

SOBRE LA TIPOLOGÍA DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA EVALUACIÓN CIENTÍFICA DE LOS ECOSISTEMAS MARINOS SOMETIDOS A LA EXPLOTACIÓN PESQUERA

SEBASTIÁN VILLASANTE / MARÍA DO CARME GARCÍA NEGRO

GONZALO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ¹

Universidad de Santiago de Compostela

Recibido: 2 de diciembre de 2009

Aceptado: 27 de julio de 2010

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En la actualidad existe un consenso generalizado en la comunidad científica en que la sobreexplotación de la mayor parte de las pesquerías mundiales ha originado importantes efectos en los ecosistemas marinos costeros en los últimos años (Pauly *et al.*, 2002). Los datos históricos de capturas y biomasa indican que se ha producido un descenso significativo de la abundancia y de la diversidad marina (Myers y Worm, 2005).

Dentro de este nuevo contexto, la medición del desarrollo sostenible constituye un requisito previo para alcanzar la sostenibilidad de las actividades económicas. Para ello, una de las maneras de evaluar los progresos del desarrollo sostenible consiste en la utilización de indicadores de sostenibilidad (Christensen, 2000), de ahí que el objetivo específico de este trabajo consista en presentar una nueva categorización de los principales indicadores de sostenibilidad que se aplican a los ecosistemas marinos sometidos a la explotación pesquera.

2. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

2.1. CONCEPTO

En la literatura, el concepto, las funciones y los objetivos de los indicadores aparecen definidos con distintas acepciones y de diversas formas (Golusin y

¹ Los autores agradecen el apoyo del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), al Latin American and Caribbean Environmental Economics Program (LACEEP), a la Swedish International Cooperation Development Agency (SIDA) y al International Development Research Center (IDRC). Sebastián Villasante agradece también al Instituto de Estudios Marinos y del Bienestar (INESMA) por otorgarle el "I Premio INESMA" sobre conservación de los ecosistemas marinos, y a la Japanese International Research Society por distinguirlo con el "Yamamoto Prize, IIFET 2010" (compartido con el profesor Rashid Sumaila, Fisheries Centre, UBC, Canadá) en el marco de la European Association of Fisheries Economists (EAFE).

Ivanovic, 2009). En términos generales, un indicador puede ser definido como “la parte observable de un fenómeno que permite valorar otra porción no observable por dicho fenómeno” (Chevalier et al., 1992), o “una medida de comportamiento del sistema en términos de atributos significativos y perceptibles” (Holling, 1978), o bien como “un parámetro, o un valor derivado de un parámetro, el cual proporciona información acerca de un fenómeno” (OCDE, 1993).

2.2. FUNCIONES DE LOS INDICADORES

Los indicadores nos informan rápida y fácilmente sobre algo de interés, puesto que no es posible medir todo (FAO, 1999). La principal función de un indicador radica en su habilidad para resumir, focalizar y condensar una enorme complejidad de nuestro medio ambiente dinámico a una cantidad de información relativamente fácil de manejar e interpretar.

La clasificación de los indicadores forma parte de una etapa esencial en su desarrollo. En nuestro caso, y sin ánimo de ofrecer una clasificación taxativa, partimos de la sistematización efectuada por el simposio *Quantitative Ecosystem Indicators for Fisheries Management*, y que discutió el empleo y los progresos en la aplicación de indicadores de sostenibilidad en los ecosistemas marinos (Cury y Christensen, 2005). En este trabajo se amplía esta clasificación y se aporta una nueva tipología de indicadores de los ecosistemas marinos, distinguiendo entre indicadores ambientales, biológicos, económicos, sociales, multidisciplinares y ecológicos.

3. TIPOLOGÍA DE INDICADORES PARA LOS ECOSISTEMAS MARI-NOS

3.1. PERSPECTIVA AMBIENTAL

Entre los indicadores ambientales destacan el *Environmental Perfomance Index* (EPI), desarrollado por el *Yale Center for Environmental Law and Policy*, que mide el estado de los sistemas ambientales de los países, el éxito en la protección de los ciudadanos de daños ambientales, y la capacidad adaptativa de los gobiernos de adoptar acciones de carácter ambiental. Asimismo, la huella ecológica es un indicador que mide las necesidades humanas en términos de superficie requerida para la generación de productos, o para la absorción de residuos durante el transcurso del proceso de producción (Wackernagel y Rees, 1996). Su aplicabilidad ha estado restringida al cálculo de la productividad primaria requerida para la obtención de las capturas globales (Pauly y Christensen, 1995), y constituye un instrumento de difusión para medir la apropiación humana de recursos marinos. Recientemente, también se han formulado y utilizado nuevos indicadores que miden los potenciales cambios en las pesquerías como consecuencia del cambio climático (Sarmiento et al., 2004).

3.2. PERSPECTIVA BIOLÓGICA

El papel que deben desempeñar los científicos consiste en la adopción de una serie de puntos de referencia que indican cuándo se va a entrar en un área que muestra que la continuidad de la reproducción de un recurso que se encuentre en peligro.

Pueden ser referidos como puntos umbrales o puntos de referencia límites. Así, los límites frecuentemente empleados son el tamaño del stock no explotado (B_0) –es decir, la biomasa virgen que existiría en caso de ausencia de pesca–, o el tamaño del stock que permite alcanzar el máximo rendimiento sostenible (MRS) (B_{MRS}). A este tamaño, el stock es probable que alcance su límite de productividad natural.

El tercer límite que se suele emplear es el tamaño del stock cuando alcanza el máximo rendimiento sostenible (MRS), es decir, $B_{MRS} \sim 0,5B_0$. A este tamaño, un incremento del esfuerzo pesquero originará una reducción del tamaño del stock y una caída de las capturas. El cuarto límite de referencia habitualmente empleado es el de la biomasa precautoria (B_{pa}), donde $B_{pa} \sim 30\% B_0$ (Rainer Froese, com. pers.). El máximo rendimiento sostenible y los niveles de equivalentes de esfuerzo pesquero estándar han sido primeramente empleados para el modelo simétrico de Schaefer (Hilborn y Walters, 1992). También se han formulado puntos de referencia objetivo en relación al rendimiento por recluta, a la mortalidad natural (M) o a la mortalidad total (Z), así como métodos para calcular el reclutamiento basado en puntos de referencia límite (Hilborn y Walters, 1992).

3.3. PERSPECTIVA ECONÓMICA

Habitualmente se considera que el objetivo general de la ordenación y del desarrollo pesquero consisten en lograr el índice “*óptimo*” de explotación de la pesca. Es decir, si el objetivo normativo es potenciar al máximo el beneficio económico para la economía nacional derivada de la pesca, el índice óptimo de explotación se define por el rendimiento máximo económico. Esta riqueza generada, designada como la rentabilidad del recurso, representa la ganancia por encima del retorno normal del trabajo y del capital, y surge del valor intrínseco de las capturas, dentro de una concepción “*racionalista*” que consiste en la máxima obtención de beneficios de una pesquería (Charles y Wilson, 2009).

Aunque menos sofisticados, también se han planteado diversas variables como indicadores económicos, y a menudo se han propuesto tanto los precios de descarga como el coste de captura y el volumen capturado (Perrings, 2000). También se han sugerido la contribución del sector al PIB, el valor añadido del producto comercializado o el valor de descarga de las capturas (Hilborn y Walters, 1992). A pesar de que las descargas están consideradas como el más elemental indicador de sostenibilidad, Mullon *et al.* (2005) demostraron que el mantenimiento de un alto nivel de capturas a lo largo del tiempo no necesariamente invalida la hipótesis de un posterior colapso de una pesquería.

De otro lado, también se debe considerar no sólo el valor de mercado de los productos, sino también el valor de no mercado, con el fin de abordar la medición de la sostenibilidad desde una perspectiva que contemple todos los valores de uso y de no-uso (Carson *et al.*, 1992). Por último, Sumaila (com. per.) está desarrollando indicadores de subsidios a partir de la información contenida en *Sea Around Us* (SAUP).

3.4. PERSPECTIVA SOCIAL

Los indicadores sociales suelen estar asociados al mantenimiento del empleo de las comunidades costeras. Los indicadores habitualmente empleados van desde el número de empleos directos e indirectos (Hilborn y Walters, 1992), la elaboración de índices de especialización en relación con los demás sectores productivos, los ingresos *per capita* (OCDE, 1993), los salarios de la tripulación, la seguridad a bordo, las migraciones de los pescadores ante la moratoria de captura, hasta el estudio del descenso del nivel educativo y el incremento del número de delitos cometidos como resultado de la falta de actividad pesquera (Hamilton y Haedrich, 1999), entre otros. Recientemente, Sumaila *et al.* (2006) desarrollaron un índice de pobreza comparando los ingresos procedentes de los pescadores con los ingresos medios y/o con los niveles de pobreza para Noruega, Tailandia y Filipinas; y un índice de sensibilidad política que compara la madurez y sensibilidad de la normativa entre los diferentes países a través del análisis de un número de vocablos empleados en la legislación pesquera y medioambiental.

3.5. PERSPECTIVA MULTIDISCIPLINAR

Aunque la mayor parte de los indicadores descritos incorporan información relevante de varias disciplinas, lo cierto es que el indicador con carácter multidisciplinar y multinivel más conocido es el desarrollado originalmente por la OCDE (1993), y adaptado por la FAO (1999), denominado *Presión-Estado-Respuesta* (P-S-R), en el marco de implementación del *Código de conducta para la pesca responsable* del año 1995.

Recientemente, también se ha elaborado otra técnica multinivel y multivariante llamada *Rapfish*, desarrollada por Pitcher *et al.* (2008) para contrastar los progresos en la implementación del *Código de pesca para la pesca responsable* en todo el mundo. Este conjunto de indicadores procura incorporar en la evaluación científica la naturaleza multivariante de las pesquerías, asignando un valor a cada uno de los componentes ecológico, económico, sociológico, tecnológico y ético, de tal forma que se pueda examinar la sostenibilidad de las pesquerías desde varias disciplinas.

3.6. PERSPECTIVA ECOLÓGICA

Para el análisis y conocimiento biológico independiente de los stocks han sido frecuentemente utilizados un variado número de indicadores como la biomasa (*B*),

la mortalidad pesquera (F), y la abundancia o el tamaño de un stock (Hilborn y Walters, 1992). Mientras que este tipo de indicadores son aplicaciones robustas y requieren de información científica disponible, son ciertamente difíciles de comprender e interpretar para aquellos interesados sin conocimientos de ecología y biología, y casi siempre se han aplicado a pesquerías uniespecíficas.

Por ello resulta necesario articular nuevos indicadores, complementarios a los ya descritos, que posean todas las propiedades o atributos, que cumplan los requisitos operacionales y que sean fácilmente divulgables. En este sentido, últimamente ha cobrado un especial interés la utilización del índice trófico marino (MTI) y el índice de balance de pesquerías (FiB), desarrollados por Pauly *et al.* (1998) y reconocidos por la *Convención sobre Biodiversidad Biológica* para medir la pérdida de biodiversidad marina en los océanos.

Tabla 1.- Resumen de los principales indicadores de sostenibilidad aplicados a los ecosistemas marinos sometidos a explotación pesquera

CATEGORÍA	INDICADOR	MIDE O INDICA	ÁREA DE ESTUDIO	PROBLEMAS EN SU APLICACIÓN	REFERENCIAS
Ambiental	<i>Bioclimate Envelope Model</i>	Predice posibles cambios de distribución de larvas e individuos adultos según las condiciones oceánicas	Global	La representación de la distribución de las especies puede ser incierta; no se dispone de los parámetros de las poblaciones; los cambios en la distribución de las especies pueden deberse a alteraciones sinérgicas entre ellas o a factores antropocéntricos	Cheung <i>et al.</i> (2008)
	Huella ecológica	El área ecológicamente productiva para las capturas	Global	Delimitación geográfica. Datos de capturas	Wackernagel y Rees (1996)
Biológico	B_{lim}	El nivel más bajo de biomasa compatible con la sostenibilidad del recurso	Europa	Difícil contar con información detallada de la pesquería	FAO (1999); ICES (2005)
	B_{obj}	El nivel de biomasa que se considera apropiado para la pesquería	Europa	Difícil contar con información detallada de la pesquería	FAO (1999); ICES (2005)
	Hábitat	Presión de la pesca sobre un hábitat-ecosistema marino	Global	Delimitación clara de los factores modificadores del ecosistema (contaminación, cambio climático, pesca, etc.)	Sumaila (com. pers.)
	Colapso	Representa el grado de colapso de una especie/pesquería debido a la pesca	Global	Diferentes registros históricos de función de crecimiento, parámetro K de von Bertalanffy, M o fecundidad	Cheung y Sumaila (2008)
	Longevidad media	Combina los niveles tróficos con la profundidad de las especies	Global	Datos de longevidad máxima y mínima, niveles tróficos y datos de captura	Morato <i>et al.</i> (2006); Villasante (2009)
	Mortalidad pesquería	Mortalidad debido a la acción pesquera	Global	Datos no siempre fiables. Difícil establecer puntos de referencia	Hilborn y Walters (1992)
	Máximo rendimiento sostenible	Reflejar la dinámica de población o de poblaciones en la forma de proporcionar un asesoramiento conservador en condiciones de incertidumbre	Global	Determinar los tipos y grados de incertidumbre	Naciones Unidas (2007)
	SSB o % biomasa del stock no explotado	La biomasa virgen	Global	Datos no robustos o de difícil obtención	Le Gallic (2002)
	Reclutamiento	Establece puntos de referencia límite para un óptimo reclutamiento	Bacalo Atlántico nordeste	Elevada plasticidad fenotípica del stock. Escasos síntomas de recuperación tras el cierre de la pesquería	ICES (2005)

Tabla 1 (continuación).- Resumen de los principales indicadores de sostenibilidad aplicados a los ecosistemas marinos sometidos a explotación pesquera

CATEGORÍA	INDICADOR	MIDE O INDICA	ÁREA DE ESTUDIO	PROBLEMAS EN SU APLICACIÓN	REFERENCIAS
Económico	Coste de captura	Los costes de explotación de una embarcación-empresa	Global	Difícil contar con información detallada de la pesquería	MRAG (2008)
	% Pesca/PBI	La importancia económica de la industria pesquera en el país/región	Global	Determinar los sectores involucrados. Difícil establecer puntos de referencia	Comisión Europea (2000)
	Capturas por unidad de esfuerzo (CPUE)	Cambios en la abundancia de un stock	Global	Difícil contar con información detallada de la pesquería	ICES (2005)
	Input-Output	Las relaciones intersectoriales de la pesca con el resto de la economía	Global, Galicia	Volumen considerable de información. Difícil establecer puntos de referencia	García Negro (2003)
	Máximo rendimiento económico	Ocurre a un nivel de esfuerzo sobre el recurso que proporciona el mayor margen de ingresos sobre los costes	Global	Determinar los costes de explotación. Estimar el impacto directo de los beneficios económicos sobre los ecosistemas	Hilborn y Walters (1992)
	Precios de descarga	El valor de las descargas en lonja-puerto	Global	Difícil obtención de datos en países en vías de desarrollo. No informa sobre el estado de los stocks en términos físicos	Mullon <i>et al.</i> (2005)
	Valor de no mercado	El valor de los ecosistemas/actividades sin valor de mercado	Bahía Prince Williams	Desviaciones en la elaboración de encuestas. Diversidad de enfoques de valoración	Carson <i>et al.</i> (1992)
	Subsidios	Valor de los subsidios/valor de descargas	Global	Difícil obtención de datos por tipología de subsidios	Sea Around Us
Social	Empleo directo e indirecto	Cuantifica el número de empleos directos e indirectos que genera la pesca y las actividades relacionadas	Global	Diferente metodología en la recogida de información. Distinta segmentación o tipología de trabajos	Hilborn y Walters (1992)
	Sensibilidad política	La sensibilidad de la legislación de un país-región en temas ambientales y pesqueros	Barbados, Cuba, China, Filipinas, Indonesia, USA, Myanmar, Tailandia, Tanzania, Vietnam	Términos no siempre correctamente empleados. Difícil establecer puntos de referencia	Sumaila (com. pers.)
	Pobreza	La presión económica sobre los pescadores	Filipinas, Indonesia, Noruega	Difícil establecer puntos de referencia	Sumaila <i>et al.</i> (2003)
Multidisciplinar	Rafish	La sostenibilidad de las pesquerías de acuerdo con el <i>Código de conducta para la pesca responsable</i>	33 países	Heterogeneidad de información en los países examinados	Pitcher <i>et al.</i> (2009)
	Presión-Estado-Respuesta	El nivel de explotación de un recurso o ecosistema	Global	Difícil interrelación de los componentes	OCDE (1993); FAO (1999)

Tabla 1 (continuación).- Resumen de los principales indicadores de sostenibilidad aplicados a los ecosistemas marinos sometidos a explotación pesquera

CATEGORÍA	INDICADOR	MIDE O INDICA	ÁREA DE ESTUDIO	PROBLEMAS EN SU APLICACIÓN	REFERENCIAS
Ecológico	FIB	El balance ecológico de un ecosistema	India	Datos de captura y descartes. Difícil establecer puntos de referencia	Christensen (2000)
	ITM	Cambios en la evolución del nivel trófico de las descargas	Global	Longitud de series temporales. Descartes. Difícil establecer puntos de referencia	Pauly <i>et al.</i> (1998)
	PPR	La productividad primaria requerida para las capturas	Global	Escasas estimaciones de productividad primaria local-regional-nacional	Christensen y Pauly (1995)
	Profundidad media	Combina los niveles tróficos con la profundidad de las especies	Global	Verosimilitud de datos de profundidad máxima y mínima, niveles tróficos y datos de captura	Morato <i>et al.</i> (2006)
	Ratio de explotación	La mortalidad pesquera (<i>F</i>) con respecto a la mortalidad total (<i>Z</i>)	Global	Los datos no siempre son fiables. Difícil establecer puntos de referencia	Hilborn y Walters (1992)
	Vulnerabilidad intrínseca	Testar las diversas vulnerabilidades de las tasas en distintos hábitats	Global	Limitado número de atributos o caracteres de las especies consideradas	Cheung <i>et al.</i> (2007)
	Vulnerabilidad cambio climático	La exposición a las alteraciones del cambio climático, a la extensión de la capacidad de adaptación y a la sensibilidad de las economías nacionales	132 países	Limitado marco analítico de modelos para evaluar el impacto del cambio climático. Elevado grado de incertidumbre	Allison <i>et al.</i> (2008)
	Vulnerabilidad cambio climático arrecifes de coral	Testar la vulnerabilidad de las pesquerías por: a) exposición a cambios físicos, b) dependencia de la economía nacional, y c) capacidad de adaptación	Global	La vulnerabilidad depende de los datos disponibles de temperatura media de la superficie oceánica	Munday <i>et al.</i> (2009)
Vulnerabilidad montes submarinos	Testar la correlación entre la elevada vulnerabilidad con el ciclo vital de las tasas	Global	Difícil compilación de los seis atributos	Morato <i>et al.</i> (2006)	

FUENTE: Elaboración propia.

4. CONCLUSIONES

Dada la importancia de la actividad pesquera como abastecedora de alimento para consumo humano y como sostén socioeconómico de millones de pescadores en todo el mundo, parece claro que la medición del uso de los océanos constituye un prerequisite indispensable para la sostenibilidad de las pesquerías a largo plazo. La revisión de la literatura realizada indica que existe un número significativo de indicadores de sostenibilidad que se pueden aplicar a los ecosistemas marinos.

No obstante, la naturaleza de cada uno de estos indicadores, los potenciales resultados esperables, la limitación de las fuentes de información, así como el reconocimiento en instrumentos internacionales y la dimensión ecológica, económica y social de las implicaciones que de ellos se derivan, obliga a elaborar una selección de los indicadores más apropiados para medir la progresiva evolución y

pérdida de biodiversidad marina. Por esto, la adopción de indicadores de sostenibilidad constituyen instrumentos imprescindibles para medir el progreso en la implementación de los principios establecidos en la *Convención de Biodiversidad Biológica* con la finalidad de recuperar las poblaciones comerciales en un horizonte temporal no más allá del año 2015, tal y como establece legalmente la *Cumbre de Johannesburgo de Desarrollo Sostenible*.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLISON, E.; PERRY, L.; BADJECK, M.C.; ADGER, W.N.; BROWN, K.; CONWAY, D.; HALLS, A.S.; PILLING, G.M.; REYNOLDS, J.D.; NEIL, L.; ANDREW, N.L.; DULVY, N.K. (2009): "Vulnerability of National Economies to the Impacts of Climate Change on Fisheries", *Fish and Fisheries*, 1, pp. 2-19.
- CARSON, R.T.; MITCHELL, R.C.; HANEMANN, W.M.; KOPP, R.J.; PRESSER, S.; RUUD, P.A. (1992): *A Contingent Valuation Study of Lost Passive Use Values Resulting from the Exxon Valdez Oil Spill*. (A Report to the Attorney General of the State of Alaska).
- CHARLES, A.T.; WILSON, L. (2009): "Human Dimensions of Marine Protected Areas", *ICES Journal of Marine Science*, 66, pp. 6-15.
- CHEUNG, W.; CLOSE, C.; LAM, V.W.; WATSON, R.; PAULY, D. (2008): "Application of Macroecological Theory to Predict Effects of Climate Change on Global Fisheries Potential", *Marine Ecology Progress Series*, 365, pp. 187-197.
- CHEUNG, W.; SUMAILA, U.R. (2008): "Trade-Offs Between Conservation and Socio-Economic Objectives in Managing a Tropical Marine Ecosystem", *Ecological Economics*, 66, pp. 193-210.
- CHEUNG, W.; WATSON, R.; MORATO, T.; PITCHER, T.J.; PAULY, D. (2007): "Intrinsic Vulnerability in the Global Fish Catch", *Marine Ecology Progress Series*, 333, pp. 1-12.
- CHEVALIER, S.; CHOINIERE, R.; BERNIER, L. (1992): *User Guide to 40 Community Health Indicators*. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada.
- CHRISTENSEN, V. (2000): "Indicators for Marine Ecosystems Affected by Fisheries", *Marine Freshwater Resource*, 51, pp. 447-450.
- CURY, P.M.; CHRISTENSEN, V. (2005): "Quantitative Ecosystem Indicators for Fisheries Management", *ICES Journal of Marine Science*, 62, pp. 307-310.
- FAO (1999): *Indicators for Sustainable Development of Marine Capture Fisheries*. (FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, 8). Rome: FAO.
- GARCÍA NEGRO, M.C. [dir.] (2003): *Táboas input output pesca-conserva galegas 1999*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería de Pesca e Asuntos Marítimos.
- GOLUSIN, M.; MUNITLAK IVANOVIC, O. (2009): "Definition, Characteristics and State of the Indicators of Sustainable Development in Countries of South-Eastern Europe, Agriculture", *Ecosystems And Environment*, 130, pp. 67-74.
- HAMILTON, L.C.; HAEDRICH, R.L. (1999): "Ecological and Population Changes in Fishing Communities of the North Atlantic Arc", *Polar Research*, 18 (2), pp. 383-388.
- HILBORN, R.; WALTERS, C. (1992): *Quantitative Fisheries Stock Assessment, Choice, Dynamics And Uncertainty*. New York: Chapman and Hall.
- HOLLING, C.S. (1978): *Adaptive Environmental Assessment and Management*. London: Wiley.

- INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLORATION OF THE SEA (ICES) (2005): *Guidance on the Application of the Ecosystem Approach to Management of Human Activities in the European Marine Environment*. (ICES Cooperative Research Report, 273).
- LE GALLIC, B. (2002) *Fisheries Sustainability Indicators: The OECD Experience, Joint Workshop EEA-EC DG Fisheries-DG Environment on Tools for Measuring (Integrated) Fisheries Policy Aiming at Sustainable Ecosystems*. Brussels.
- MORATO, T.; WATSON, R.; PITCHER, T.J.; PAULY, D. (2006): "Fishing Down the Deep", *Fish and Fisheries*, 7, pp. 24-34.
- MRAG, M.G.; OTERO, P. (2008): *Analysis of the Economic and Social Importance of Community Fishing Fleet Using Bottom Gears in the High Seas*. London: MRAG.
- MUNDAY, P.L.; JONES, G.P.; PRATCHETT, M.S.; WILLIAMS, A.J. (2008): "Climate Change and the Future for Coral Reef Fishes", *Fish and Fisheries*, 9, pp. 261-285.
- MULLON, C.; FREON, P.; CURY, P. (2005): "The Dynamics of Collapse in World Fisheries", *Fish and Fisheries*, 6, pp. 111-120.
- MYERS, R.A.; WORM, B. (2005): "Extinction, Survival or Recovery of Large Predatory Fishes", *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 35, pp. 1-8.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) (1993): *Environmental Indicators*. Paris: OECD.
- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V. (1995): "Primary Production Required to Sustain Global Fisheries", *Nature*, 374, pp. 255-257.
- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; DALSGAARD, J.; FROESE, R.; TORRES, J.F. (1998): "Fishing Down Marine Food Webs", *Science*, 279, pp. 860-863.
- PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; GUÉNETTE, S.; PITCHER, T.; SUMAILA, U.R.; WALTERS, C.J.; WATSON, R.; ZELLER, D. (2002): "Towards Sustainability in World Fisheries", *Nature*, 418, pp. 689-695.
- PERRINGS, C. (2000): "Sustainability Indicators for Fisheries in Integrated Coastal Area Management", *Marine and Freshwater Research*, 51 (5), pp. 513-522.
- PITCHER, T.J.; KALIKOSKI, D.B.; SHORT, K.; VARKEY, D.; PRAMODA, G. (2009): "An Evaluation of Progress in Implementing Ecosystem-Based Management of Fisheries in 33 Countries", *Marine Policy*, 33 (2), pp. 223-232.
- SARMIENTO, J.L.; SLATER, R.; BARBER, R. (2004): *Response of Ocean Ecosystems to Climate Warming*. (Global Biogeochemical Cycles, 18: GB3003).
- SUMAILA, U.R.; CHUENPAGDEE, R.; ALEXANDER, P.S.; ARMSTRONG, C.; FALK-PETERSEN, J.; HEYMANS, S.S.; ISAACS, M.; STEPHANUS, K.; CRUZ TRINIDAD, A. (2006): *Ecosystem Values*. (INCOFISH Deliverable, 8.2).
- SUMAILA, U.R.; NINNES, C.; OELOFSEN, B. (2003): "Management of Shared Fish Stocks in the Benguela Marine Ecosystem" (FAO Papers Presented at the Norway-FAO Expert Consultation on the Management of Shared Fish Stocks. Bergen), *FAO Fisheries Report*, 695, Suppl., pp. 143-158. Rome.
- UNITED NATIONS (2007): *Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*. New York.
- WACKERNAGEL, M.; REES, W. (1996): *Our Ecological Footprint*. Philadelphia: Gabriola Island, BC.