilidad, y al nivel de tecnificación de cada pesquería (e.g. pesca industrial y de pequeña escala), resulta complejo determinar la magnitud de los cambios de los puntos de referencia ante variaciones de precio.

Es por eso que el objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de cambios en los precios de primera venta, con todo lo demás constante o en *ceteris paribus*, sobre los indicadores de desempeño pesquero como lo son la rentabilidad, esfuerzo, capturas y tamaño del stock en dos pesquerías hipotéticas contrastantes, con la intención de explorar y evidenciar la importancia del precio como modulador de los puntos de referencia pesqueros para el caso de una pesquería industrial, de altos costos totales, bajo precio unitario y alto volumen (pesquería tipo sardina); y otra pesquería de pequeña escala, con bajos costos totales, de alto precio unitario y bajo volumen (pesquería tipo abulón) considerando diferentes escenarios de manejo (*i.e.*, MRS, MRE, EBE).

I. MATERIAL Y MÉTODOS

I.1. Estructura del modelo bioeconómico

Para evaluar el efecto que tienen los cambios en el precio de primera venta en el desempeño biológico y económico en los casos de estudio, se parametrizó un modelo bioeconómico de producción excedente de Gordon-Schaefer de acuerdo con planteamiento desarrollado por Anderson y Seijo (2010). Actualmente, el uso del modelo Gordon-Schaefer es ampliamente difundido para el caso del análisis pesquero bajo poca información por requerir relativamente pocos parámetros para su funcionamiento. Específicamente, su uso en caso de México apoya la evaluación de recursos pesqueros para el diseño de políticas públicas (Costello *et al.*, 2016; Cisneros-Mata *et al.*, 2019; Urías-Sotomayor *et al.*, 2019; Hengbin *et al.*, 2020; Wijayanto *et al.*, 2020).

Dentro de los supuestos del modelo Gordon-Schaefer se mencionan (Seijo y Defeo 1997; Anderson y Seijo 2010):

- a) Existe equilibrio poblacional causado por un ambiente estable determinando una capacidad de carga constante en el tiempo;
- b) la mortalidad por pesca (F) es proporcional al esfuerzo de pesca (E), y la capturabilidad (q) es una constante de proporcionalidad.

- c) la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) es proporcional a la abundancia de la población para una especie;
- d) la tecnología de pesca se mantiene constante;
- e) el precio y los costos marginales y promedio se consideran constantes a cualquier nivel de esfuerzo;
- f) los cambios en el esfuerzo son de manera inmediata como respuesta a la variación en los ingresos netos;
- g) la población se recuperará inmediatamente como respuesta a la reducción del esfuerzo;
- h) los costos totales son proporcionales al esfuerzo, y su pendiente determinará un desplazamiento en el nivel en que alcanza el equilibrio bioeconómico y el máximo rendimiento económico.

Este modelo (Anderson y Seijo, 2010) se sustenta en que los cambios de biomasa del stock (*i.e.* crecimiento individual, reclutamiento, mortalidad natural) pueden ser representados en conjunto con una función logística (Verhulst, 1838) a la cual por efecto de las capturas pesqueras se le sustrae parte de dicha biomasa (i; ii).

$$X_{t+1} = X_t + G(X_t) - C_t \quad (i)$$

$$\frac{dX}{dt} = G(X_t) = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{K}\right) \quad (ii)$$

En donde:

X_t = biomasa del stock al tiempo t

$G(X_t)$ = Cambio en la biomasa en el tiempo

C_t = Captura en el tiempo

r = Tasa intrínseca de crecimiento

K = Capacidad de carga del sistema.

La función de producción (*i.e.* las capturas) están dadas en función del tamaño del stock (X_t) y la cantidad de esfuerzo pesquero (E_t) ejercido hacia el stock, considerando que la efectividad del arte de pesca para remover parte del stock, está en función del coeficiente de capturabilidad (q), de acuerdo con la ecuación (iii).

$$C_t = qX_tE_t \quad (iii)$$

Para monetizar el modelo se estimaron los costos totales (CT_t) en función al costo unitario del esfuerzo (C_E) con relación a la cantidad de esfuerzo ejercido en tiempo siguiendo la ecuación (iv).

$$CT_t = C_EE_t \quad (iv)$$

La función de ingresos totales (IT_t) fue estimada a partir del precio de la especie (p) multiplicado por las capturas (C_t) de acuerdo a la función (v).

$$IT_t = C_t p \quad (v)$$

Finalmente, la renta (π) de la pesquería está dada por los ingresos totales menos los costos totales (vi).

$$\pi_t = IT_t - CT_t \quad (vi)$$

I.2. Parametrización de los modelos bioeconómicos

Para parametrizar el modelo bioeconómico para los dos casos de estudio se emplearon parámetros reportados en la literatura como se detalla en la tabla I para el caso sardina y la tabla II para el caso abulón.

Tabla I. *Parámetros de la pesquería de sardina empleados para el modelo logístico bioeconómico tipo Gordon-Schaefer.*

| Parámetro | Símbolo | Valor | Unidad de medida | Fuente |
|--------------------------------|---------|----------|------------------|---------------------------------------|
| Tasa intrínseca de crecimiento | r | 1.1 | Año | Cisneros-Mata, 2016 |
| Capacidad de carga | K | 2.73 | Millones de ton | Nevárez-Martínez <i>et al.</i> , 2014 |
| Coefficiente de capturabilidad | q | 0.000155 | 1/viaje | Ramos-Rodríguez, 2006 |
| Precio de la especie | p | \$52.60 | USD/Ton | SAGARPA, 2010 |
| Costo unitario del esfuerzo | cu | \$2,200 | USD/barco/viaje | SAGARPA, 2010 |

Tabla II. *Parámetros de la pesquería de abulón empleados para el modelo logístico bioeconómico tipo Gordon-Schaefer.*

| Parámetro | Símbolo | Valor | Unidad de medida | Fuente |
|--------------------------------|---------|----------|------------------|---------------------|
| Tasa intrínseca de crecimiento | r | 0.3 | Año | Cisneros-Mata, 2016 |
| Capacidad de carga | K | 2.998 | Ton | Ponce-Días, 2004 |
| Coefficiente de capturabilidad | q | 0.00005 | 1/viaje | Ponce-Días, 2004 |
| Precio de la especie | p | \$21.520 | USD/Ton | Cisneros-Mata, 2016 |
| Costo unitario del esfuerzo | cu | \$431.69 | USD/barco/viaje | Cisneros-Mata, 2016 |

I.3. Efecto de los indicadores de desempeño a los cambios de precio

Una vez parametrizado los modelos se generaron escenarios variando, *ceteris paribus*, el precio de venta de las especies. En total se generaron siete escenarios

por pesquería comenzando con un precio que corresponde a -30 por ciento con respecto al precio base (*status quo*; s_q) hasta llegar en incrementos del 10 por ciento a un precio +30 por ciento con respecto al s_q .

En cada escenario se estimaron los puntos de referencia descritos anteriormente (*i.e.*, MRS, MRE, EBE). Como indicadores clave de desempeño (KPI, por sus siglas en inglés) se evaluaron bajo cada punto de referencia a la captura, esfuerzo, renta y la biomasa del stock con respecto a la capacidad de carga del sistema, que corresponde a la biomasa en su condición inicial de recurso no explotado (stock virgen = X_0) (tabla III).

Tabla III. *Indicadores empleados para evaluar el efecto del precio en el desempeño de las pesquerías manejadas para cada punto de referencia.*

| a) Máximo Rendimiento Sustentable (MRS) | |
|--|--|
| Indicador de desempeño | Función |
| Esfuerzo | $E_{MRS} = r / 2q$ |
| Capturas | $C_{MRS} = q * X_{MRS} * E_{MRS}$ |
| Renta | $\pi_{MRS} = (C_{MRS} * p) - (E_{MRS} * cu)$ |
| Biomasa del stock en MRS | $X_{MRS} = K / 2$ |
| b) Máximo Rendimiento Económico (MRE) | |
| Indicador de desempeño | Función |
| Esfuerzo | $E_{MRE} = r / 2q * [1 - (cu / qpK)]$ |
| Capturas | $C_{MRE} = q * X_{MRE} * E_{MRE}$ |
| Renta | $\pi_{MRE} = (C_{MRE} * p) - (E_{MRE} * cu)$ |
| Biomasa del stock en MRE | $X_{MRE} = (1 - q * (E_{MRE} / r))$ |
| c) Equilibrio Bioeconómico (EBE) | |
| Indicador de desempeño | Función |
| Esfuerzo | $E_{EBE} = r / q * [1 - (cu / qpK)]$ |
| Capturas | $C_{EBE} = q * X_{EBE} * E_{EBE}$ |
| Renta | $\pi_{MRE} = 0$ |
| Biomasa del stock en EBE | $X_{EBE} = [1 - q * (E_{EBE} / r)]$ |

Se realizó un análisis de sensibilidad con el objetivo de evaluar la magnitud del impacto del cambio del precio con respecto a los indicadores de desempeño de los puntos de referencia pesqueros para las dos pesquerías analizadas. Los cambios en los indicadores por cambios en el precio se registraron en términos porcentuales para poder hacer comparaciones entre pesquerías y entre indicadores. Complementariamente se cuantificó la diferencia de la renta entre MRE y MRS en cada uno de los escenarios de precio.

Finalmente se estimó la elasticidad de los KPIS con respecto al precio para cuantificar la magnitud y dirección que causan los cambios de precio en los KPIS; lo anterior se estimó siguiendo la función (vii) (Nguyen y Wait, 2015).

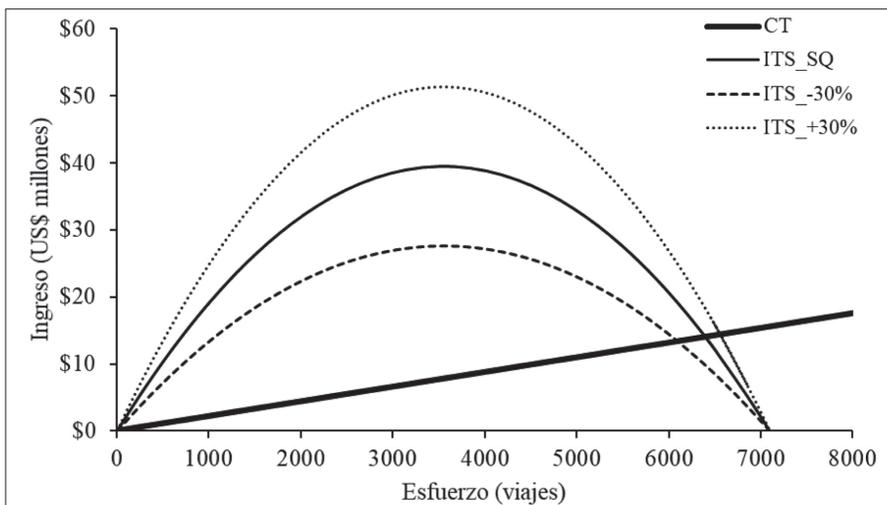
$$Elasticidad = \frac{\left[\frac{\Delta KPI}{KPI p_{max} + KPI p_{min}} \right]}{\left[\frac{\Delta precio}{p_{max} + p_{min}} \right]} \quad (vii)$$

II. RESULTADOS

II.1. Salidas del modelo bioeconómico con el precio en status quo: caso sardina

La variación de los precios y sus consecuencias en la pesquería de la sardina se observan en la figura 1. Bajo el escenario de *status quo* (sq), la pesquería alcanza ingresos totales sostenibles (ITS) máximos de aproximadamente US\$40 millones. La disminución del precio en 30 por ciento mostró una caída del ITS hasta aproximadamente US\$27 millones (-32.5 por ciento del sq). Con el aumento del precio en 30 por ciento, el ITS alcanzó aproximadamente US\$51 millones (+27.5 por ciento del sq).

Figura 1. Curvas de ingreso en equilibrio y de costos totales bajo diferentes niveles de esfuerzo en la pesquería de sardina.



Por otro lado, bajo el supuesto de costos constantes, la función de costos totales (CT) no se modificó (*i.e.* su pendiente) en ningún escenario de precios. Sin embargo, su intersección con la función de los ITS (*i.e.* Punto de Equilibrio Bioeconómico “EBE”) bajo cada precio genera resultados diferentes en el EBE. De esta forma, con el precio en SQ, el nivel de esfuerzo en EBE fue de 6,395 viajes. Cuando se disminuye el precio en un 30 por ciento el esfuerzo disminuye a 6,095 viajes y al aumentar en un 30 por ciento el esfuerzo incrementa a 6,557 viajes.

Los puntos de referencia objetivos (PRO) bioeconómicos para cada indicador clave de desempeño (*i.e.* captura, esfuerzo, renta y biomasa final) bajo el escenario SQ se observan en la tabla IV. Se puede observar que la máxima captura está en el PRO del Máximo Rendimiento Sostenible (MRS), siendo exactamente la mitad del tamaño de carga poblacional (K) del sistema. También se observa que en el PRO del Máximo Rendimiento Económico (MRE) se obtiene el máximo valor de renta y los menores niveles de esfuerzo y captura. Finalmente, el doble del esfuerzo pesquero registrado en MRE genera un valor de esfuerzo en EBE, siendo el PRO donde se observa la pérdida de renta (renta = 0); es decir el mayor esfuerzo pesquero correspondiente a la menor captura en la pesquería.

Tabla IV. Valores de los indicadores claves desempeño (KPI) para cada punto de referencia estimado para la pesquería de sardina.

| Puntos de referencia | Captura (ton) | Esfuerzo (viajes) | Renta (USD millones) | B _t /K |
|----------------------|---------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| MRS | 750,750 | 3.548 | \$31.68 | 50% |
| MRE | 743,415 | 3.198 | \$32.07 | 55% |
| EBE | 267,485 | 6.395 | - | 10% |

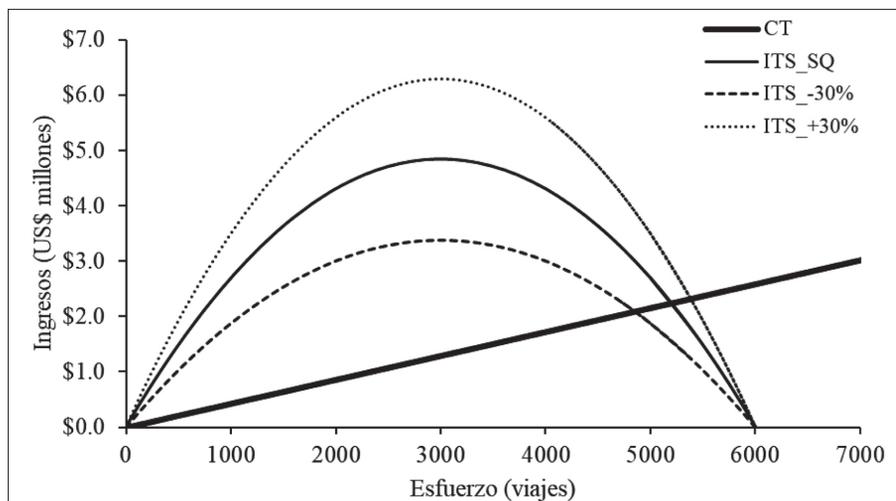
*MRS: máximo rendimiento sustentable; MRE: máximo rendimiento económico; EBE: equilibrio bioeconómico.

II.2. Salidas del modelo bioeconómico en escenario *status quo*: caso abulón

La variación de los precios de venta y sus consecuencias en la pesquería de abulón se observan en la figura 2. Bajo el escenario de *status quo* (SQ), la pesquería alcanza ingresos totales sostenibles (ITS) máximos de aproximadamente US\$4.8 millones. La disminución del precio en 30 por ciento mostró una caída del ITS de aproximadamente US\$3.38 millones (-29.5 por ciento del SQ). Caso contrario, con el aumento del precio en 30 por ciento el ITS aumenta hasta aproximadamente US\$6.26 millones (+30.4 por ciento del SQ).

Por otro lado, la intersección de la función de costos totales (CT) con las distintas funciones de ITS bajo cada precio de venta, generaron distintos niveles EBE (figura 2). Donde se observa que conforme aumenta el precio (de -30 por ciento a +30 por ciento) se incrementa el nivel del esfuerzo (de 4,853 a 5,382 viajes) en EBE.

Figura 2. Curvas de ingreso en equilibrio y de costos totales bajo diferentes niveles de esfuerzo en la pesquería de abulón.



Los puntos de referencia objetivos (PRO) bioeconómicos bajo el escenario SQ para cada indicador clave de desempeño (*i.e.* captura, esfuerzo, renta y biomasa final) en la pesquería de abulón se observan en la tabla V. Se presentan las mismas tendencias observadas en el caso sardina.

Tabla V. Valores de los indicadores claves desempeño (KPI) para cada punto de referencia estimado para la pesquería de abulón.

| Puntos de referencia | Captura (ton) | Esfuerzo (viajes) | Renta (USD millones) | B _t /K |
|----------------------|---------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| MRS | 225 | 3,000 | \$3.54 | 50% |
| MRE | 221 | 2,599 | \$3.63 | 57% |
| EBE | 104 | 5,197 | 0 | 13% |

*MRS: máximo rendimiento sustentable; MRE: máximo rendimiento económico; EBE: equilibrio bioeconómico.

II.3. Sensibilidad y elasticidad con respecto al cambio de precio de venta

Los efectos del cambio de precio de venta sobre los indicadores desempeño (KPI) por cada PRO mostraron tendencias similares entre la sardina y abulón (figura 3). Para el caso del MRS (figura 3a), los KPI de captura, esfuerzo y biomasa fueron insensibles al cambio en los precios, únicamente los cambios en renta fueron proporcionales al aumento o disminución del precio.

Para el caso del MRE (figura 3b), de igual forma que en MRS, la renta se afectó proporcionalmente con la variación del precio. La biomasa se afectó ligeramente de manera inversa al precio y el esfuerzo se afectó de manera proporcional con la variación del precio. La captura se mostró casi insensible, con una ligera caída al disminuir el precio. Entre especies, se observa que el recurso abulón presentó mayor sensibilidad a la variación del precio.

Bajo el caso del EBE (figura 3), el cambio de precio no generó cambio alguno en la rentabilidad, ya que como se ha mencionado, este punto de referencia se fija en el nivel de esfuerzo donde los ingresos igualan a los costos (*i.e.*, renta igual a cero). Para este nivel, un mayor precio se traduce en un aumento en el esfuerzo, generando a su vez un incentivo importante para continuar reduciendo el nivel de biomasa y sus correspondientes capturas (figura 3). En abulón, el esfuerzo responde más rápidamente a cambios de precio que con respecto a la pesquería de sardina, aunque esta última pesquería tiende a aumentar más las capturas en EBE por un cambio de precio y, por lo tanto, a reducir el nivel del stock con respecto al abulón, resaltando que el patrón es muy similar entre las especies porque las diferencias en términos proporcionales son sutiles.

Figura 3. Curvas de sensibilidad a la variación porcentual del precio de venta sobre cada indicador clave de desempeño (KPI) en las pesquerías de sardina y abulón bajo los puntos de referencia bioeconómicos de: a) Máximo Rendimiento Sostenible; b) Máximo Rendimiento Económico y c) Equilibrio Bioeconómico.

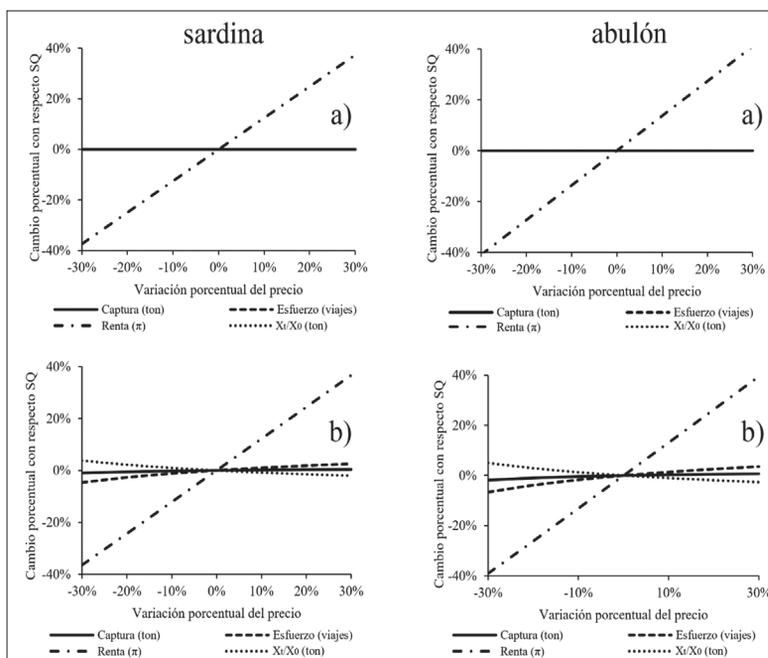
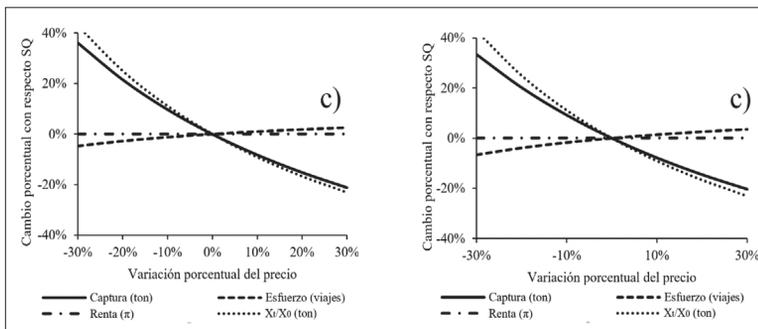
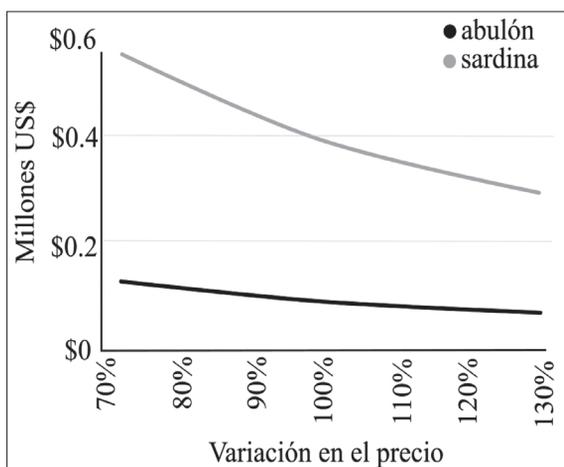


Figura 3. Continuación.



El MRE se da a un nivel de esfuerzo inferior que con respecto a MRS, lo que sugiere que el stock puede mantenerse a niveles de biomasa superiores con respecto a MRS, generando la máxima renta de la pesquería (tablas II, IV). Así mismo, de acuerdo con la figura 4, el aumento en el precio de venta en la especie de interés sugiere que la diferencias entre MRS y MRE tiende a reducirse, además que la diferencia entre los puntos de referencia será menor para el caso de estudio abulón. Complementariamente, los resultados sugieren que el cambio de MRE con respecto a MRS será más sensible a cambios de precio en el caso sardina que con respecto al abulón (figura 4).

Figura 4. Diferencia entre la rentabilidad en Máximo Rendimiento Sostenible (MRS) y Máximo Rendimiento Económico (MRE) conforme aumenta el precio de venta en ambas pesquerías.



Como se mencionó anteriormente, los efectos —dirección y magnitud— causados por el cambio de precio sobre los KPIs varían entre los puntos de referencia. En términos de elasticidad en MRS, el cambio de precio sólo influye en la renta de la pesquería, siendo más sensible el caso de estudio en abulón que con respecto a de sardina. El resto de los KPIs son perfectamente inelásticos al cambio de precio (figura 5a).

En MRE la renta es elástica ante cambios de precios, con valores entre 1.3 a 1.2. De igual manera, el esfuerzo y las capturas responden de manera positiva (aunque en menor magnitud que con respecto a la renta) a cambios en precio. En contraste, el nivel de biomasa presenta cambios inversos al cambio en precio, con valores -0.13 para el caso abulón y -0.10 para el caso sardina (figura 5b).

Finalmente, en EBE la renta es perfectamente inelástica a los cambios de precio (figura 5c). En contraste, el nivel de biomasa del stock es elástico con valores de -1 para ambas pesquerías por lo que este KPI es inversamente proporcional respondiendo con la misma magnitud a los cambios de precio. Similarmente, las capturas sugieren el mismo comportamiento, aunque en una magnitud menor. En este punto de referencia sólo el esfuerzo responde positivamente a los cambios de precio con valores de 0.17 para el caso abulón y 0.12 para el caso sardina.

Figura 5. Elasticidad de cada uno de los indicadores clave de desempeño (KPI) respecto a los cambios de precios bajo los diferentes puntos de referencia: a) Máximo Rendimiento Sostenible, MRS; b) Máximo Rendimiento Económico, MRE; y c) Equilibrio bioeconómico, EBE sobre la pesquería de abulón (barra negra) y sardina (barra gris).

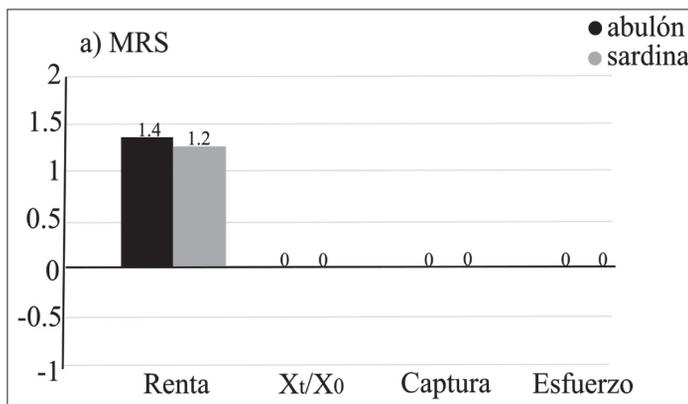
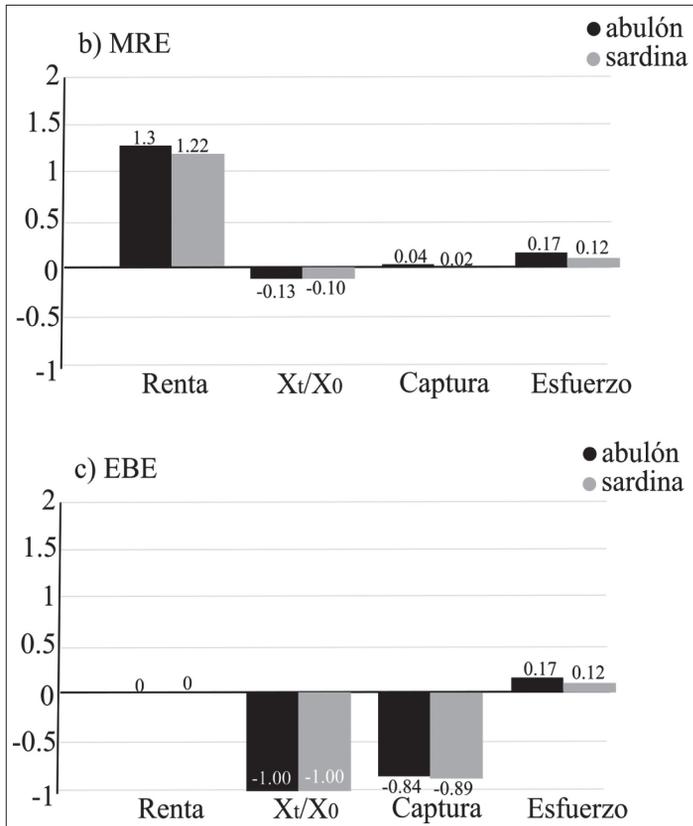


Figura 5. Continuación.



II. DISCUSIÓN

En México, como en la mayoría de los países, el objetivo del manejo pesquero es llevar a las pesquerías a operar en niveles cercanos al MRS, lo cual, si bien promueve maximizar las capturas, se ha demostrado que en muchos casos no garantiza el bienestar o la reducción de la pobreza (Girón-Nava *et al.*, 2019). Además, las fluctuaciones de precios de los productos pesqueros modifican sus puntos de referencia y los incentivos relacionados con la operación de los pescadores en el corto y mediano plazo, por lo que se deben considerar explícitamente en los aspectos económicos del manejo pesquero (Ainsworth *et al.*, 2012; Sumaila *et al.*, 2012; Mota, 2020).

Cabe resaltar que existen esfuerzos para incluir explícitamente los precios en el diseño de políticas para el manejo pesquero. Por ejemplo, se destaca que se ha intentado explicar la evolución del stock en el tiempo, el esfuerzo pesquero y el precio de mercado del recurso objeto de aprovechamiento a través de un modelo dinámico de una pesquería (Auger *et al.*, 2010). Así mismo, se ha propuesto considerar a la demanda y su función inversa para explicar lo que ocurre en el mercado de productos pesqueros (Barten y Bettendor, 1989), o bien, tomar en cuenta la longitud de los organismos capturados y su relación con la variación en los precios (Reglero y Morales-Nin, 2008). Por su parte Garza-Gil *et al.*, (2007) analizaron las tendencias en los precios para los casos de recursos pesqueros artesanales de Galicia, así como las posibles relaciones de equilibrio a largo plazo existentes entre el nivel origen y el nivel mayorista, con base en ello exploraron posibles causalidades en la cadena comercial y su repercusión sobre los agentes implicados y la cadena de distribución.

El análisis de precios es de interés para los diferentes eslabones de la cadena de distribución y venta, permitiendo identificar los potenciales impactos de las políticas públicas. Por ejemplo, analizar aquellas que inciden en el mejoramiento de los beneficios al eslabón de la extracción (*i.e.* pescadores), en donde se obtiene la menor renta durante el proceso de utilización de los recursos marinos. Finalmente, la inclusión de información sobre precios permite conectar con preguntas sobre la distribución de los beneficios derivados de la extracción (Villanueva-Poot *et al.*, 2017).

En el presente estudio no se pretende explorar alguna medida específica de manejo basada en precios como medida de control, ya que al ser la economía mexicana una economía liberalizada (sin precios de control al menos en el sector pesquero) que prohíbe los monopolios, no se considera la determinación de precios por parte del regulador o el gobierno, salvo los casos en que haya concentración o acaparamiento de artículos de consumo necesario (CPEUM, 2021). No obstante lo anterior, se considera útil el estudio de los precios, su variación, así como su repercusión en el uso y conservación de los recursos pesqueros.

Las limitaciones del presente estudio se centran en que únicamente se está explorando el efecto del precio sobre los indicadores de desempeño empleados (*i.e.* captura, esfuerzo, renta y la biomasa del stock), en donde el cambio del precio y su consiguiente efecto sobre dichos indicadores es inmediato, pudiendo no ser siempre el caso como en flotas más industrializadas, sin embargo, pudiera reflejar la tendencia al equilibrio a largo plazo bajo condiciones relativamente estables. Por otro lado, el análisis pudiera realizarse más complejo mediante: la evaluación del efecto de otras variables sobre el tipo de pesquería; la inclusión de los precios y costos dinámicos; la actualización de los precios y parámetros pesqueros para la toma de decisio-

nes en situaciones con información pesquera escasa, (muy común en México), entre otros aspectos, sin embargo, por el nivel de información disponible para este estudio, este nivel de resolución está fuera del objetivo del presente trabajo.

Los enfoques de análisis del mercado de productos de la pesca son relevantes para estimar los impactos en el bienestar derivados de los cambios tecnológicos y de políticas públicas en el sector de la pesca (Sagarpa, 2010) y la acuicultura (Bené *et al.*, 2016). Ejemplo de lo anterior son los análisis basados en los patrones de consumo, en donde se analiza cómo cambian en función del ingreso y de los cambios de precio, por lo que se utilizan matrices de elasticidades de la demanda por precios e ingresos según el tipo de producto. Es conocido que los patrones de consumo pueden variar dependiendo del tipo de producto considerado (Dey, 2000).

Debido a las implicaciones del precio en el manejo pesquero, se sugiere reformar el manejo pesquero para incluir criterios económicos para definir los objetivos de manejo e implementar políticas públicas que reduzcan los costos, mediante el mejoramiento tecnológico, o aumentar el precio mediante el valor agregado (Sumaila *et al.*, 2012). Se resalta que en México se estima que se generan USD \$0.60 por cada USD \$1.00 extraído cuando el promedio global ronda USD \$3.00 (Dyck y Sumaila, 2010).

Alcanzar el óptimo económico en las pesquerías implica la reducción del esfuerzo con respecto al MRS, y en mayor magnitud para aquellas que operan en niveles cercanos al EBE. Esto evidentemente presenta implicaciones sociales sobre todo en las pesquerías de pequeña escala, ubicadas generalmente sobre zonas con pocas alternativas laborales, por lo que la reducción del esfuerzo pesquero se debería realizar paralelamente junto con la diversificación económica (Mangin *et al.*, 2018). Adicionalmente, no es conveniente perder de vista los posibles conflictos derivados por la reducción del esfuerzo, ya que no sólo implica la pérdida de empleos, sino que existe el potencial conflicto con aquellos que se les permita el acceso a la pesquería y, que, además, se beneficiarían de mayores ingresos una vez que los niveles de biomasa se lleven al punto deseable (MRE) (Clark *et al.*, 2005; Jensen, 2002).

De acuerdo con la teoría y con los resultados observados, una reducción del esfuerzo generará una mayor conservación de la biomasa y, por consiguiente, mayores ingresos con un mayor efecto para el caso de pesquerías sobrexplotadas (Anderson y Seijo, 2010). Sin embargo, estas mejoras en el desempeño causadas por la optimización del manejo no sólo varían debido a las condiciones de salud del stock sino que, además, la magnitud de la mejora dependerá directamente de los precios de venta de la captura y de los costos de extracción. En este sentido, el cambio de políticas de manejo hacia el MRE reflejará un mejor desempeño en pesquerías de bajo valor sobre las de alto valor, ya que las utilidades bajo los niveles de MRS y MRE serán similares conforme mayor sea el valor del producto (por ejemplo, véase el caso abulón de la figura 4).

La economía mexicana en la década de los años 80 presentó una apertura más decidida al comercio exterior y la adopción del modelo de libre mercado o competencia con el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), y posteriormente con la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2017). Estas mismas políticas de mercado se interiorizaron en la economía mexicana, eliminando distintos precios fijados como mínimos o máximos en muchos productos nacionales y quedando pocos en la actualidad. (Precios de garantía para productos agrícolas, DOF, 2020). Esto significa que el uso de la herramienta de los precios para orientar la producción y el consumo en la actualidad tiene muy pocos ejemplos en la economía nacional, aunque con la visión del actual gobierno sobre una mayor participación del Estado en la economía, se percibe que eventualmente pudieran retomarse posibilidades para el establecimiento de precios como política pública. No obstante que los precios puedan potencialmente constituirse o no en un mecanismo de regulación, en los mercados pesqueros hay pocos casos reportados (p. ej.: Samy-Kamal *et al.*, 2015 y 2021). Sin embargo, el análisis de éstos es necesario porque permite explorar, a partir de sus variaciones, las consecuencias sobre los productos pesqueros y cómo repercuten dichos cambios en el estado de los recursos naturales, en su sustentabilidad y en la viabilidad de la actividad productiva (Caddy y Mahon, 1995; Tai *et al.*, 2017).

CONCLUSIÓN

Por lo anterior, se concluye y resalta la importancia de incluir explícitamente la información de precios en el diseño de políticas de manejo, ya que los precios son los que generan y modifican incentivos y comportamiento de los pescadores, lo que se traduce en cambios en la salud de los recursos y por ende el bienestar de los usuarios. En este sentido se destaca el riesgo de que un aumento extraordinario de precios pueda llevar a los usuarios de una pesquería a una trampa social al generar incentivos de corto plazo bajo el riesgo de alcanzar niveles de sobrexplotación de los recursos a costa de los beneficios futuros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ainsworth, Cameron H.; Morzaria-Luna, Hem Nalini; Kaplan, Isaac C.; Levin, Phillip S. y Fulton, Elizabeth A. (2012), "Full compliance with harvest regulations yields ecological benefits: Northern Gulf of California case study", *Journal of Applied Ecology*, 49 (1), pp. 63-72, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02064.x>.

- Anderson, Lee G. y Seijo, Juan Carlos (2010), *Bioeconomics of fisheries management*, John Wiley & Sons.
- Anderson, Lee G. (2004), *The economics of fisheries management*, Caldwell, New Jersey, The Blackburn Press (Revised and Enlarged Edition).
- Arreguín-Sánchez, Francisco y Arcos-Huitrón, Enrique (2011), “La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas”, *Hidrobiológica*, 21 (3), pp. 431-462, available at: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972011000300015&lng=es&nrm=iso, ISSN 0188-8897.
- Auger, Pierre; Mchich, Rachid; Raïssi, Nadia y Kooi, Bob W. (2010), “Effects of market price on the dynamics of a spatial fishery model: Over-exploited fishery/traditional fishery”, *Ecological Complexity*, 7 (1), pp. 13-20, doi: 10.1016/j.ecocom.2009.03.005.
- Barten, Anton P. y Bettendorf, Leon J. (1989), “Price formation of fish: An application of an inverse demand system”, *European Economic Review*, 33 (8), pp. 1509-1525, doi: 10.1016/0014-2921(89)90075-5.
- Béné, Christophe; Arthur, Robert; Norbury, Hannah; Allison, Edward H.; Beveridge, Malcolm; Bush, Simon; Campling, Lian; Leschen, Will; Little, David; Squires, Dale; Thilsted, Skakuntala H.; Troell, Max y Williams Meryll (2016), “Contribution of fisheries and aquaculture to food security and poverty reduction: assessing the current evidence”, *World Development*, 79, pp. 177-196, doi: 10.1016/j.worlddev.2015.11.007.
- Caballero-Miguel, Gonzalo y Lemos-Nobre, Ana Carolina (2019), “Instituciones, gobernanza y sistemas socioecológicos en la gestión de recursos pesqueros”, en Ponce-Díaz, Germán y González-Laxe, Fernando, *Gobernanza Pesquera; México y España*, México, Instituto Politécnico Nacional, pp. 41-68.
- Caddy, John F. y Mahon, Robin (1995), *Reference points for fisheries management*, FAO Fisheries Technical Paper 347, Rome, FAO, p. 83, available at: <http://www.fao.org/3/v8400e/v8400e00.htm> (accessed: 07 May 2021).
- Cisneros-Mata, Miguel Ángel (2016), “Some guidelines for a reform in Mexican fisheries”, *Ciencia Pesquera*, 24 (1), pp. 77-91, available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/192272/Cisneros_2016.pdf, (accessed: 07 May 2021).
- Cisneros-Mata, Miguel Ángel; Mangin, Tracy; Bone, Jennifer; Rodriguez, Laura; Smith, Sara Lindley y Gaines, Steven D. (2019), “Fisheries governance in the face of climate change: Assessment of policy reform implications for Mexican fisheries”, *PLOS ONE*, 14 (10), p. e0222317, doi: 10.1371/journal.pone.0222317.
- Cisneros-Montemayor, Andrés M.; Cisneros-Mata, Miguel Ángel; Harper, Sara y Pauly, Daniel (2013), “Extent and implications of IUU catch in Mexico’s marine fisheries”, *Marine Policy*, 39, pp. 283-288, doi: 10.1016/j.marpol.2012.12.003.
- Clark, Clark W.; Munro, Gordon R. y Sumaila, Ussif Rashid (2005), “Subsidies, buybacks, and sustainable fisheries”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 50 (1), pp. 47-58, doi: 10.1016/j.jeem.2004.11.002.

- Costello, Christopher; Ovando, Daniel; Clavelle, Tyler; Strauss, Kent; Hilborn, Ray; Melnychuk, Michel C.; Branch, Trevor A.; Gaines, Steven D.; Szuwalski, Cody S.; Cabral, Reniel B.; Rader, Douglas N. y Leland, Amanda (2016), "Global fishery prospects under contrasting management regimes", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (18), pp. 5125-5129, doi: 10.1073/pnas.1520420113.
- CPEUM (2021), *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. 1917. Constitución publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917*, DOF 11-03-2021, available at: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_110321.pdf, (accessed: 07 May 2021).
- Dey, Maday Mohan (2000), "Analysis of demand for fish in Bangladesh", *Aquaculture Economics & Management*, 4 (1-2), pp. 63-81, doi: 10.1080/13657300009380261.
- DOF (2020), *ACUERDO por el que se dan a conocer las Reglas de Operación del Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos, a cargo de Seguridad Alimentaria Mexicana, Segalmex, sectorizada en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, para el ejercicio fiscal 2021*, available at: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609037&fecha=28/12/2020, (accessed: 07 May 2021).
- Dyck, Andrew J. y Sumaila, Ussif Rashid (2010), "Economic impact of ocean fish populations in the global fishery", *Journal of Bioeconomics*, 3 (12), pp. 227-243, doi: 10.1007/s10818-010-9088-3.
- FAO (1995), *Código de conducta para la pesca responsable organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*, Roma, FAO, p. 46, available at: <http://www.fao.org/3/V9878S/V9878S00.htm>, (accessed: 07 May 2021).
- (2018), *The state of world fisheries and aquaculture 2018: meeting the sustainable development goals*, Roma, FAO (The State of World Fisheries and Aquaculture), doi: 10.18356/8d6ea4b6-en.
- (2020), *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020. La sostenibilidad en acción*, Roma, FAO, doi: 10.4060/ca9229en.
- Garza-Gil, María Dolores; Varela-Lafuente, Manuel y Amigo-Dobaño, Lucy (2007), *Análisis de precios en la cadena de distribución de productos de la pesca en Galicia*, Centro de Estudios Euro Regionais, p. 24, available at: <http://www.fceer.org/bdoc/recursos/009.pdf>, (accessed: 07 May 2021).
- Giron-Nava, Alfredo; Johnson, Andrew F.; Cisneros-Montemayor, Andrés M. y Aburto-Oropeza, Octavio (2019), "Managing at Maximum Sustainable Yield does not ensure economic well-being for artisanal fishers", *Fish and Fisheries*, 20 (2), pp. 214-223, doi: <https://doi.org/10.1111/faf.12332>.
- González Laxe, F.; Bermúdez, F. M.; Palmero, F. M. y Novo-Corti, I. (2018), "Governance of the fishery industry: A new global context", *Ocean & Coastal Management*, 153, pp. 33-45, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2017.12.009.
- Gordon, H. Scott (1954), "The economic theory of a common-property resource: the fishery", *Journal of Political Economy*, 62 (2), pp. 124-142, doi: 10.1086/257497.

- Hengbin, Y.; Mohsin, M. y Noman, M. (2020), "Application of Gordon-Schaefer Model to evaluate bioeconomic and management aspects of *Scomberomorus sinensis* fishery in Shandong, China", *IJMS*, vol. 49 (07) [July 2020], available at: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/55091>, (accessed: 23 March 2021).
- Jensen, Carsten Lynge (2002), "Reduction of the fishing capacity in 'common pool' fisheries", *Marine Policy*, 26 (3), pp. 155-158, doi: 10.1016/S0308-597X(01)00037-9.
- Jentoft, Svein; Chuenpagdee, Retana; Franz, Nicole y Barragán-Paladines, María José (2017), "Implementing the voluntary guidelines for securing small-scale fisheries", in Jentoft, Svein; Chuenpagdee, Retana; Barragán-Paladines, María José and Franz, Nicole (eds.), *The Small-Scale Fisheries Guidelines: Global Implementation*, Cham: Springer International Publishing (MARE Publication Series), pp. 3-13, doi: 10.1007/978-3-319-55074-9_1.
- Mangin, Tracey; Costello, Christopher; Anderson, James; Arnason, Ragnar; Elliott, Matthew; Gaines, Steve D.; Hilborn, Rag; Peterson, Emily y Sumaila, Rashid (2018), "Are fishery management upgrades worth the cost?", *PLOS ONE*, 13 (9), p. e0204258, doi: 10.1371/journal.pone.0204258.
- Miguez, Gonzalo Caballero (2011), "Economía de las instituciones: de Coase y North a Williamson y Ostrom", *EKONOMIAZ, Revista Vasca de Economía*, 77 (02), pp. 14-51, available at: <https://www.euskadi.eus/web01-a2reveko/es/k86aEkonomiazWar/ekonomiaz/downloadPDF?ROIHNOPortal=true&idpubl=73®istro=1144>, (accessed: 07 May 2021).
- Mota, Rui Pedro (2020), "Fishery harvest control rules from bioeconomic optimization", *Marine Policy*, 115, p. 103865, doi: 10.1016/j.marpol.2020.103865.
- Nevárez-Martínez, Martínez O.; Martínez-Zavala, María de los Ángeles; Jacob-Cervantes, Mercedes L.; Cotero-Altamirano, Celia Eva; Santos-Molina, José Pablo y Valdez-Pelayo, Alejandro (2014), "Peces pelágicos menores (*Sardinops sagax*, *Opisthonema spp.*, *Scomber japonicus*, *Engraulix mordax*, *Centengraulis mysticetus*, *Etrumeus teres*, *Trachurus symmetricus*, *Oligoplites spp.*)", in Beléndez Moreno, E.; Espino-Barr, G.; Galindo-Cortes, M. T.; Gaspar-Dillanes, L.; Huidobro-Campos, E. y Morales-Bojórquez (eds.), *Sustentabilidad y pesca responsable en México. Evaluación y manejo*, México, Instituto Nacional de Pesca, pp. 83-137, available at: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/117692/Sustentabilidad-y-Pesca-Responsable-en-Mexico.-2014-web.pdf>, (accessed: 07 May 2021).
- Nguyen, Bonnie y Wait, Andrew (2015), *Essentials of microeconomics*, 1st edn, Routledge, doi: 10.4324/9781315690339.
- OMC (2017), *Examen de las Políticas Comerciales. Informe de la Secretaría, México, WT/TPR/S/352/Rev.1, 23 de junio de 2017*, available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/568390/Anexo2._Informe_Secretar_a_OMC.pdf.
- Orensanz, José María y Seijo, Juan Carlos (2013), *Rights-based management in Latin American fisheries*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, available at: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/107344>, (accessed: 23 March 2021).

- Pérez-Ramírez, Mónica; Ponce-Díaz, Gérman y Lluch-Cota, Salvador (2012), “The role of MSC certification in the empowerment of fishing cooperatives in Mexico: The case of red rock lobster co-managed fishery”, *Ocean & Coastal Management*, 63, pp. 24-29, doi: 10.1016/j.ocecoaman.2012.03.009.
- Pincinato, Ruth Beatriz Mezzalira y Gasalla, Maria De Los Angeles (2010), “Priceless prices and marine food webs: Long-term patterns of change and fishing impacts in the South Brazil Bight as reflected by the seafood market”, *Progress in Oceanography*, (3rd GLOBEC OSM: From ecosystem function to ecosystem prediction), 87 (1), pp. 320-330, doi: 10.1016/j.pcean.2010.08.006.
- Ponce-Dáz, Germán (2004), *Efecto de la mortalidad por pesca y la variabilidad climática en la pesquería de abulón*, Tesis de Doctorado, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, available at: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14345>, (accessed: 07 May 2021).
- Ramos-Rodríguez, José Alejandro (2006), *Análisis bioeconómico de la pesquería de sardina monterrey (Sardinops sagax caeruleus) (Girard, 1854) en la Costa occidental de Baja California Sur*, Tesis de Maestría, CIBNOR, available at: <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/151>, (accessed: 07 May 2021).
- Reglero, Patricia y Morales-Nin, Beatriz (2008), “Relationship between first sale price, body size and total catch of trammelnet target species in Majorca (Nw mediterranean)”, *Fisheries Research*, 92 (1), pp. 102-106, doi: 10.1016/j.fishres.2008.01.010.
- Sagarpa (2010), *Reporte de Unidades Representativas de Producción Acuícola y Pesquera. Panorama Económico 2008-2018*, México, SAGARPA-Universidad Autónoma de Chapingo, p. 81, available at: <http://74.208.251.65:82/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11734>, (accessed: 07 May 2021).
- Samy-Kamal, Mohamed (2021), “Prices in the Egyptian seafood market: insights for fisheries management and food security”, *Fisheries Research*, 233, p. 105764, doi: 10.1016/j.fishres.2020.105764.
- Samy-Kamal, Mohamed; Forcada, Aitor y Sánchez Lizaso, José Luis (2015), “Daily variation of fishing effort and ex-vessel prices in a western Mediterranean multi-species fishery: Implications for sustainable management”, *Marine Policy*, 61, pp. 187-195, doi: 10.1016/j.marpol.2015.08.015.
- Schaefer, Milner Baily (1957), “A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean”, *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*, 2 (6), pp. 243-285, available at: <http://aquaticcommons.org/3531/>, (accessed: 07 May 2021).
- (1991), “Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries”, *Bulletin of Mathematical Biology*, 53 (1), pp. 253-279, doi: 10.1016/S0092-8240(05)80049-7.
- Schiller, Laurene y Bailey, Megan (2021), “Rapidly increasing eco-certification coverage transforming management of world’s tuna fisheries”, *Fish and Fisheries*, n/a(n/a), doi: <https://doi.org/10.1111/faf.12539>.

- Seijo, Juan Carlos y Defeo, Omar (1997), *Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo*, Roma, FAO, p. 364, available at: <http://www.fao.org/3/W6914S/W6914S00.htm>, (accessed: 07 May 2021).
- Sumaila, Ussif Rashid; Cheung, William; Dyck, Andrew; Gueye, Kamal; Huang, Ling; Lam, Vicky; Pauly, Daniel; Srinivasan, Thara; Swartz, Will; Watson, Reginald y Zeller, Dirk (2012), “Benefits of rebuilding global marine fisheries outweigh costs”, *PLOS ONE*, 7 (7), p. e40542, doi: 10.1371/journal.pone.0040542.
- Sumaila, Ussif Rashid; Marsden, A. Dale; Watson, Reg y Pauly, Daniel (2007), “A global ex-vessel fish price database: construction and applications”, *Journal of Bioeconomics*, 9 (1), pp. 39-51, doi: 10.1007/s10818-007-9015-4.
- Tai, Travis C.; Cashion, Tim; Lam, Vicky W. Y.; Swartz, Wilf y Sumaila, Ussif Rashid (2017), “Ex-vessel fish price database: disaggregating prices for low-priced species from reduction fisheries”, *Frontiers in Marine Science*, 4, doi: 10.3389/fmars.2017.00363.
- Urías-Sotomayor, Ricardo; Rodríguez-Domínguez, Guillermo; Castañeda-Lomas, Nicolás; Pérez-González, Raúl; Rivera-Parra, Gabriel Iván y Martínez-Cordero, Francisco Javier (2019), “Análisis bioeconómico de la pesquería de calamar gigante *Dosidicus gigas* en el noroeste de México”, *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29 (53), doi: 10.24836/es.v29i53.645.
- Verhulst, Pierre François (1838), “Notice sur la loi que la population suit dans son accroissement”, *Corresp. Math. Phys.*, 10, pp. 113-126.
- Villanueva-Poot, Raúl; Seijo, Juan Carlos; Headley, Maren; Arce, Ana Minerva; Sosa-Cordero, Eloy y Lluch-Cota, Daniel Bernardo (2017), “Distributional performance of a territorial use rights and co-managed small-scale fishery”, *Fisheries Research*, 194, pp. 135-145, doi: 10.1016/j.fishres.2017.06.005.
- Wijayanto, Dian; Setiyanto, Indradi y Setyawan, Hendrik Angie (2020), “Bio-economic model of Danish seine and purse seine fisheries in Rembang Regency, Indonesia”, available at: <https://pubag.nal.usda.gov/catalog/6762650>, (accessed: 23 March 2021).