

Cambio Climático Pesquerías y Acuacultura Foro-Coloquio 13 y 14 de octubre, 2008



**GOBIERNO
FEDERAL**

SAGARPA

SEMARNAT

MEMORIAS



**Instituto
Nacional
de Pesca**



Instituto Nacional de Ecología



Vivir Mejor

FORO-COLOQUIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, PESQUERÍAS Y ACUACULTURA

13 y 14 de octubre de 2008

MEMORIAS



Instituto Nacional de Pesca
(INAPESCA)
Pitágoras 1320
Col. Sta. Cruz Atoyac
México, D.F. 03310

Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
Director en Jefe
INAPESCA

Internet
<http://www.inapesca.gob.mx/>

Teléfono: 38-71-95-05

Instituto Nacional de Ecología
(INE)
Insurgentes Sur 5000
Col. Insurgentes – Cuicuilco
México, D.F. 04530

Dr. Adrián Fernández Bremauntz
Presidente
INE

Internet
<http://www.ine.gob.mx/>

Teléfono: 54-24-64-18

Editores

Luis Vicente González Ania (INAPESCA)
Margarita Caso Chávez (INE)

Diseño de portada: Luis Vicente González Ania y Luz María Torres Rodríguez.

| | |
|---|-----|
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 2. DECLARACIONES DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES | |
| 2.1 DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES DE INAPESCA-SAGARPA | |
| 2.1.1 Marco Político | 5 |
| 2.1.2 Marco Jurídico | 6 |
| 2.2. DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES DE INE-SEMARNAT | |
| 2.2.1 Marco Político | 8 |
| 2.2.2 Marco Jurídico | 9 |
| 3. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO | |
| 3.1 ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO? | 10 |
| 3.2 INTERACCIÓN OCÉANO-ATMÓSFERA | 12 |
| 3.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO | 13 |
| 3.4 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS | 14 |
| 3.5 PROYECCIONES Y ESCENARIOS | 16 |
| 3.6 REFERENCIAS | 17 |
| 4. FORO-COLOQUIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, PESQUERÍAS Y ACUACULTURA | |
| 4.1 JUSTIFICACIÓN | 20 |
| 4.2 RELATORÍA DEL EVENTO | 21 |
| 4.2.1 Etapa de Referencia | 23 |
| 4.2.2 Etapa Interrogativa | 33 |
| 4.2.3 Etapa Resolutiva | 35 |
| 5. CONCLUSIONES Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN | |
| 5.1 IDENTIFICACIÓN DE TEMAS PRIORITARIOS GENERALES | 36 |
| 5.2 IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE PRIORIDAD | 38 |
| 5.3 RELEVANCIA DE LOS ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | 42 |
| 5.4 ACUERDOS Y SEGUIMIENTO | 45 |
| 6. ANEXOS | |
| 6.1 DIRECTORIO DE PARTICIPANTES | 52 |
| 6.2 PROGRAMA DEL EVENTO | 54 |
| 6.3 RESÚMENES DE LAS PONENCIAS Y LOS TESTIMONIOS | 56 |
| 6.4 GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE RESÚMENES EXTENSOS | 109 |
| 6.5 PRESENTACIONES ORIGINALES DE LOS PONENTES (CD ADJUNTO) | 111 |
| 6.6 INTEGRANTES DE LAS MESAS DE TRABAJO | 112 |
| 6.7 OPINIONES DE LOS EXPERTOS EXPRESADAS EN TARJETAS | 113 |

1. INTRODUCCIÓN

Las proyecciones climáticas más recientes indican que en el curso del presente siglo la temperatura promedio global de la superficie de la Tierra podrá incrementarse de 1°C a 3°C, con un consiguiente ascenso del nivel del mar en alrededor de 1 m. Esto afectará a los ecosistemas marinos, costeros y de aguas interiores, ocasionando, en consecuencia, impactos en las comunidades de organismos acuáticos. En este contexto se debe considerar la posibilidad de impactos a la pesca y la acuacultura, actividades que tienen un papel muy importante en el abastecimiento de alimentos a la población, además de representar fuentes de ingresos por exportación.

De acuerdo con el Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental del Cambio Climático, los pescadores artesanales son propensos a padecer efectos complejos y localizados como consecuencia de un cambio en el clima. Además, el aumento del nivel del mar proyectado traería como consecuencia que la intrusión de agua de mar favorezca las condiciones para que se desarrollen pesquerías de aguas salobres, pero puede dañar considerablemente la industria de la acuacultura. En general, se prevé que el cambio climático genere impactos negativos en la productividad de los ecosistemas acuáticos. Esto agravaría la situación de diversas especies sujetas a intensa explotación pesquera, y propiciaría problemas de sanidad en sistemas de producción acuícola.

Una medida de adaptación es desarrollo de pronósticos meteorológicos en sectores como el pesquero.; Al igual que en el caso de la agricultura, para la pesca y la acuacultura en México se deberán redoblar esfuerzos orientados a la predicción del clima y el tiempo. Para orientar estos esfuerzos es pertinente partir de un conjunto de preguntas relevantes sobre los efectos del cambio climático en la actividad pesquera nacional: ¿El cambio climático influiría gravemente en la pesca comercial de México? ¿Cuál será el impacto para especies de interés comercial con una ligera variación en el clima? ¿Se esperará una disminución de la productividad? ¿Estamos preparados?.

Ante esta situación, el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA) y el Instituto Nacional de Ecología (INE) organizaron en 2008 el **“Foro-Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuacultura”**, buscando responder estas y otras preguntas. El objetivo del evento fue reunir los elementos para definir una estrategia nacional de investigación relacionada con los impactos a los sectores pesquero y acuícola, así como su vulnerabilidad y medidas de adaptación ante el cambio climático en México.

Los especialistas nacionales e internacionales que participaron en el Foro compartieron sus experiencias e identificaron los problemas, los retos, oportunidades y soluciones existentes que permitirán proponer acciones para reducir pérdidas económicas y consecuencias sociales en el sector pesquero.

El Foro-Coloquio se llevó a cabo los días 13 y 14 de octubre de 2008 en las instalaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en la Ciudad de México, D. F., con el apoyo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

2. DECLARACIONES DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES

2.1 DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES DE INAPESCA-SAGARPA

Marco Político

La Visión de la SAGARPA es la de un Sector Agroalimentario y Pesquero mexicano con calidad de vida y oportunidades de desarrollo rentable y sustentable. Para hacer de esta Visión una realidad, ha planteado entre sus Objetivos Estratégicos “Abastecer el mercado interno con alimentos de calidad, sanos y accesibles provenientes de nuestros campos y mares” y “Revertir el deterioro de los ecosistemas, a través de acciones para preservar el agua, el suelo y la biodiversidad”.

Sin embargo, un factor externo se ha convertido en amenaza para el cumplimiento de la Visión y Objetivos de la SAGARPA: la vulnerabilidad de la producción agroalimentaria y pesquera ante los efectos del cambio climático global.

Es por ello que SAGARPA ha instrumentado diversas acciones concretas y Programas especiales que nos permitan prevenir y hacer frente al cambio climático y sus efectos adversos para la producción en el campo, la pesca y la acuacultura.

Ejemplo de ello es el Programa de Atención a Contingencias Climatológicas, que tiene como Población Objetivo a los productores agropecuarios, pesqueros y acuícolas del medio rural de bajos ingresos que se sean afectados en sus activos productivos por fenómenos climatológicos.

Prevenir y enfrentar con éxito o minimizar los efectos del cambio climático es una labor compleja que rebasa el ámbito de la SAGARPA. Considerando que en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 uno de los ejes transversales de la política pública es la sustentabilidad ambiental, el Ejecutivo Federal instruyó de manera muy clara que el gobierno instrumente acciones en la Vertiente Medio Ambiente, parte medular del Nuevo Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable.

En este Programa Especial se consideran acciones de SEMARNAT y SAGARPA, entre otras Secretarías, que tienen como uno de sus propósitos “avanzar en las medidas de adaptación al cambio climático y la mitigación de gases de efecto invernadero”.

Es por ello que en el Nuevo Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable, en su Vertiente Medio Ambiente, el Objetivo 5 es “Coordinar la instrumentación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático para avanzar en las medidas de adaptación y de mitigación de emisiones”. La forma de lograr este objetivo es mediante la instrumentación del Programa Especial de Cambio Climático 2007 – 2012, cuya elaboración fue ordenada por el Ejecutivo Federal en mayo de 2007.

El cambio climático global, caracterizado por una ampliación de la variabilidad climática y fenómenos hidrometeorológicos extremos, es una realidad que afecta cada vez más intensamente a las poblaciones humanas y los ecosistemas. Trasciende lo meramente ambiental por comprometer no solamente la producción de alimentos y los procesos de desarrollo, sino eventualmente la estabilidad y la paz mundiales por la competencia de recursos, lo cual lo convierte en un tema de seguridad estratégica con repercusiones económicas y sociales.

En el sector agroalimentario es prioritario adoptar acciones concretas para prevenir consecuencias y adaptarnos a los cambios climáticos y ambientales inevitables. La integración de tales acciones en el enfoque de las políticas públicas también requiere de la conciencia social, por lo que cada uno de nosotros debemos percibir el problema como propio: El *cambio climático* nos afecta a todos y somos responsables de plantear alternativas viables que permitan no sólo prevenir y mitigar sus efectos adversos, sino también estar preparados para aprovechar posibles oportunidades.

Marco Jurídico

Dentro del ***Programa Especial de Cambio Climático 2007-2012***, el INAPESCA ha propuesto profundizar el conocimiento sobre los impactos y la vulnerabilidad del sector pesquero y acuícola ante la variabilidad y el *cambio climático*. La estrategia diseñada para tal fin es generar conocimiento sobre los impactos y la vulnerabilidad de la producción pesquera ante la variabilidad y el *cambio climático*. La línea de acción de esta estrategia es

caracterizar y modelar el potencial productivo de la producción pesquera bajo diferentes escenarios de *cambio climático*. Esta línea de acción contempla el desarrollar investigación respecto al impacto del *cambio climático* sobre los ecosistemas marinos y su diversidad biológica, la evolución de la estructura y la capacidad de carga de los ecosistemas marinos y costeros, la consolidación de redes de monitoreo y el seguimiento ambiental y ecológico que permitan la planificación del desarrollo y aprovechamiento sustentables de los recursos pesqueros y acuícolas. En la ***Agenda de Transversalidad***, el INAPESCA participa en el fortalecimiento de la investigación sobre la vulnerabilidad de las pesquerías y la acuicultura ante el *cambio climático*, bajo un enfoque holístico de gestión integral de costas. Para tal fin se definieron como estrategia y líneas de acción el caracterizar y modelar las modificaciones en el potencial de la producción pesquera, bajo diferentes escenarios de *cambio climático*.

Concordancia con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (LGPAS)

De acuerdo a la nueva LGPAS (Artículo 29), el INAPESCA será el órgano administrativo del Gobierno Federal encargado de coordinar y orientar la investigación científica y tecnológica en materia de pesca y acuicultura, así como el desarrollo, innovación y transferencia tecnológica que requiera el sector pesquero y acuícola. Para tal fin, el INAPESCA debe coordinar la formulación e integración del *Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura*.

En el Artículo 31 se establece que el INAPESCA promoverá y coordinará la integración de la *Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura*, con el objeto de vincular y fortalecer la investigación científica y el desarrollo tecnológico, así como desarrollo, innovación y transferencia tecnológica para el manejo y administración de los recursos pesqueros y el desarrollo ordenado de la acuicultura. La *Red* estará integrada por los centros de investigación, universidades, escuelas o cualquier institución académica con reconocimiento en el ámbito de las ciencias marinas, pesqueras y de acuicultura.

Considerando lo anterior, los resultados del *Foro-Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura*, serán integrados en el *Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura*, sometido a consideración por parte de la *Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA)*.

2.2 DECLARACIÓN DE PRINCIPIOS INSTITUCIONALES DE INE-SEMARNAT

Marco Político

La visión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es la de un país en el que todos abriguen una profunda y sincera preocupación por proteger y conservar el medio ambiente y utilizar sustentablemente los recursos naturales conciliando desarrollo económico, convivencia armónica con la naturaleza y diversidad cultural.

Dentro de los objetivos de la SEMARNAT se encuentran el promover el desarrollo sustentable, conducir la política ambiental, promover la recuperación, conservación y aprovechamiento de los recursos forestales y servicios ambientales, conservar los ecosistemas más representativos del país y su biodiversidad, detener y revertir la pérdida de capital natural así como la contaminación de los sistemas que sostienen la vida (agua, aire y suelos), procurar y fomentar el cumplimiento de la legislación ambiental y de recursos naturales mediante instrumentos de inspección y vigilancia, y administrar y preservar las aguas nacionales con la participación de la sociedad para lograr el uso sustentable de este recurso.

Las acciones de la SEMARNAT en materia de conservación de la biodiversidad y cambio climático se encuentran vinculadas con el Eje 4 del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, titulado *Sustentabilidad ambiental*. En los puntos 4.3 *Biodiversidad* y 4.6 *Cambio Climático*, se integran los objetivos que aluden a la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad del país y el fomento de las medidas de adaptación a los efectos del cambio climático, respectivamente. Asimismo, las acciones del Instituto se vinculan con lo establecido en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 en los Objetivos 1 y 8, los cuales se refieren a la conservación y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y a la generación de información técnico-científica sobre aspectos ambientales prioritarios para la toma de decisiones.

También en el ámbito nacional, la SEMARNAT preside la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). Dicha comisión tiene como función principal la de identificar oportunidades, facilitar y aprobar la realización de proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero. En este contexto, la CICC elaboró la Estrategia

Nacional de Cambio Climático (2007) y el Programa Especial de Cambio Climático 2008-2012.

Marco Jurídico

De acuerdo con el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) es un órgano desconcentrado de ésta, cuya misión es generar, integrar y difundir conocimiento e información a través de investigación científica aplicada y el fortalecimiento de capacidades, para apoyar la formulación de política ambiental y la toma de decisiones que promuevan el desarrollo sustentable.

El Reglamento Interior de la SEMARNAT establece como atribución del INE, Coordinar, promover y desarrollar la investigación científica para administrar y promover la conservación y el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, de especies y ecosistemas prioritarios, así como de las especies migratorias y también coordinar, promover y desarrollar la investigación científica para apoyar la política general de la Secretaría en materia de cambio climático.

En el ámbito interno, el programa institucional 2008-2012 del INE incluye, entre las metas para el periodo mencionado, la realización de estudios relativos a la conservación y restauración ecológica de los ecosistemas terrestres y acuáticos, además de la realización de estudios sobre la vulnerabilidad y adaptación ante el cambio climático, considerando diversos enfoques y los vínculos de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos con el sector productivo, desde la perspectiva del desarrollo sustentable.

En el ámbito internacional el INE, a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático, tiene a su cargo la elaboración de las Comunicaciones Nacionales que se presentan ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en cumplimiento de los compromisos adquiridos con la firma de la referida Convención en 1995 y del Protocolo de Kyoto en 1997. Finalmente, cabe señalar que México es el único país, de los no contemplados en el ANEXO I, que ha presentado cuatro comunicaciones nacionales.

Concordancia con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables (LGPAS)

De acuerdo con el Artículo 9 de la LGPAS, la SEMARNAT se coordinará con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) para el cumplimiento de los objetivos de dicha ley, en materia de preservación, restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente. En particular, en los aspectos relativos a las áreas naturales protegidas (programas de manejo, elaboración de recomendaciones sobre los permisos y concesiones de pesca y acuacultura, así como los volúmenes de pesca incidental) y al fomento de áreas de protección, restauración, rehabilitación y conservación de los ecosistemas costeros, lagunarios y de aguas interiores, en los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Asimismo, de acuerdo con la LGPAS, la SEMARNAT participa de manera coordinada con la SAGARPA y otras dependencias competentes en la formulación del proyecto de Carta Nacional Pesquera y en el establecimiento de las medidas tendientes a la protección de los quelonios, mamíferos marinos y especies acuáticas sujetas a un estado especial de protección, así como el establecimiento de vedas parciales o totales para dichas especies.

3. MARCO CONCEPTUAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

3.1 ¿QUÉ ES EL CAMBIO CLIMÁTICO?

El Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC), define al clima como el “estado medio del tiempo” o, más rigurosamente, como la descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y la variabilidad de las cantidades pertinentes durante períodos de tiempo que van desde meses hasta miles o millones de años. Las cantidades aludidas son casi siempre variables de la superficie, tales como temperatura, precipitación y viento. El clima en un sentido amplio es el estado del sistema climático, incluyendo una descripción estadística (IPCC 2001).

Con base en lo anterior, el cambio climático ha sido definido como “Cualquier cambio en el clima a través del tiempo, debido a la variabilidad natural o como resultado de las actividades humanas” (IPCC 2001). Cabe destacar que, de acuerdo con la definición antes citada, la variabilidad climática se refiere a las variaciones en el estado promedio y otros estadísticos (como desviación estándar, valores extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales

y espaciales más allá de los eventos climáticos individuales. La variabilidad puede deberse a procesos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones debidas a fuerzas naturales o antropogénicas externas (variabilidad externa) (IPCC 2001).

La variabilidad externa ha sido asociada, en gran medida, con las actividades humanas. Desde el inicio de la era industrial, hace aproximadamente 250 años, se han liberado a la atmósfera cantidades considerables de dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), óxidos de nitrógeno (NO_x) y clorofluorocarbonos, como consecuencia del uso de combustibles fósiles, prácticas agrícolas, cambios del uso del suelo y procesos industriales (Forster *et al.* 2007). Estos gases son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), debido al efecto que su presencia tiene sobre el incremento en la temperatura de la atmósfera. La influencia de factores que pueden causar cambios en el clima, tales como los GEI, se evalúa en términos del forzamiento radiativo, el cual es una medida de como el balance energético del sistema tierra-atmósfera es influenciado cuando los factores que afectan el clima están alterados (IPCC 2007). Debido a que la tierra absorbe la radiación solar (radiación de onda corta) y la radiación recibida es re-emitida al espacio (radiación de onda larga), se mantiene, en el largo plazo, un balance. Sin embargo, si existen alteraciones en los factores que afectan el clima, se observará un forzamiento radiativo que, de ser positivo, tenderá a calentar la superficie de la tierra (Magaña-Rueda 2004). Cambios significativos en el balance radiativo de la Tierra, incluyendo aquellos debidos al aumento en la concentración de GEI, alterarán la circulación del mar y la atmósfera y, consecuentemente, el ciclo hidrológico, lo que se manifestará como cambios en la precipitación y la temperatura de la superficie (Magaña-Rueda 2004).

Las concentraciones de CO_2 atmosférico, uno de los GEI de mayor importancia, se han incrementado de manera consistente en las últimas décadas. Diversos análisis realizados a núcleos de hielo indican que la concentración ha aumentado en aproximadamente 100ppm (36%) en el periodo comprendido entre 1750 y 2005, en tanto que solamente se observa un incremento de 10ppm en la era preindustrial (1000-1750) (IPCC 2007). En el periodo 1960-2005 la concentración de CO_2 atmosférico presentó una tasa de incremento de 1.40 ppm/año (IPCC 2007). En el periodo 1996-2006 la concentración de CO_2 atmosférico presentó una tasa de incremento de 1.93 ppm/año (Japan Meteorological Agency 2008).

3.2 INTERACCIÓN OCÉANO-ATMÓSFERA

El clima de la Tierra está determinado por diversas interacciones físicas, químicas y biológicas complejas entre el océano, la atmósfera, la tierra y el hielo /nieve, sujetos a forzamientos solares o tectónicos. El papel del océano en la variabilidad climática está estrechamente relacionado con su capacidad de almacenar y distribuir calor (Wang *et al.* 2004).

Los océanos y la atmósfera forman el componente más dinámico del sistema climático. La interacción entre ambos tiene un papel fundamental en una amplia gama de fenómenos, desde el desarrollo de tormentas oceánicas hasta cambios asociados con el fenómeno de El Niño. El intercambio de energía entre la atmósfera y el océano es regulado por el viento cercano a la superficie, la temperatura, la humedad y la temperatura superficial del mar (Alexander 1992).

La radiación solar es la fuente de energía principal para los movimientos tanto en la atmósfera como en el océano, siendo este último el componente que absorbe la mayor proporción de la radiación que incide sobre la superficie de la Tierra. En consecuencia, las condiciones oceánicas, la temperatura superficial del mar en particular, son importantes para las condiciones de temperatura y circulación atmosféricas. La evaporación del agua en la superficie del mar, la convección profunda en las nubes, la condensación y el congelamiento son los mecanismos dominantes para calentar la atmósfera. El calentamiento latente en la convección atmosférica conduce los vientos de la superficie y modula la cobertura de las nubes (Wang *et al.* 2004).

Los océanos son fundamentales en la regulación del clima debido a la absorción y almacenamiento del CO₂, como parte del ciclo del carbono. Se ha estimado que, durante la fotosíntesis, el plancton del océano asimila aproximadamente el 30% del CO₂ presente en la atmósfera (Quay *et al.* 1992). El comportamiento de este importante sumidero de carbono en un futuro es incierto precisamente debido a los impactos potenciales del cambio climático en la circulación del océano, los ciclos biogeoquímicos y la dinámica de los ecosistemas (CCSOIIP 2004).

3.3 EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En las últimas décadas, las investigaciones científicas en torno al clima han confirmado que los cambios esperados están sucediendo actualmente, de manera que ya comienzan a vislumbrarse impactos tempranos del cambio climático por todo el mundo (IPCC 2007). A escala global, se ha observado que 11 de los 12 años más calurosos del siglo se encuentran entre 1995 y 2006 (IPCC 2007), y se ha estimado que el promedio de las temperaturas de la superficie terrestre ha aumentado en $0.74^{\circ}\text{C} \pm 0.18^{\circ}\text{C}$ durante los últimos 100 años (IPCC 2007).

Aunque se ha registrado el aumento en la temperatura global, esto no implica el aumento de la temperatura en todas las localidades (IPCC 2007). Asimismo, se ha registrado que las regiones continentales presentan un mayor incremento en la temperatura que los mares (0.27°C vs. 0.13°C) (IPCC 2007).

Uno de los procesos más evidentes asociados al aumento en la temperatura promedio de la Tierra es el derretimiento de las capas de los hielos polares y la disminución en la cobertura de los glaciares de montaña en ambos hemisferios. En consecuencia, se ha registrado el aumento en el número y extensión de los lagos glaciales y el incremento en el nivel del mar (IPCC 2007). Se estima que el nivel del océano aumentó 1.7 ± 0.5 mm/año durante el siglo XX y 3.1 ± 0.7 mm/año en el periodo de 1993-2003; aunque cabe mencionar que es un proceso que carece de uniformidad desde la perspectiva espacial y que también es influido por la expansión térmica, la cual es un proceso que implica el incremento en el volumen del agua del océano debido al incremento en la temperatura (IPCC 2007).

Por otra parte, se ha documentado la modificación de los patrones de precipitación y se ha registrado un incremento en la precipitación en el hemisferio norte y una disminución de la misma en las regiones tropicales, en las cuales las sequías presentan una frecuencia mayor (IPCC 2007).

Con respecto a la geoquímica de los océanos, se han registrado cambios importantes, entre los que destaca el incremento en la salinidad en las aguas menos profundas de las regiones tropicales y subtropicales, así como del Atlántico Norte (IPCC 2007). Asimismo, hay

evidencias del aumento en la concentración de carbono inorgánico en los océanos, lo cual ha sido asociado con la disminución del pH (acidificación) de las aguas oceánicas superficiales a razón de 0.02 unidades por década (IPCC 2007).

3.4 IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS

Los océanos cubren el 70% de la superficie terrestre, formando el hábitat más grande que, junto con las costas, alberga algunos de los ecosistemas más diversos y productivos del mundo, incluyendo manglares y arrecifes de coral (CBD 2007).

Varios autores (cf. Fields *et al.* 1992, James *et al.* 2005, Mieszkouska *et al.* 2005) han pronosticado que el cambio climático tendrá impactos considerables en los ecosistemas marinos, afectando, entre otros atributos, la estructura, función y diversidad de las comunidades que los integran, así como los patrones de distribución y abundancia de algunas especies. Asimismo, se ha documentado que las fluctuaciones en la temperatura del océano influyen en el ciclo de vida de los organismos, de tal forma que pueden presentarse alteraciones en la mortalidad, reproducción, reclutamiento, crecimiento y comportamiento (Kennedy *et al.* 1992 y Fields *et al.* 1992).

Es difícil pronosticar los efectos precisos del cambio climático sobre la biodiversidad, debido a la complejidad del funcionamiento de los ecosistemas y a la falta de información básica sobre las interacciones entre las especies, principalmente en el nivel de los ecosistemas locales (Malcolm 2002, Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2006). A pesar de esto, se ha documentado que los cambios en la temperatura, incluso de 1°C, pueden provocar modificaciones en los patrones de distribución de las especies a corto plazo (Holbrook *et al.* 1997 y Parmesan 2006).

Los arrecifes coralinos son uno de los ecosistemas más estudiados en este sentido, ya que son especialmente sensibles a las fluctuaciones climáticas (Hughes *et al.* 2003). Con el incremento de las temperaturas de los mares, se espera que los arrecifes coralinos sufran cambios considerables en su distribución y en la composición de las especies que los integran (Hughes *et al.* 2003). Diversos estudios sugieren que los corales sufrirán daños si las temperaturas del mar se incrementan más de 1°C sobre la temperatura máxima promedio

(Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2003) y sufrirían procesos de mortandad masiva con un incremento de 3°C en la temperatura promedio (IPCC 2002). Asimismo, los cambios en los patrones de precipitación, el pH, el viento, el CO₂ disuelto, la salinidad, y la contaminación antropogénica afectarían a los corales y la salud de sus ecosistemas (IPCC 2002, Hughes *et al.* 2003). En general, los organismos marinos calcificadores se verán afectados por el descenso en la disponibilidad de los carbonatos en el océano (James *et al.* 2005).

Debido a que los corales no tienen gran potencial de migrar hacia aguas más templadas y a que no sobreviven bajo los niveles de luz solar que se presentan en esas latitudes (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2003), la eliminación de otros factores de estrés es la mejor estrategia para protegerlos ante escenarios de cambio climático que impliquen el incremento de la temperatura (Fishlin *et al.* 2007).

Por otra parte, se ha estimado que la modificación en la circulación termohalina asociada al cambio climático, podría alterar los patrones de distribución de nutrientes a escala global (Kennedy *et al.* 2005).

Con respecto a los ecosistemas de agua dulce se espera que, entre otras consecuencias, se modifiquen las concentraciones de oxígeno disuelto, así como el desarrollo de microorganismos en los cuerpos de agua (Fishler *et al.* 2007). También se ha pronosticado que los cambios en los patrones de precipitación asociados al cambio climático afectarán los flujos de agua, modificando la cantidad y calidad de agua disponible en lagos, ríos y marismas (Fishler *et al.* 2007). Ligar a impactos a la acuicultura.

Los ecosistemas costeros son especialmente vulnerables a los impactos del cambio climático; tal es el caso de los manglares y marismas, los cuales se enfrentan, además de las fluctuaciones del clima a múltiples factores de estrés (IPCC 2007 y Ellison 2003). Su ubicación en la costa los hace vulnerables a los incrementos en el nivel del mar, así como a los temporales, que afectan principalmente las áreas que ya han sido perturbadas por actividades humanas (Ellison 2003).

Los manglares son ecosistemas de interés particular en virtud de que son sitios de reproducción para especies acuáticas, constituyen una barrera natural contra marejadas e inundaciones, y son fuente de recursos como medicamentos tradicionales, leña y alimento (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2003, IPCC 2007 y Ellison 2003).

Otro de los impactos relevantes a considerar en los ecosistemas acuáticos es la presencia de especies invasoras: diversos estudios han demostrado que el cambio climático puede aumentar la vulnerabilidad de ecosistemas particulares (Kriticos *et al.* 2003, Dukes y Mooney 1999). Además, se ha documentado que el cambio climático puede afectar la abundancia y distribución de patógenos, así como el desarrollo de florecimientos algales dañinos (Kennedy 2005).

La disminución de la productividad de las pesquerías como resultado de los impactos del cambio climático en los ecosistemas acuáticos, es una preocupación generalizada. Algunas proyecciones indican que el cambio climático puede causar una redistribución a gran escala del potencial de captura global, con un incremento de 30-70% en las regiones con latitudes más altas y una caída del 40% en los trópicos (William *et al.* 2009). Con respecto a la acuicultura se espera que como consecuencia del aumento en la temperatura, algunas regiones deban modificar el tipo de especies cultivadas (Kennedy *et al.* 2002).

3.5 PROYECCIONES Y ESCENARIOS

Las proyecciones climáticas disponibles en la actualidad se basan en el uso de modelos climáticos computarizados que bajo escenarios de emisiones de GEI, permiten obtener valores para diversos parámetros de interés (p.ej. temperatura, precipitación, etc.). Con respecto al tipo de desarrollo económico y tecnológico que representan, el uso de combustibles y tecnologías determinadas, hay cuatro familias de escenarios distintos:

A1: Mundo integrado. Énfasis en riqueza humana, global, intensivo (fuerzas del mercado).

A2: Mundo dividido. Énfasis en riqueza humana; regional, intensivo (choque de civilizaciones).

B1: Mundo integrado. Énfasis en la sustentabilidad; equitativo, global, extensivo (desarrollo sostenible).

B2: Mundo dividido. Énfasis en la sustentabilidad y equidad.

De acuerdo con lo anterior, las proyecciones realizadas por el IPCC (2007) indican que la temperatura global de la atmósfera se incrementará a razón de 0.1°C por década durante las siguientes dos décadas, incluso si los niveles de emisiones de GEI se mantienen en los niveles observados en el año 2000. Con respecto al nivel del mar se espera, de acuerdo con un escenario conservador (Escenario B2), un incremento de 18 a 38 cm durante el siglo XXI.

3.6 REFERENCIAS

- Alexander M.A. 1992. Midlatitude Atmosphere-Ocean Interaction during El Niño. Part I: The North Pacific Ocean. *Journal of Climate*. 5: 944-959.
- CCSOIIP (Carbon Cycle Science Ocean Interim Implementation Group). 2004. Ocean Carbon and Climate Change. An Implementation Strategy for U.S. Ocean Carbon Research.
- Convention on Biological Diversity. 2007. Biodiversity and Climate Change. Disponible en: <http://www.cbd.int/ibd/2007/>
- Dukes, J.S. y H.A. Mooney, 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *Trends in Ecology & Evolution* Vol. 14, No. 4: 135-139.
- Ellison, J., 2003. Climate change and sea level rise impacts on mangrove ecosystems. En: *Global Climate Change and Biodiversity*. University of East Anglia, Norwich, UK.
- Fields P.A., Graham J.B., Rosenblatt R.H. y Somero G.N. 1993. Effects of expected global climate change on marine faunas. *Trends in Ecology & Evolution*. Vol. 8, No.10:361-367.
- Fishlin, A., G.F. Midgley, J.T. Price, R. Leemans, B. Gopal, C. Turley, M.D.A. Rounsevell, O.P. Dube, J. Tarazona, A.A. Velichko, 2007: Ecosystems, their properties, goods, and services. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 211-272.
- Forster, P., V. Ramaswamy, P. Artaxo, T. Berntsen, R. Betts, D.W. Fahey, J. Haywood, J. Lean, D.C. Lowe, G. Myhre, J. Nganga, R. Prinn, G. Raga, M. Schulz and R. Van Dorland, 2007: Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. *In*:

Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment

- Hughes R. F., J.B. Kauffman y V.J. Jaramillo. 2003. Ecosystem-Scale Impacts of Deforestation and Land Use in a Humid Tropical Region of Mexico. *Ecological Applications* Vol. 10, No. 2:515-527.
- Holbrook S.J., R.J. Schmitt y Stephens J.A. 1997. Changes in an assemblage of temperate reef fisheries associated with a climate shift. *Ecological Applications*. No. 7: 1299-1310.
- IPCC. 2001. Third Assessment Report: Climate Change 2001. Disponible en: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1
- IPCC, 2002: *Cambio climático y biodiversidad: Documento técnico V del IPCC*. [Gitay, H., A. Suárez, R. Watson y D. J. Dokken. (eds.)].
- IPCC. 2007. Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Disponible en: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm#1
- James C. Orr, Victoria J. Fabry, Olivier Aumont, Laurent Bopp, Scott C. Doney, Richard A. Feely, Anand Gnanadesikan, Nicolas Gruber, Akio Ishida, Fortunat Joos, Robert M. Key, Keith Lindsay, Ernst Maier-Reimer, Richard Matear, Patrick Monfray, Anne Mouchet, Raymond G. Najjar, Gian-Kasper Plattner, Keith B. Rodgers, Christopher L. Sabine, Jorge L. Sarmiento, Reiner Schlitzer, Richard D. Slater, Ian J. Totterdell, Marie-France Weirig, Yasuhiro Yamanaka & Andrew Yool. 2005. Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organism. *Nature* No. 437: 681-686.
- Japan Meteorological Agency. 2008. Climate Change Present and Future. Japan Meteorological Agency, Japan.
- Kriticos, D. J., R. W. Sutherst, J. R. Brown, S. W. Adkins y G. F. Maywald. 2003. Climate Change and the Potential Distribution of an Invasive Alien Plant: *Acacia nilotica* ssp. *indica* in Australia. *The Journal of Applied Ecology*. Vol. 40 No. 1:111-124).
- Mieszkouska N., Leaper R., Moore P., Kendall A., Burrows M.T., Lear D., Poloczanska E., Hiscock, K., Moschella P.S., Thompson R.C., Herbert R.J., Laffoley D., Baxter J., Southward A.J. y Hawkins S.J. 2005. Marine Biodiversity and Climate Change. Assessing and Predicting the Influence of Climatic Change Using Intertidal Rocky Shore Biota. Marine Biological Association Occasional Publications No. 20. Reino Unido.

- Parmesan, C, 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 37:637–669.
- Cheung W.W.L., V.W.Y. Lam, J.L. Sarmiento, K. Kearney, R. Watson, D. Zeller y D. Pauly. 2009. Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change. *Global Change Biology*. Vol. 16, No. 1:1-11.
- Magaña-Rueda V.O. 2004. El cambio climático global: comprender el problema. En: Martínez J. Y Fernández-Bremauntz A. (Eds.). Cambio Climático: Una visión desde México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, México.
- Quay, P.D., B. Tilbrook, y C.S. Wong. 1992. Oceanic uptake of fossil fuel CO₂: Carbon-13 evidence. *Science*. No.256:74–79.
- Malcom, J., C. Liu, L. Miller, T. Allnutt, y L. Hansen, 2002. *Habitats at Risk: Global Warming and Species Loss in Globally Significant Terrestrial Ecosystems*. World Wildlife Fund. Gland, Switzerland.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2003. Interlinkages between biological diversity and climate change. Advice on the integration of biodiversity considerations into the implementation of the United Nations Framework Convention on Climate Change and its Kyoto protocol. Montreal, SCBD, 154p. (CBD Technical Series no. 10).
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2006. Guidance for Promoting Synergy Among Activities Addressing Biological Diversity, Desertification, Land Degradation and Climate Change. Montreal, Technical Series no. 25, iv + 43 pages.
- Wang, C., S. P. Xie, y J. A. Carton. 2004. A Global Survey of Ocean-Atmosphere Interaction and Climate Variability. In: *Earth's Climate: The Ocean-Atmosphere Interaction*. C. Wang, S.-P. Xie y J. A. Carton, Eds., AGU Geophysical Monograph Series, No. 147:1-19.

4. FORO-COLOQUIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, PESQUERÍAS Y ACUACULTURA

4.1 JUSTIFICACIÓN

Actualmente la producción pesquera y acuícola mexicana ronda la cifra de 1.4 millones de toneladas anuales, con un valor total de primera mano de 17 mil millones de pesos. En México existen 2,500 barcos activos y más de 100 mil pangas o embarcaciones menores para la pesca ribereña o de pequeña escala y las pesquerías generan ocupación a casi un millón de personas (250 mil directos; 750 mil indirectos).

El INE y el INAPESCA consideran que es necesario prever la relación entre los efectos del *cambio climático* con el fortalecimiento de los programas de protección de especies, pero con la concienciación y participación de los productores y estableciendo programas de monitoreo y evaluación.

Con el objeto de materializar los anteriores objetivos, estrategias y líneas de acción, se llevó a cabo el *Foro-Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura*, organizado de manera conjunta por el Instituto Nacional de Pesca y el Instituto Nacional de Ecología.

Se anticipa que el *cambio climático* puede agravar la situación actual de algunas poblaciones naturales de especies explotadas o bien deteriorar algunas que actualmente se encuentran en buen estado. Es por ello necesario incrementar la promoción de un manejo sustentable y la recuperación de pesquerías en deterioro.

El *cambio climático* puede tener efectos muy significativos sobre la producción pesquera y acuícola, ya que pueden darse variaciones en el nivel y calidad del agua y en la productividad de cuerpos destinados a la producción comercial pesquera y acuícola. Las modificaciones oceanográficas y atmosféricas seguramente afectarán la productividad de ecosistemas oceánicos y costeros, así como los sistemas de producción como las pesquerías de especies pelágicas, demersales y bentónicas. El incremento en la frecuencia e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos ocasionará daños a puertos, flotas e infraestructura pesquera y acuícola; además, los cambios harán más susceptibles los sistemas acuícolas a enfermedades.

El común denominador que reunió a expertos nacionales y extranjeros en el Foro-Coloquio, fue el consenso de que estos fenómenos representan factores de riesgo para la seguridad alimentaria de los mexicanos.

La investigación y el pronóstico del *cambio climático* requieren un enfoque multidisciplinario y a nivel internacional. En este aspecto la investigación científica juega un papel crucial, al ser el medio racional y sistemático con que contamos para pronosticar escenarios ante la incertidumbre y ponderar tanto vulnerabilidades, como capacidad de adaptación para la producción y suministro equitativo de alimentos.

En este contexto, el *Foro-Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura*, contribuyó a generar las líneas estratégicas de investigación para enfrentar con éxito los embates de este fenómeno global, en materia de producción pesquera y acuícola.

4.2 RELATORÍA DEL EVENTO

El Foro-Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuicultura se llevó a cabo los días 13 y 14 de octubre de 2008, en las instalaciones de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, en la Ciudad de México, D. F.

El objetivo del evento fue reunir los elementos para definir una **estrategia nacional de investigación** relacionada con los impactos a los sectores pesquero y acuícola, así como su vulnerabilidad y medidas de adaptación ante el cambio climático en México. Lo anterior se planteó a partir del conocimiento y experiencia de los expertos, desde su campo de trabajo y perspectiva institucional.

En el foro participaron especialistas nacionales e internacionales (Anexo 6.1), en temas de pesquerías, cambio climático y ecosistemas costeros y marinos, que compartieron experiencias e identificaron los problemas y retos, así como las oportunidades y soluciones existentes del sector pesquero, que permitirán enfrentar el cambio climático global.



La inauguración estuvo a cargo del Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata, Director en Jefe del INAPESCA, del Ing. Ramón Corral Ávila, Comisionado Nacional de Acuacultura y Pesca y de la Biól. Julia Martínez, Coordinadora del Programa de Cambio Climático del INE, en representación del Dr. Adrián Fernández Bremauntz, presidente de este Instituto.

La dinámica del evento consistió de tres etapas (Ver programa, Anexo 6.2):

1) *Etapas de referencia*. El establecimiento de un marco de referencia permitió reflexionar acerca de los temas a tratar, compartir experiencias y soluciones existentes, y plantear preguntas que ayudaron a identificar retos, problemas soluciones existentes y futuras líneas prioritarias de acción;

2) *Etapas interrogativa*. En esta fase se aclararon dudas sobre las exposiciones, se hizo una relación de los principales problemas, se identificación las soluciones existentes, y se llevó a cabo un intercambio de experiencias y opiniones;

3) *Etapas resolutiva*. La identificación de las causas y alternativas de solución permitió plantear una agenda de investigación sobre el impacto del cambio climático en las pesquerías y la acuacultura de México.

Etapas de Referencia

Para establecer el marco de referencia, durante el primer día se presentaron 13 ponencias sobre la variabilidad climática del océano y sus impactos en la pesca y la acuacultura, al igual que los testimonios de representantes de los sectores de pesca artesanal, acuacultura y turismo. Para esta etapa se solicitó a los ponentes que identificaran los principales problemas que en su experiencia se derivan para las actividades acuícolas y pesqueras en relación con el cambio climático, así como las principales líneas de investigación para atender dichos problemas.



En esta etapa, el **Dr. Saúl Álvarez Borrego** habló sobre el efecto del cambio climático en las pesquerías y los maricultivos de México. Resaltó el hecho de que existe de manera natural una Variación Decadal del Pacífico, que conlleva el aumento de la temperatura del mar, siendo éste uno de los puntos en los que se debe de poner énfasis.

Su propuesta de investigación fue constituir un sistema de monitoreo del mar para identificar las variaciones en la temperatura, precipitación, aumento del nivel del mar, clorofila superficial, abundancia de huevos y larvas de organismos.



El **Dr. Gilberto Gaxiola Castro** trató el tema de los efectos de la variabilidad climática en los ciclos geoclimáticos, haciendo énfasis en que existen procesos geoquímicos en el océano que se verán afectados por efecto del *cambio climático*.

Su propuesta de investigación se basó principalmente en incluir un sistema de monitoreo que proporcione información sobre la distribución espacial de:

- Producción primaria
- Zona de Bajo Contenido de Oxígeno
- Oxígeno disuelto



El **Dr. Juan Carlos Seijo** habló sobre el riesgo e incertidumbre en pesquerías y acuicultura por efecto de cambio climático. Al respecto mencionó que los principales problemas son:

- La modificación de la distribución de las especies
- La modificación en la fisiología de las especies
- La estacionalidad de los procesos biológicos alterando las cadenas tróficas
- Los riesgos de introducción de especies y enfermedades
- Los cambios en la abundancia de las especies, reproducción y reclutamiento, crecimiento individual, productividad de los ecosistemas marinos
- Los cambios en la disponibilidad, distribución espacial de las especies y efectos en la distribución espacial del esfuerzo de pesca

Sus propuestas de investigación consistieron en:

- Fortalecer la utilización de métodos directos de estimación de la biomasa (diferentes a las series de captura)
- La construcción de series de datos para soportar decisiones
- Construir esquemas alternativos de análisis de información para esta situación.
- Medir las cambios de abundancia, distribución espacial y disponibilidad de los recursos y variables físico químicos en los ecosistemas
- Investigación de los efectos de la pesca en los ecosistemas

Sin embargo, destacó que no hay claridad sobre la forma de incorporar estos elementos a la toma de decisiones en el escenario del *cambio climático*.



La ponencia del **Dr. Rashid Sumaila** trató sobre los efectos económicos potenciales del *cambio climático* en las pesquerías de México. Identificó como los problemas principales:

- Los cambios en la biomasa
- Los cambios en las capturas
- Los cambios en la distribución de las poblaciones

La utilización de un modelo permitió predecir un escenario a 2050 mediante el cual se estima que, en un escenario de cambio climático severo, el 70% de las especies decrecen su producción y el 90% de ellas decrecen en valor. Las líneas de investigación propuestas fueron:

- Cambios en la distribución de la biomasa
- Como afecta estos cambios en las capturas
- El impacto económico de estos cambios



El **Dr. Antonio Díaz de León Corral** presentó una ponencia sobre la variación de la Pesca en México relacionadas con cambio climático, en la que mencionó que el la temperatura del aire, de la superficie del mar y del océano profundo han aumentado. De los 64 Grandes Ecosistemas Marinos del mundo, en 54 se han reportado aumentos en la temperatura, con ritmos diferentes, y ha disminuido la producción pesquera debido principalmente a la reducción del hábitat y a un menor reclutamiento. El principal problema identificado fue el efecto en la pesca ocasionado por el incremento de temperatura, el empobrecimiento de las aguas y la disminución de la producción.

Las líneas de investigación propuestas fueron:

- Evaluar el impacto ecológico, económico y social del CC en la pesca y acuicultura
- Investigar sobre las acciones que hay que realizar para mitigar los impactos del *cambio climático*
- Planes de Manejo, recuperación y restauración de las Unidades Pesqueras
- Construir Áreas Naturales Protegidas (ANP) marinas como estrategia de protección de los recursos
- Investigar cómo reducir la emisión de gases de efecto invernadero en las actividades pesqueras.



El **Dr. Salvador Lluch** habló sobre los impactos del cambio climático en las pesquerías, identificando como los principales problemas:

- La incorporación de la variabilidad del ecosistema a los enfoques de manejo pesquero
- El análisis de la variabilidad climática con diferentes niveles de impacto.
- Los eventos ambientales con diferentes escalas, ENSO, Oscilación Decadal del Pacífico, Oscilación del Atlántico
- El desconocimiento de los procesos y mecanismos del cambio
- La falta de bases de datos
- La falta de herramientas de análisis (modelos de simulación oceanográficos en México)

Ante esta situación, propuso las siguientes líneas de investigación:

- Análisis retrospectivos
- Marco de impactos
- Marco de adaptación



El **Dr. Francisco Magallón Barajas** presentó una ponencia sobre eco-eficiencia en el uso del nitrógeno y fósforo en la actividad acuícola. En esta presentación, identificó los siguientes problemas en acuicultura:

- Temperaturas superiores al óptimo
- Mayor eutrofización
- Mayor virulización y nuevas enfermedades
- Incremento de los precios de alimento
- Destrucción de infraestructura
- Escape masivo de poblaciones

Las líneas de investigación propuestas fueron sobre los temas de:

- Acuicultura de productores primarios para la producción de biocombustibles y fijación de carbono
- Reducción de residuos derivados de las prácticas agrícolas
- Fomento de acuicultura extractivas, como las macroalgas y moluscos
- Reducción de las emisiones de nitrógeno y fosforo al medio ambiente para reducir la eutrofización en el marco de la capacidad ambiental
- Sistemas de monitoreo para definir las capacidades ambientales de los ecosistemas.
- Tecnologías eficientes y limpias para incorporarlas a la industria acuícola.



El **Dr. Arturo Muhlia** trató el tema de adaptación y mitigación al cambio climático de una pesquería, mencionando que el aumento de la temperatura del mar tiene un efecto negativo en los pelágicos mayores, aunque favorece al reclutamiento.

Su propuesta se centró en el diseño de un sistema de monitoreo sobre fenómenos de baja, mediana y alta escala, para proveer de información al sector pesquero en materia de disponibilidad de recurso y proponer acciones de mitigación (proponer zonas de pesca) y adaptación en las pesquerías (proyecciones de abundancia).



El **Dr. Alain Fonteneau** presentó una ponencia sobre los efectos del cambio climático en una pesquería de pelágicos mayores. Mencionó que en los ecosistemas marinos se encuentra una clara estratificación y los pelágicos mayores tienen preferencias de temperatura y oxígeno que determinan la distribución de las especies y por lo tanto las capturas, afectando la disponibilidad del recurso, no solo en la distribución sino en la profundidad de captura.

Su propuesta de investigación se centró en el desarrollo de modelos predictivos que permitan hacer pronósticos.



El **Ing. Jesús Soria** habló sobre las herramientas satelitales para el monitoreo de la acuicultura y los recursos naturales. Sus propuestas de investigación se basaron en:

- Utilizar percepción remota para el monitoreo de la actividad acuícola.
- Montar un sistema de captación de información, proponer procesos automáticos de análisis y diseñar formatos de salida con enfoque de servicio al cliente.

En cuanto a los testimonios de diferentes sectores involucrados en el tema de los impactos del *cambio climático* en la pesca y la acuicultura, participaron representantes del sector pesca artesanal, del sector acuicultura y del sector turístico.



El **Dr. Luis Bourillón**, representante del sector pesca artesanal habló sobre el impacto civil en el sector de pesca artesanal. En su intervención mencionó los siguientes problemas:

- La falta de visión de los pescadores a largo plazo, necesaria para valorar el impacto del cambio climático en los recursos pesqueros
- El hecho de que los pescadores están acostumbrados a los cambios y a reaccionar con rapidez ante ellos

Asimismo, resaltó que los impactos del cambio climático se advertirán en:

- Producto escaso y capturas malas
- Menos días de pesca
- Necesidades de mejor equipo de pesca, más seguridad, mejor motor, mejores artes de pesca
- Más inversión en tiempo de pesca por falta de accesibilidad
- Menor valor de las capturas como consecuencia de mareas rojas que ocasionan que los animales están enfermos o sean de tallas bajas
- Reubicación de zonas de pesca
- Productos que no existían
- Invasión de pescadores de otros sitios con otras reglas de operación
- Incremento en los conflictos
- Migración a otras actividades económicas

Ante esta situación propuso las siguientes líneas de investigación:

- Distribución biogeográfica
- Distribución del esfuerzo pesquero
- Ciclos de vida y biología básica
- Redes tróficas y relaciones ecosistémicas
- Reconstrucción histórica
- Conectividad social (redes sociales y movimientos actuales)
- Desarrollo de escenarios sociales y económicos de adaptación
- Generación de información para alimentar los instrumentos de manejo pesquero que se contemplan en la Ley



El **Oceanólogo Marco Antonio Ross**, representante del sector acuícola, trató el tema de los efectos del cambio climático en la acuicultura, destacando principalmente los efectos del cambio climático en el mercado de los productos pesqueros.



El **Lic. Norlang García**, representante del sector turístico, habló sobre el impacto socioeconómico de los desastres en México. En su presentación trató el tema de la

distribución de los bienes materiales en las costas del mundo, y de que se trata de zonas de alta vulnerabilidad por el incremento en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos por efecto del cambio climático. Esta combinación de situaciones conforma un escenario de alto riesgo para las actividades económicas que se realizan en la zona costera, entre ellas la acuicultura.

Propuso la siguiente línea de investigación:

- Identificación del riesgo de la zona costera (mapas de vulnerabilidad), con el enfoque de prevenir los impactos de los cambios derivados del cambio climático y disminuir la vulnerabilidad de las instalaciones del sector pesquero y acuícola.

Resúmenes de las ponencias

En el Anexo 6.3 se presentan los resúmenes enviados por los autores, de acuerdo con la guía proporcionada para su elaboración (Anexo 6.4); las presentaciones originales (Anexo 6.5), se encuentran en el CD adjunto.

Etapas Interrogativa

En esta fase en plenario se aclararon dudas sobre las exposiciones, se hizo una relación general de los problemas más importantes, se identificaron las soluciones existentes, y se llevó a cabo un intercambio de experiencias y opiniones. Posteriormente, el grupo se dividió en cuatro mesas de trabajo (Anexo 6.6), para la jerarquización de las principales estrategias o acciones concretas de solución, mediante la técnica denominada “TKJ”.



Método TKJ

TKJ o Team Kawakita Jiro, es un método desarrollado por la empresa Sony para fines de concienciación y homogenización de su personal en los procesos de cambio y mejora organizacional. Consiste en organizar ideas diversas, agrupándolas y reagrupándolas temáticamente para construir una perspectiva ordenada respecto a un tema o concepto de interés.

Procedimiento

Problematización. Se distribuyeron tarjetas en blanco entre todos los participantes y se les solicitó anotar hechos o elementos en torno al cambio climático en la pesca y la acuacultura, bajo los siguientes criterios:

- Los elementos o hechos anotados deben ser concretos.
- No deben anotarse causas, consecuencias, ni juicios.
- Los elementos o hechos deben ser precisos y de fácil comprensión.

Relación de tarjetas. Un subgrupo del grupo de trabajo analizó el contenido de cada tarjeta, agrupando las tarjetas con elementos o hechos relacionados. Cuando se terminó de organizar las tarjetas en grupos o temas generales, se colocó cada conjunto en un sobre y se anotó de manera sintética el contenido común que une a esas tarjetas, cuidando de no enlistar los hechos, sino identificar y sintetizar su naturaleza común.

Presentación de resultados preliminares. Al inicio del segundo día de trabajo, los resultados de la relación de tarjetas se presentaron a todo el grupo para su análisis, tratando de visualizar los diversos niveles de agrupación encontrados.

Identificación de prioridades. Una vez discutida y aceptada la clasificación, se procedió a reconocer los grupos con una mayor recurrencia de problemas, identificando los asuntos urgentes o prioritarios. Con el fin de categorizar sus importancias relativas, se organizó una dinámica por mesa de trabajo mediante la cual los conceptos elegidos en cada tema general fueron calificados por los expertos integrantes, utilizando una escala valorativa de cero a diez para ponderar desde la menor relevancia hasta la mayor, respectivamente. Las calificaciones así obtenidas para cada acción requerida o perfil de proyecto fueron promediadas y

ordenadas numéricamente, tanto en su conjunto total como dentro de cada uno de los temas prioritarios generales, lo cual permitió a su vez establecer niveles de prioridad entre los perfiles de proyectos y también analizar en forma comparativa la importancia de los temas generales.

Etapas Resolutiva

Durante esta etapa se concluyó sobre los resultados obtenidos y se identificaron las alternativas de solución, lo cual permitió plantear una agenda de investigación sobre el impacto del *cambio climático* en las pesquerías y la acuicultura de México.

Para este propósito se continuó la aplicación del método “TKJ”, con el desarrollo de las siguientes fases del procedimiento:

Propuestas de soluciones. Con los resultados obtenidos de la etapa interrogativa fue posible discernir una jerarquía en las propuestas concretas de atención a los problemas planteados.

Compromisos. Una vez establecidas las propuestas de solución, se definieron los compromisos que pueden asumirse en relación con ellas. Para terminar, se integraron los acuerdos para su seguimiento y control.

Finalmente se realizó una revisión y reflexión grupal de los alcances logrados, se procedió a la entrega de reconocimientos de participación y a la clausura del evento.



5. CONCLUSIONES Y AGENDA DE INVESTIGACIÓN

5.1 IDENTIFICACIÓN DE TEMAS PRIORITARIOS GENERALES



Como primera conclusión, el agrupamiento inicial de las tarjetas permitió la identificación de los siguientes temas prioritarios generales:

1. Acopio y análisis de información
2. Gestión y optimización de recursos económicos
3. Desarrollo de modelos
4. Marco de referencia
5. Bases de datos
6. Monitoreo permanente
7. Aspectos socio económicos
8. Difusión y comunicación

En el Anexo 6.7 se presentan los resultados de la primera clasificación de tarjetas con los elementos o problemas identificados por los especialistas participantes en el foro-coloquio.

Están redactados de forma tal que pueden constituirse por sí mismos en títulos de proyectos de investigación, estrategias, o bien en acciones concretas. De estos ocho temas generales es posible desprender líneas que se constituyan en los componentes fundamentales de un programa de investigación y acción para enfrentar los efectos del *cambio climático* en las actividades pesqueras y acuícolas.

El contenido de las tarjetas de cada uno de estos grupos temáticos se puede resumir de la siguiente manera:

1. Acopio y análisis de información. Se refiere a la utilización de información histórica y actual básica sobre variabilidad y oscilaciones naturales, para identificar zonas vulnerables y generar escenarios que funcionen como líneas base para análisis de sensibilidad, particularmente con fines de prevención y restauración.
2. Gestión y optimización de recursos económicos. Tiene que ver fundamentalmente con la gestión inter e intra-institucional para generar respuestas inmediatas, definir zonas de riesgo, y para el flujo recursos para la investigación; asimismo con coordinar esfuerzos de los distintos grupos de investigadores, y con generar gobernabilidad para incorporar los resultados de la investigación en la toma de decisiones.
3. Desarrollo de modelos. Este grupo de elementos se refiere a la necesidad de desarrollar modelos de pronóstico, sobre todo para zonas de mayor vulnerabilidad, con el objeto de prever y mitigar efectos del cambio climático en el uso de recursos acuáticos, tomando en cuenta incertidumbre y considerando distintos escenarios y horizontes de tiempo.
4. Marco de referencia. Estas propuestas apuntan a la necesidad de generar una visión común de largo plazo que parta de un diagnóstico bien estructurado, con propuestas metodológicas consensuadas e investigaciones coordinadas.
5. Bases de datos. Este grupo de propuestas tienen que ver con fortalecer la generación de bases y bancos de datos interdisciplinarios compartidos y sistemas de observación de variables pesqueras, acuícolas, ambientales y socio económicas, para realizar evaluaciones, pronósticos y mapas de vulnerabilidad con reglas de uso claras.
6. Monitoreo permanente. Se refiere a la necesidad de realizar el monitoreo de variables en distintos ambientes acuáticos considerados como zonas prioritarias, por ejemplo de alta productividad, con especies clave, incluyendo las diferentes etapas de sus ciclos de vida.

7. Aspectos socio económicos. Se refiere no solo a la necesidad de realizar investigaciones relativas a aspectos sociales y económicos ante el cambio climático, sino a incluir estudios del marco jurídico.
8. Difusión y comunicación. Se opinó que es necesario analizar y divulgar el concepto de desarrollo sustentable y su vulnerabilidad ante el *cambio climático*, así como dar a conocer información relevante a los tomadores de decisiones, a los sectores involucrados y al público en general.

5.2 IDENTIFICACIÓN DE NIVELES DE PRIORIDAD

Durante la identificación de prioridades se reconocieron por consenso un total de 69 estrategias, acciones o perfiles de proyectos de alta importancia, distribuidos entre los 8 temas generales. Las puntuaciones promedio que les fueron otorgadas oscilaron entre un mínimo de 7.3 y un máximo de 10.0. En vista de este rango obtenido, se consideró adecuado asignar tres niveles de prioridad, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de estrategias, acciones o perfiles de proyectos por nivel de prioridad.

| PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | ELEMENTOS |
|-----------|---------------------|-----------|
| 1 | 9.0 a 10.0 | 27 |
| 2 | 8.0 a 8.9 | 35 |
| 3 | 7.0 a 7.9 | 7 |
| Total | | 69 |

Al analizar nuevamente la clasificación por temas de este subconjunto específico de 69 elementos para la agenda de investigación, se concluyó que varios de ellos podrían contribuir a la atención de más de un tema general, como se indica en la Tabla 2.



Tabla 2. Priorización general de estrategias, acciones o perfiles de proyectos identificados.

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TEMA GENERAL RELACIONADO |
|-----|---|-----------|---------------------|--------------------------|
| 1 | Gestionar y establecer un fondo que financie investigación en cambio climático para pesca y acuacultura | 1 | 10.00 | 2 |
| 2 | Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático | 1 | 10.00 | 2, 4 y 7 |
| 3 | Estrategias y programa de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales | 1 | 10.00 | 2 y 4 |
| 4 | Comunicación e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con los actores de la pesca y acuacultura sobre cambio climático y su participación en los mecanismos de solución | 1 | 10.00 | 2 y 8 |
| 5 | Descripción y caracterización de ecosistemas oceánicos, costeros y de aguas interiores | 1 | 9.80 | 1 y 4 |
| 6 | Seleccionar indicadores clave sobre cambio climático en Pesca y Acuacultura | 1 | 9.80 | 1 |
| 7 | Construir una red de monitoreo nacional coordinada, permanente, multidisciplinaria y públicamente accesible | 1 | 9.70 | 1, 5 y 6 |
| 8 | Diseño de una base de datos que cubra las necesidades de los sectores interesados | 1 | 9.65 | 1 y 5 |
| 9 | Difusión de las bases de datos a los sectores interesados | 1 | 9.65 | 8 |
| 10 | Establecer un sistema de monitoreo que utilice herramientas modernas (marcaje satelital) | 1 | 9.65 | 1, 5 y 6 |
| 11 | Incorporar a las flotas pesqueras como una plataforma de generación de información biótica y abiótica | 1 | 9.65 | 1, 5 y 6 |
| 12 | Descripción de variaciones ambientales desde estacionales hasta decadales: Satélite, barcos, boyas, etc.; en diferentes escalas | 1 | 9.53 | 1 y 6 |
| 13 | Descripción de variaciones en parámetros biológicos, ecológicos, económicos y sociales | 1 | 9.53 | 1 |
| 14 | Generar una base de datos de la información científica sobre pesca, acuacultura y cambio climático | 1 | 9.50 | 1 y 5 |
| 15 | Generar un sistema de información para hacer accesible la información científica a los tomadores de decisiones | 1 | 9.50 | 1, 5 y 8 |
| 16 | Implementar acciones que permitan generar acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.40 | 2 |
| 17 | Generación de una red informática | 1 | 9.38 | 1 y 5 |
| 18 | Reunión de investigadores nacionales para que se definan los criterios | 1 | 9.33 | 2 y 4 |
| 19 | Establecer el marco legal y las políticas públicas que permitan la aplicación y continuidad de las acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.30 | 2, 4 y 7 |
| 20 | Proponer una estrategia de mitigación y adaptación a escala regional | 1 | 9.25 | 2 |
| 21 | Integrar la información histórica generada por las instituciones de investigación y agencias del gobierno del país y del extranjero para las aguas mexicanas | 1 | 9.20 | 1 y 5 |
| 22 | Tener una representación específica de Pesca y Acuacultura en el Programa Especial (Acción concreta) | 1 | 9.15 | 2 |
| 23 | Estudios socioeconómicos de los sectores de pesca y acuacultura en las áreas identificadas como de mayor vulnerabilidad | 1 | 9.10 | 7 |
| 24 | Identificación de las áreas vulnerables desde el punto de vista socioeconómico | 1 | 9.10 | 7 |
| 25 | Generar una base de datos que sistematice los productos de la información histórica y del monitoreo | 1 | 9.05 | 1 y 5 |
| 26 | Que el sector académico (la red nacional de pesca y acuacultura) presente a las Cámaras evidencias del cambio climático global y sus impactos presentes y futuros al sector pesca y acuacultura | 1 | 9.03 | 2 y 8 |

Tabla 2 (Cont.). Priorización general de estrategias, acciones o perfiles de proyectos identificados.

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TEMA GENERAL RELACIONADO |
|-----|---|-----------|---------------------|--------------------------|
| 27 | Realizar investigación sobre Políticas públicas transversales para enfrentar el cambio climático | 1 | 9.00 | 2 y 7 |
| 28 | Modelar el medio ambiente físico | 2 | 8.65 | 3 |
| 29 | Modelar la biomasa de los recursos que sostienen las pesquerías y acuicultura | 2 | 8.65 | 3 |
| 30 | Modelar la economía en relación con el cambio climático | 2 | 8.65 | 3 y 7 |
| 31 | Modelar los impactos sociales asociados al cambio climático | 2 | 8.65 | 3 y 7 |
| 32 | Generación de escenarios de cambio climático en pesca y acuicultura | 2 | 8.65 | 3 |
| 33 | Integración de los modelos en océanos y costas | 2 | 8.65 | 3 |
| 34 | Recuperar la información actual producida por instituciones nacionales y extranjeras | 2 | 8.60 | 1 y 5 |
| 35 | Desarrollar procedimientos legales y administrativos que especifiquen que en caso de un impacto debido al cambio climático, se desarrollen instrumentos legales ágiles | 2 | 8.50 | 2, 4 y 7 |
| 36 | Desarrollar políticas de manejo que atiendan simultáneamente la problemática actual y la derivada del cambio climático | 2 | 8.48 | 2, 4 y 7 |
| 37 | Estrategia nacional de comunicación para públicos específicos: social, gubernamental y mercados | 2 | 8.40 | 2 y 8 |
| 38 | Que la estrategia nacional de comunicación para públicos específicos, se incluya en las agendas estatales y municipales | 2 | 8.40 | 2 y 8 |
| 39 | Generar políticas públicas. Ejemplo: asignar apoyos para la acuicultura basados en vocación, vulnerabilidad y riesgo. Revisión, adecuación en su caso y creación de instrumentos regulatorios de los tres órdenes de gobierno | 2 | 8.40 | 2 y 7 |
| 40 | Identificar oportunidades de producción pesquera y acuícola derivadas del cambio climático | 2 | 8.38 | 2 y 7 |
| 41 | Sistema nacional de información de los sistemas de monitoreo y un sistema regional | 2 | 8.35 | 1, 5, 6 y 8 |
| 42 | Realizar análisis retrospectivos que permitan plantear hipótesis y mecanismos asociados al cambio climático | 2 | 8.35 | 1 |
| 43 | Análisis espacio temporal (factores fisicoquímicos, etc.), en Oceanografía regional | 2 | 8.23 | 1 |
| 44 | Oceanografía integral (corrientes, olas, etc.), a nivel regional | 2 | 8.23 | 1 |
| 45 | Análisis espacio temporal en Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | 1 |
| 46 | Cartografía de vocación en Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | 1 |
| 47 | Construcción de escenarios basados en vulnerabilidad y riesgo, para Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | 3 |
| 48 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Continental | 2 | 8.23 | 5 y 6 |
| 49 | Generar investigación en el marco jurídico y administrativo (ciencias sociales) | 2 | 8.17 | 7 |
| 50 | Comunicar a la sociedad los resultados de la investigación en ciencias sociales | 2 | 8.17 | 8 |
| 51 | Creación de un fondo (público y privado) para atender proyectos de prevención y mitigación en pesquerías y acuicultura por afectación del cambio climático | 2 | 8.17 | 2 |
| 52 | Aspectos oceanográfico-pesqueros | 2 | 8.05 | 1 |
| 53 | Análisis de sedimentos marinos como geo-indicadores de cambio climático | 2 | 8.05 | 1 |

Tabla 2 (Cont.). Priorización general de estrategias, acciones o perfiles de proyectos identificados.

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TEMA GENERAL RELACIONADO |
|-----|--|-----------|---------------------|--------------------------|
| 54 | Construcción de escenarios oceanográficos | 2 | 8.05 | 3 |
| 55 | Generar proyectos oceanográficos de cooperación internacional | 2 | 8.05 | 2 |
| 56 | Análisis espacio temporal en Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | 1 |
| 57 | Cartografía de vocación en Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | 1 |
| 58 | Construcción de escenarios basados en vulnerabilidad y riesgo, para Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | 3 |
| 59 | Monitoreo en Sanidad Acuicola Marina | 2 | 8.03 | 1, 5 y 6 |
| 60 | Variaciones de las pesquerías de pelágicos menores como efecto de la interacción de El Niño | 2 | 8.03 | 1 |
| 61 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, por regiones marinas | 2 | 8.03 | 1 y 3 |
| 62 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, en aguas continentales | 2 | 8.03 | 1 y 3 |
| 63 | Promover políticas públicas de capacitación para la adaptación ante el cambio climático | 3 | 7.85 | 2 y 7 |
| 64 | Fortalecer los grupos de modelación en distintas escalas y procesos, y facilitar la colaboración internacional e interinstitucional | 3 | 7.78 | 2 |
| 65 | Estudios de cadenas productivas de las principales especies impactadas (vulnerables) por el cambio climático | 3 | 7.70 | 7 |
| 66 | Estudios para la recuperación de especies impactadas desde el punto de vista de los mercados | 3 | 7.70 | 7 |
| 67 | Estudios para generar alternativas de producción dentro de la pesca y acuicultura y generación nuevos mercados | 3 | 7.70 | 7 |
| 68 | Divulgación pública de la información generada por las acciones | 3 | 7.53 | 8 |
| 69 | Generar los diagnósticos y escenarios de vulnerabilidad a escala regional de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo, que puedan afectar a la acuicultura y a las pesquerías del país | 3 | 7.30 | 3 |

La Tabla 3 resume la distribución de conceptos por tema general y nivel de prioridad. Los temas con mayor número de elementos a desarrollar son el 1. *Acopio y análisis de información*, 2. *Gestión y optimización de recursos económicos* y 7. *Aspectos socio económicos* (con 28, 21 y 16 conceptos, respectivamente), en tanto que los temas 4. *Marco de referencia* y 6. *Monitoreo permanente*, cuentan con la contribución de sólo 7 componentes en cada uno, pero la mayoría de ellos de primera prioridad (5 y 4, respectivamente).

Tabla 3. Número de elementos para la agenda de investigación por tema general y nivel de prioridad.

| PRIORIDAD | TEMA 1 | TEMA 2 | TEMA 3 | TEMA 4 | TEMA 5 | TEMA 6 | TEMA 7 | TEMA 8 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 1 | 13 | 11 | 0 | 5 | 9 | 4 | 5 | 4 |
| 2 | 15 | 8 | 11 | 2 | 4 | 3 | 7 | 4 |
| 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 |
| TOTAL | 28 | 21 | 12 | 7 | 13 | 7 | 16 | 9 |

Se observa que los temas generales con más componentes de **Prioridad 1** son nuevamente el 1. *Acopio y análisis de información* y el 2. *Gestión y optimización de recursos económicos*

(con 13 y 11, respectivamente), pero además el tema 5. *Bases de datos* (con 9). Por otra parte destaca que el tema 3. *Desarrollo de modelos*, carece de elementos de primera prioridad para la agenda de investigación. Sin embargo el tema 3, junto con los mismos temas 1 y 2, son los que presentan el mayor número de conceptos de segunda prioridad (11, 15 y 8, respectivamente). Los elementos calificados como de tercera prioridad para la agenda de investigación, sólo aparecen en cuatro de los ocho temas prioritarios generales: 2. *Gestión y optimización de recursos económicos*, 3. *Desarrollo de modelos*, 7. *Aspectos socio económicos* y 8. *Difusión y comunicación* (con 2, 1, 4 y 1 conceptos, respectivamente).

En conclusión, con estos criterios los temas generales más importantes son el 1. *Acopio y análisis de información*, el 2. *Gestión y optimización de recursos económicos* y el 5. *Bases de datos*. A su vez, el tema considerado de menor importancia es el 3. *Desarrollo de modelos*, al no contribuir con elementos de primera prioridad para la agenda de investigación y acción sobre Cambio Climático en Pesquerías y Acuicultura.

5.3 RELEVANCIA DE LOS ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN



Dentro de los tres niveles de prioridad establecidos, la relevancia comparativa de cada estrategia, acción o perfil de proyecto se infiere de la puntuación promedio que le otorgaron los especialistas (Tabla 2). Las Tablas 4 a 11 desglosan este índice de relevancia respectivamente para cada uno de los 8 temas prioritarios generales.

Los cuatro conceptos que ostentan la puntuación promedio más alta (10.0), son los siguientes (Tabla 2):

- *Gestionar y establecer un fondo que financie investigación en cambio climático para pesca y acuacultura.*
- *Estrategias y programa de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales.*
- *Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático.*
- *Comunicación e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con los actores de la pesca y acuacultura sobre cambio climático y su participación en los mecanismos de solución.*

Todos se encuentran reunidos en el tema general 2. *Gestión y optimización de recursos económicos* (Tabla 5). Además dos contribuyen de manera principal al desarrollo del tema 4. *Marco de referencia* (Tabla 7):

- *Estrategias y programa de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales.*
- *Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático.*

También dos de ellos son los componentes más importantes en los temas 7. *Aspectos socio económicos* (Tabla 10) y 8. *Difusión y comunicación* (Tabla 11):

- *Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático* (Tema 7).
- *Comunicación e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con los actores de la pesca y acuacultura sobre cambio climático y su participación en los mecanismos de solución* (Tema 8).

Los restantes valores del índice de relevancia en la **Prioridad 1**, corresponden esencialmente a los temas 1. *Acopio y análisis de información* (Tabla 4), 5. *Bases de datos* (Tabla 8) y 6. *Monitoreo permanente* (Tabla 9).

Por lo que respecta a la **Prioridad 2**, la cifra más alta del índice de relevancia (8.65) pertenece a seis componentes:

- *Modelar el medio ambiente físico.*
- *Modelar la biomasa de los recursos que sostienen las pesquerías y acuacultura.*
- *Generación de escenarios de cambio climático en pesca y acuacultura.*
- *Integración de los modelos en océanos y costas.*
- *Modelar la economía en relación con el cambio climático.*
- *Modelar los impactos sociales asociados al cambio climático.*

Todos estos elementos están asociados al tema 3. *Desarrollo de modelos* (Tabla 6), donde representan la mayor relevancia, al no haber conceptos de primera prioridad en este tema en particular. Sin embargo, los dos últimos componentes también se relacionan con el tema 7. *Aspectos socio económicos* (Tabla 10).

Entre los factores con relevancia intermedia en el nivel de **Prioridad 2**, se encuentran los relativos a generar políticas públicas y de manejo, así como a la investigación y desarrollo de procedimientos jurídicos y administrativos, para mejorar las respuestas ante la problemática del *cambio climático* (Tema 7. *Aspectos socio económicos*, Tabla 10).

La menor relevancia en la **Prioridad 2** se presenta en aspectos de investigación bastante específicos o puntuales, relacionados con acuacultura, oceanografía y efectos del *cambio climático* en pesquerías particulares, muchos de ellos contenidos en el tema 1. *Acopio y análisis de información* (Tabla 4).

En el nivel de **Prioridad 3** destacan elementos contemplados sobre todo en el tema 8. *Difusión y comunicación* (Tabla 11).

Bajo este criterio de relevancia para la integración de la agenda de acción e investigación en *cambio climático*, los expertos participantes en el foro-coloquio concluyeron que es preferible, al menos en el momento actual, enfocar primero los esfuerzos a la gestión de recursos económicos que permitan acopiar información fundamental mediante redes de monitoreo para sistematizarla, junto con los registros históricos disponibles, en bases de datos que

sean accesibles a todos los actores involucrados. Lo anterior de manera coordinada entre los sectores productivo, académico y gubernamental, con el fin de hacer uso óptimo de los recursos y evitar tanto las lagunas de información, como la duplicación de esfuerzos.

Frente a una realidad mundial de recursos financieros y humanos limitados para la investigación, en la que no resulta factible realizar simultáneamente todo lo que se requiere para prevenir y solucionar los efectos ecológicos y socio económicos del *cambio climático* en la pesca y la acuicultura, la identificación de prioridades y de relevancias relativas sugiere proceder cronológicamente en fases sucesivas. Así, por ejemplo, el desarrollo de modelos en general (segunda prioridad), depende desde luego de una fase previa para recabar, sistematizar y analizar información adecuada, contando con recursos suficientes. A su vez, la modelación de escenarios brindará mejores alternativas a los tomadores de decisiones para adecuar las políticas y los marcos jurídicos y administrativos, con el fin de prevenir o aminorar las repercusiones del *cambio climático*, que si bien nos afectan a todos, podrían tener consecuencias especialmente importantes en las comunidades costeras de pescadores y acuicultores, que en tal sentido actúan como nuestro frente de avanzada: son los centinelas de las modificaciones climáticas, que ya están llegando.

5.4 ACUERDOS Y SEGUIMIENTO

Se acordó que los temas y elementos identificados como relevantes para la Agenda de Investigación sobre Cambio Climático en Pesca y Acuicultura, se incorporarán al *Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Pesca y Acuicultura*, mediante proyectos de investigación que se desarrollen en el marco de la *Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura (RNIIPA)*, que coordina el INAPESCA. El seguimiento y evaluación de los proyectos relacionados con la prevención y el impacto del cambio climático en pesca y acuicultura, estará a cargo del Comité Nacional de la RNIIPA.

Tabla 4. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 1. Acopio y análisis de información.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|--|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Seleccionar indicadores clave sobre cambio climático en Pesca y Acuicultura | 1 | 9.80 | ---- |
| 2 | Descripción y caracterización de ecosistemas oceánicos, costeros y de aguas interiores | 1 | 9.80 | 4 |
| 3 | Construir una red de monitoreo nacional coordinada, permanente, multidisciplinaria y públicamente accesible | 1 | 9.70 | 5 y 6 |
| 4 | Diseño de una base de datos que cubra las necesidades de los sectores interesados | 1 | 9.65 | 5 |
| 5 | Establecer un sistema de monitoreo que utilice herramientas modernas (marcaje satelital) | 1 | 9.65 | 5 y 6 |
| 6 | Incorporar a las flotas pesqueras como una plataforma de generación de información biótica y abiótica | 1 | 9.65 | 5 y 6 |
| 7 | Descripción de variaciones en parámetros biológicos, ecológicos, económicos y sociales | 1 | 9.53 | ---- |
| 8 | Descripción de variaciones ambientales desde estacionales hasta decadales: Satélite, barcos, boyas, etc.; en diferentes escalas | 1 | 9.53 | 6 |
| 9 | Generar una base de datos de la información científica sobre pesca, acuicultura y cambio climático | 1 | 9.50 | 5 |
| 10 | Generar un sistema de información para hacer accesible la información científica a los tomadores de decisiones | 1 | 9.50 | 5 y 8 |
| 11 | Generación de una red informática | 1 | 9.38 | 5 |
| 12 | Integrar la información histórica generada por las instituciones de investigación y agencias del Gobierno del país y del extranjero para las aguas mexicanas | 1 | 9.20 | 5 |
| 13 | Generar una base de datos que sistematice los productos de la información histórica y del monitoreo | 1 | 9.05 | 5 |
| 14 | Recuperar la información actual producida por instituciones nacionales y extranjeras | 2 | 8.60 | 5 |
| 15 | Realizar análisis retrospectivos que permitan plantear hipótesis y mecanismos asociados al cambio climático | 2 | 8.35 | ---- |
| 16 | Sistema nacional de información de los sistemas de monitoreo y un sistema regional | 2 | 8.35 | 5, 6 y 8 |
| 17 | Análisis espacio temporal (factores fisicoquímicos, etc.), en Oceanografía regional | 2 | 8.23 | ---- |
| 18 | Oceanografía integral (corrientes, olas, etc.), a nivel regional | 2 | 8.23 | ---- |
| 19 | Análisis espacio temporal en Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | ---- |
| 20 | Cartografía de vocación en Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | ---- |
| 21 | Aspectos oceanográfico-pesqueros | 2 | 8.05 | ---- |
| 22 | Análisis de sedimentos marinos como geo-indicadores de cambio climático | 2 | 8.05 | ---- |
| 23 | Análisis espacio-temporal en Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | ---- |
| 24 | Cartografía de vocación en Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | ---- |
| 25 | Variaciones de las pesquerías de pelágicos menores como efecto de la interacción de El Niño | 2 | 8.03 | ---- |
| 26 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, por regiones marinas | 2 | 8.03 | 3 |
| 27 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, en aguas continentales | 2 | 8.03 | 3 |
| 28 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Marina | 2 | 8.03 | 5 y 6 |

Tabla 5. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 2. Gestión y optimización de recursos económicos*.

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|---|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Gestionar y establecer un fondo que financie investigación en cambio climático para pesca y acuicultura | 1 | 10.00 | ---- |
| 2 | Estrategias y programa de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales | 1 | 10.00 | 4 |
| 3 | Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático | 1 | 10.00 | 4 y 7 |
| 4 | Comunicación e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con los actores de la pesca y acuicultura sobre cambio climático y su participación en los mecanismos de solución | 1 | 10.00 | 8 |
| 5 | Implementar acciones que permitan generar acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.40 | ---- |
| 6 | Reunión de investigadores nacionales para que se definan los criterios | 1 | 9.33 | 4 |
| 7 | Establecer el marco legal y las políticas públicas que permitan la aplicación y continuidad de las acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.30 | 4 y 7 |
| 8 | Proponer una estrategia de mitigación y adaptación a escala regional | 1 | 9.25 | ---- |
| 9 | Tener una representación específica de Pesca y Acuicultura en el Programa Especial (Acción concreta) | 1 | 9.15 | ---- |
| 10 | Que el sector académico (la red nacional de pesca y acuicultura) presente a las Cámaras evidencias del cambio climático global y sus impactos presentes y futuros al sector pesca y acuicultura | 1 | 9.03 | 8 |
| 11 | Realizar investigación sobre Políticas públicas transversales para enfrentar el cambio climático | 1 | 9.00 | 7 |
| 12 | Desarrollar procedimientos legales y administrativos que especifiquen que en caso de un impacto debido al cambio climático, se desarrollen instrumentos legales ágiles | 2 | 8.50 | 4 y 7 |
| 13 | Desarrollar políticas de manejo que atiendan simultáneamente la problemática actual y la derivada del cambio climático | 2 | 8.48 | 4 y 7 |
| 14 | Generar políticas públicas. Ejemplo: asignar apoyos para la acuicultura basados en vocación, vulnerabilidad y riesgo. Revisión, adecuación en su caso y creación de instrumentos regulatorios de los tres órdenes de gobierno | 2 | 8.40 | 7 |
| 15 | Estrategia nacional de comunicación para públicos específicos: social, gubernamental y mercados | 2 | 8.40 | 8 |
| 16 | Que la estrategia nacional de comunicación para públicos específicos, se incluya en las agendas estatales y municipales | 2 | 8.40 | 8 |
| 17 | Identificar oportunidades de producción pesquera y acuícola derivadas del cambio climático | 2 | 8.38 | 7 |
| 18 | Creación de un fondo (público y privado) para atender proyectos de prevención y mitigación en pesquerías y acuicultura por afectación del cambio climático | 2 | 8.17 | ---- |
| 19 | Generar proyectos oceanográficos de cooperación internacional | 2 | 8.05 | ---- |
| 20 | Promover políticas públicas de capacitación para la adaptación ante el cambio climático | 3 | 7.85 | 7 |
| 21 | Fortalecer los grupos de modelación en distintas escalas y procesos, y facilitar la colaboración internacional e interinstitucional | 3 | 7.78 | ---- |

Tabla 6. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 3. Desarrollo de modelos.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|--|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Modelar el medio ambiente físico | 2 | 8.65 | ---- |
| 2 | Modelar la biomasa de los recursos que sostienen las pesquerías y acuicultura | 2 | 8.65 | ---- |
| 3 | Generación de escenarios de cambio climático en pesca y acuicultura | 2 | 8.65 | ---- |
| 4 | Integración de los modelos en océanos y costas | 2 | 8.65 | ---- |
| 5 | Modelar la economía en relación con el cambio climático | 2 | 8.65 | 7 |
| 6 | Modelar los impactos sociales asociados al cambio climático | 2 | 8.65 | 7 |
| 7 | Construcción de escenarios basados en vulnerabilidad y riesgo, para Acuicultura Continental | 2 | 8.23 | ---- |
| 8 | Construcción de escenarios oceanográficos | 2 | 8.05 | ---- |
| 9 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, por regiones marinas | 2 | 8.03 | 1 |
| 10 | Efecto del cambio climático en las pesquerías pelágicas, bentónicas y demersales, en aguas continentales | 2 | 8.03 | 1 |
| 11 | Construcción de escenarios basados en vulnerabilidad y riesgo, para Acuicultura Marina | 2 | 8.03 | ---- |
| 12 | Generar los diagnósticos y escenarios de vulnerabilidad a escala regional de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo, que puedan afectar a la acuicultura y a las pesquerías del país | 3 | 7.30 | ---- |

Tabla 7. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 4. Marco de referencia.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|---|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Estrategias y programa de adaptación a impactos ecológicos, sociales y económicos, con consideraciones territoriales | 1 | 10.00 | 2 |
| 2 | Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático | 1 | 10.00 | 2 y 7 |
| 3 | Descripción y caracterización de ecosistemas oceánicos, costeros y de aguas interiores | 1 | 9.80 | 1 |
| 4 | Reunión de investigadores nacionales para que se definan los criterios | 1 | 9.33 | 2 |
| 5 | Establecer el marco legal y las políticas públicas que permitan la aplicación y continuidad de las acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.30 | 2 y 7 |
| 6 | Desarrollar procedimientos legales y administrativos que especifiquen que en caso de un impacto debido al cambio climático, se desarrollen instrumentos legales ágiles | 2 | 8.50 | 2 y 7 |
| 7 | Desarrollar políticas de manejo que atiendan simultáneamente la problemática actual y la derivada del cambio climático | 2 | 8.48 | 2 y 7 |

Tabla 8. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 5. Bases de datos.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|--|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Construir una red de monitoreo nacional coordinada, permanente, multidisciplinaria y públicamente accesible | 1 | 9.70 | 1 y 6 |
| 2 | Diseño de una base de datos que cubra las necesidades de los sectores interesados | 1 | 9.65 | 1 |
| 3 | Establecer un sistema de monitoreo que utilice herramientas modernas (marcaje satelital) | 1 | 9.65 | 1 y 6 |
| 4 | Incorporar a las flotas pesqueras como una plataforma de generación de información biótica y abiótica | 1 | 9.65 | 1 y 6 |
| 5 | Generar una base de datos de la información científica sobre pesca, acuacultura y cambio climático | 1 | 9.50 | 1 |
| 6 | Generar un sistema de información para hacer accesible la información científica a los tomadores de decisiones | 1 | 9.50 | 1 y 8 |
| 7 | Generación de una red informática | 1 | 9.38 | 1 |
| 8 | Integrar la información histórica generada por las instituciones de investigación y agencias del gobierno del país y del extranjero para las aguas mexicanas | 1 | 9.20 | 1 |
| 9 | Generar una base de datos que sistematice los productos de la información histórica y del monitoreo | 1 | 9.05 | 1 |
| 10 | Recuperar la información actual producida por instituciones nacionales y extranjeras | 2 | 8.60 | 1 |
| 11 | Sistema nacional de información de los sistemas de monitoreo y un sistema regional | 2 | 8.35 | 1, 6 y 8 |
| 12 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Continental | 2 | 8.23 | 6 |
| 13 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Marina | 2 | 8.03 | 1 y 6 |

Tabla 9. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 6. Monitoreo permanente.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|---|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Construir una red de monitoreo nacional coordinada, permanente, multidisciplinaria y públicamente accesible | 1 | 9.70 | 1 y 5 |
| 2 | Establecer un sistema de monitoreo que utilice herramientas modernas (marcaje satelital) | 1 | 9.65 | 1 y 5 |
| 3 | Incorporar a las flotas pesqueras como una plataforma de generación de información biótica y abiótica | 1 | 9.65 | 1 y 5 |
| 4 | Descripción de variaciones ambientales desde estacionales hasta decadales: Satélite, barcos, boyas, etc.; en diferentes escalas | 1 | 9.53 | 1 |
| 5 | Sistema nacional de información de los sistemas de monitoreo y un sistema regional | 2 | 8.35 | 1, 5 y 8 |
| 6 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Continental | 2 | 8.23 | 5 |
| 7 | Monitoreo en Sanidad Acuícola Marina | 2 | 8.03 | 1 y 5 |

Tabla 10. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 7. Aspectos socio económicos.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|---|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Diseñar un marco legal y estructuras administrativas apropiadas y dinámicas que permitan elaborar estrategias de adaptación al cambio climático | 1 | 10.00 | 2 y 4 |
| 2 | Establecer el marco legal y las políticas públicas que permitan la aplicación y continuidad de las acciones de adaptación por ecosistemas y tipo de actividad pesquera y acuícola | 1 | 9.30 | 2 y 4 |
| 3 | Estudios socioeconómicos de los sectores de pesca y acuicultura en las áreas identificadas como de mayor vulnerabilidad | 1 | 9.10 | ---- |
| 4 | Identificación de las áreas vulnerables desde el punto de vista socioeconómico | 1 | 9.10 | ---- |
| 5 | Realizar investigación sobre políticas públicas transversales para enfrentar el cambio climático | 1 | 9.00 | 2 |
| 6 | Modelar la economía en relación con el cambio climático | 2 | 8.65 | 3 |
| 7 | Modelar los impactos sociales asociados al cambio climático | 2 | 8.65 | 3 |
| 8 | Desarrollar procedimientos legales y administrativos que especifiquen que en caso de un impacto debido al cambio climático, se desarrollen instrumentos legales ágiles | 2 | 8.50 | 2 y 4 |
| 9 | Desarrollar políticas de manejo que atiendan simultáneamente la problemática actual y la derivada del cambio climático | 2 | 8.48 | 2 y 4 |
| 10 | Generar políticas públicas. Ejemplo: asignar apoyos para la acuicultura basados en vocación, vulnerabilidad y riesgo. Revisión, adecuación en su caso y creación de instrumentos regulatorios de los tres órdenes de gobierno | 2 | 8.40 | 2 |
| 11 | Identificar oportunidades de producción pesquera y acuícola derivadas del cambio climático | 2 | 8.38 | 2 |
| 12 | Generar investigación en el marco jurídico y administrativo (ciencias sociales) | 2 | 8.17 | ---- |
| 13 | Promover políticas públicas de capacitación para la adaptación ante el cambio climático | 3 | 7.85 | 2 |
| 14 | Estudios de cadenas productivas de las principales especies impactadas (vulnerables) por el cambio climático | 3 | 7.70 | ---- |
| 15 | Estudios para la recuperación de especies impactadas desde el punto de vista de los mercados | 3 | 7.70 | ---- |
| 16 | Estudios para generar alternativas de producción dentro de la pesca y acuicultura y generación nuevos mercados | 3 | 7.70 | ---- |

Tabla 11. Priorización de elementos para la agenda del *Tema 8. Difusión y comunicación.*

| No. | ELEMENTOS PARA LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN | PRIORIDAD | PUNTUACIÓN PROMEDIO | TAMBIÉN CONTRIBUYE PARA EL TEMA |
|-----|---|-----------|---------------------|---------------------------------|
| 1 | Comunicación e interacción entre los sectores académicos y gubernamentales con los actores de la pesca y acuicultura sobre cambio climático y su participación en los mecanismos de solución | 1 | 10.00 | 2 |
| 2 | Difusión de las bases de datos a los sectores interesados | 1 | 9.65 | ---- |
| 3 | Generar un sistema de información para hacer accesible la información científica a los tomadores de decisiones | 1 | 9.50 | 1 y 5 |
| 4 | Que el sector académico (la red nacional de pesca y acuicultura) presente a las Cámaras evidencias del cambio climático global y sus impactos presentes y futuros al sector pesca y acuicultura | 1 | 9.03 | 2 |
| 5 | Estrategia nacional de comunicación para públicos específicos: social, gubernamental y mercados | 2 | 8.40 | 2 |
| 6 | Que la estrategia nacional de comunicación para públicos específicos, se incluya en las agendas estatales y municipales | 2 | 8.40 | 2 |
| 7 | Sistema nacional de información de los sistemas de monitoreo y un sistema regional | 2 | 8.35 | 1, 5 y 6 |
| 8 | Comunicar a la sociedad los resultados de la investigación en ciencias sociales con relación al cambio climático | 2 | 8.17 | ---- |
| 9 | Divulgación pública de la información generada por las acciones | 3 | 7.53 | ---- |

6. ANEXOS

6.1 Directorio de participantes

- 1 Dr. Saúl Álvarez Borrego
CICESE – Ensenada
alvarezb@cicese.mx
(646) 175 - 0500 ext. 24270
- 2 Dr. Eugenio Alberto Aragón Noriega
CIBNOR – Hermosillo
aaragon04@cibnor.mx
(646) 175 - 0500 ext. 24263
- 3 Biol. Luis F. Beléndez Moreno
INAPESCA – Veracruz
luis.belendez@inapesca.sagarpa.gob.mx
(229)130 - 4520
- 4 Dr. Martín A. Botello Ruvalcaba
CONAPESCA – Mazatlán
mbotellor@conapesca.sagarpa.gob.mx
(669)915-6900 ext. 1507
- 5 Dr. Luis Bourillón Moreno
COBI - Cancún
lbouillon@cobi.org.mx
(998) 882-2894
- 6 María de los Ángeles Carvajal
SuMar – Guaymas
machangeles.sumar@prodigy.net.mx
(622) 223-7386
- 7 Mtra. Margarita Caso Chávez
INE - D.F.
casom@ine.gob.mx
(55) 5424 - 6414
- 8 Dra. Thalía Castro Barrera
UAM - D.F.
cabt7515@correo.xoc.uam.mx
(55) 54-83-71-51
- 9 Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata
Director en Jefe del Instituto Nacional de Pesca
miguel.cisneros@inapesca.sagarpa.gob.mx
(55) 38 71 95 01
- 10 Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
UJAT – Villahermosa
direccion@dacbiol.ujat.mx
(993) 358-1579
- 11 Mtro. Gilberto Enríquez Hernández
INE - D.F.
enrigil@ine.gob.mx
(55) 5426 - 6426
- 12 Ing. Ramón Corral Ávila
CONAPESCA – DF
rcorralla@sagarpa.gob.mx
(669) 915 – 6900 ext. 1101
- 13 Dr. Antonio Díaz de León Corral
SEMARNAT - D.F.
adiazdeleon@semarnat.gob.mx
(55) 56 28 07 49
- 14 Mtro. Gilberto Enríquez Hernández
INE – DF
enrigil@ine.gob.mx
(55) 5426 - 6426
- 15 Lic. Martha A. Estrada Jiménez
CONAPESCA – DF
mestrada@conapesca.sagarpa.gob.mx
(55) 3871 - 1000 ext. 33534
- 16 Dr. Adrián Fernández Bremauntz
Presidente del Instituto Nacional de Ecología
presiden@ine.gob.mx
(55) 5424 - 6418
- 17 Dr. Alain Fonteneau
IRD – Francia
fonteneau@ird.fr
33 (0) 499- 573255
- 18 Biól. Alejandro Frías Villegas
INE - D.F.
afrias@ine.gob.mx
(55) 5628 – 0600 ext. 13135
- 19 Lic. Norlang Marcel García Arróliga
CENAPRED - D.F.
norlang@cenapred.unam.mx
(55) 54-24-61-00 ext. 17107
- 20 Dr. Gilberto Gaxiola Castro
CICESE – Ensenada
ggaxiola@cicese.mx
(646) 175 – 0500 ext. 24268
- 21 M. en C. Luis Vicente González Ania
INAPESCA – D.F.
large.pelagics@yahoo.com.mx
(55) 3871- 9512
- 22 Dr. Alfredo González Becerril
Asesor externo
alfredogb114@msn.com
(312) 1-07-02-38
- 23 Dr. Sergio Guzmán del Proo
IPN - D.F.
sguzman@encb.ipn.mx
56-24-20-00 ext. 62423
- 24 Mtro. Benigno Hernández de la Torre
INE – Ensenada
bhernan@ine.gob.mx
(646) 175-0500 ext. 22100
- 25 María del Carmen Jiménez Quiroz
INAPESCA – Manzanillo
mcjquiroz@hotmail.com
(314) 332-3750
- 26 Dr. Salvador E. Lluch Cota
CIBNOR - La Paz
slluch@cibnor.mx
(612) 123-8484 ext. 3234
- 27 Mtro. Antonio Low Pfeng
INE - D.F.
alow@ine.gob.mx
(55) 56-28-06-00 ext. 13135
- 28 Dra. María Luisa Machain Castillo
UNAM - D.F.
machain@icmyl.unam.mx
(55) 5622-5691

6.1 Directorio de participantes

- 29 M. en C. José Alberto Macías Vargas
INE - D.F.
jmacias@ine.gob.mx
(55) 56-28-06-00 ext. 13201
- 30 Dr. Francisco Magallón Barajas
CIBNOR - La Paz
fmagallon04@cibnor.mx
612 123-8484 ext. 3116
- 31 Ing. Erik Márquez García
INAPESCA – DF
erik_marquez@yahoo.es
38-71-95-64
- 32 Dra. Amparo Martínez Arroyo
UNAM – DF
amparo@atmosfera.unam.mx
(55) 5622 - 4056
- 33 Dr. Arturo Fabián E. Muhlia Melo
CIBNOR - La Paz
amuhlia04@cibnor.mx
(612)123 - 8430
- 34 Dr. Abraham F. Navarrete del Proo
INAPESCA – Mazatlán
abraham.navarrete@inapesca.sagarpa.gob.mx
(669) 988 - 1255
- 35 Dr. Manuel O. Nevárez Martínez
INAPESCA – Guaymas
manuel.nevarez@prodigy.net.mx
(622)222 - 5925
- 36 Ing. Francisco Javier Ramos García
INAPESCA – Manzanillo
dgips_inp@prodigy.net.mx
(314) 332 - 3750
- 37 Mtro. Fernando Rosete Verges
INE - D.F.
frosete@ine.gob.mx
(55) 5424 - 6447
- 38 Dr. Marco Antonio Ross Guerrero
Hermosillo
rogm_2001@yahoo.com.mx
(622) 215 - 2103
- 39 Dr. David Alberto Salas de León
UNAM - D.F.
salas-de-leon@icmyl.unam.mx
(55) 5622 - 5827
- 40 Lic. Rodrigo Alfonso Sánchez Mújica
FIRA – DF
rsanchez@correo.fira.gob.mx
(55) 54-49-19-00 ext. 1901
- 41 Dr. Juan Carlos Seijo Gutiérrez
Universidad Marista - Mérida
jseijo@marista.edu.mx
(999) 41-0302
- 42 Dr. Jesús Soria Ruiz
INIFAP - Texcoco
soria.jesus@inifap.gob.mx
(722) 278 – 4339
- 43 Dr. Oscar Sosa Nishizaki
CICESE – Ensenada
ososa@cicese.mx
(646) 175 – 0500 ext. 24267
- 44 Dr. Rashid Sumaila
Univ. British Columbia – Canadá
r.sumaila@fisheries.ubc.ca
(604) 822 – 0224
- 45 Dr. Marco Linné Unzueta Bustamante
INAPESCA – DF
marco.unzueta@inapesca.sagarpa.gob.mx
(55) 3871- 9513
- 46 Dr. Alfonso Vázquez Botello
UNAM – D.F.
vazquez-botello@icmyl.unam.mx
(55) 5622 - 5810
- 47 Dr. Jorge Zavala Hidalgo
UNAM - D.F.
jzavala@atmosfera.unam.mx
(55) 5 22 - 4048

6.2 Programa del evento



“FORO-COLOQUIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, PESQUERÍAS Y ACUACULTURA” 13 – 14 de octubre de 2008 Cd. de México



SAGARPA

SEMARNAT

OBJETIVO: Reunir los elementos para definir una agenda de investigación relacionada con los impactos a los sectores pesquero y acuícola, así como su vulnerabilidad y medidas de adaptación ante el cambio climático en México.

13 DE OCTUBRE

| HORA | PONENTE | ACTIVIDAD |
|----------------------------|---|---|
| 8:00 – 8:30 | | REGISTRO |
| 8:30 – 8:45 | Dr. Adrián Fernández Bremauntz – Presidente del Instituto Nacional de Ecología Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata – Director en Jefe del Instituto Nacional de Pesca | Inauguración |
| 8:45 – 9:00 | Ing. Ramón Corral Ávila – CONAPESCA | Palabras de bienvenida a los participantes. |
| 9:00 – 9:15 | Dr. Miguel Ángel Cisneros. Mata | Exposición del propósito y alcances del evento. Breve mención de la dinámica del Foro-Coloquio. |
| Marco de Referencia | | |
| 9:15 – 9:30 | Dr. Saúl Álvarez Borrego CICESE | Ponencia “Efecto del cambio climático en las pesquerías y los maricultivos de México” |
| 9:30 – 9:45 | Dr. Gilberto Gaxiola Castro CICESE | Ponencia “Efectos de la variabilidad climática en los ciclos biogeoquímicos del océano” |
| 9:45 – 10:00 | Dr. Juan Carlos Seijo Gutiérrez Universidad Marista de Mérida | Ponencia “Riesgo e incertidumbre en pesquerías bajo condiciones de cambio climático”. |
| 10:00 – 10:15 | Dr. Rashid Sumaila Centro de Pesca de la Univ. de British Columbia | Ponencia “Potential economic effects of climate change on the fisheries of Mexico” |
| 10:15 – 10:30 | Dr. Antonio J. Díaz de León Corral SEMARNAT | Ponencia “Variaciones de la pesca en México relacionadas con cambios climáticos y oceánicos mundiales: análisis y perspectivas” |
| 10:30 – 10:45 | Dr. Salvador E. Lluch Cota CIBNOR | Ponencia “Cambio climático y pesquerías” |
| 10:45 – 11:00 | Dr. Francisco J. Magallón Barajas CIBNOR | Ponencia “Eco-eficiencia en el uso del nitrógeno y fósforo en la actividad acuícola” |
| 11:00 – 11:15 | | RECESO |
| 11:15 – 11:30 | Dr. Arturo Muhlia Melo CIBNOR | Ponencia “Adaptación y Mitigación al cambio climático en la pesquería Mexicana de cerco en el Pacífico Oriental” |
| 11:30 – 11:45 | Ing. Jesús Soria Ruiz INIFAP | Ponencia “Insumos satelitales para el monitoreo de la acuicultura y los recursos naturales” |
| 11:45 – 12:00 | Dr. Alain Fonteneau Inst. de Invest. para el Desarrollo (IRD-Francia) | Ponencia “Future climate changes: what effects on tuna resources and fisheries?” |
| 12:00 – 12:15 | | RECESO |
| 12:15 – 13:15 | CONFERENCIA DE PRENSA Dr. Adrián Fernández Bremauntz, Presidente del INE; Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata, Director en Jefe del INAPESCA | |
| 13:15 – 13:30 | Dr. Luis Bourillon Moreno (COBI) Sector Pesca Artesanal | Testimonio “Cambio climático: una perspectiva de su impacto en el pescador artesanal mexicano” |
| 13:30 – 15:00 | | COMIDA |
| 15:00-15:15 | Ocean. Marco Antonio Ross Guerrero (RG Ambiente y Acuicultura, S.C. Sector Acuicultura | Testimonio “Directrices “prioritarias” para mitigar los efectos del cambio climático en Acuicultura” |
| 15:15 – 15:30 | Lic. Norlang Marcel García Arróliga (CENAPRED) Sector Turístico | Testimonio “Impacto socioeconómico de los desastres en México 2007. ¿Cambio climático o necesidad de adaptación?” |

6.2 Programa del evento



**“FORO-COLOQUIO SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO,
PESQUERÍAS Y ACUACULTURA”**
13 – 14 de octubre de 2008
Cd. de México



13 DE OCTUBRE (CONTINUACIÓN)

| Etapa Interrogativa | |
|----------------------------|--|
| HORA | ACTIVIDAD |
| 15:30 – 15:45 | Explicación del propósito a lograr, forma de trabajo, alcances y expectativas |
| 15:45 – 17:00 | Sesión de preguntas. 1) Relación de problemas 2) Identificación de soluciones existentes 3) Experiencias 4) Intercambio de opiniones |
| 17:00 | Cierre de los trabajos del primer día |

14 DE OCTUBRE

| Etapa Resolutiva | |
|-------------------------|---|
| HORA | ACTIVIDAD |
| 8:30 – 9:30 | Presentación de problemática y jerarquización de la misma |
| 9:30 - 10:00 | Integración de mesas de trabajo |
| 10:00 – 10:15 | RECESO |
| 10:15 – 12:45 | Trabajo de identificación de causas, alternativas de solución, perfil de proyecto |
| 12:45 – 13:45 | Revisión de resultados (Moderador: Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata) |
| 13:45 – 15:15 | COMIDA |
| 15:15 – 16:30 | Plenaria Perfiles de proyectos (objetivos e instituciones) |
| 16:30 – 16:45 | RECESO |
| 16:45 – 17:30 | Firma de minuta de acuerdos e integración de una comisión de seguimiento |
| 17:30 – 18:00 | Clausura del Evento: Dr. Adrián Fernández Bremauntz y Dr. Miguel Ángel Cisneros Mata |

6.3 Resúmenes de las ponencias y los testimonios

EFFECTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS PESQUERÍAS Y LOS MARICULTIVOS DE MÉXICO

Saúl Álvarez Borrego

Departamento de Ecología, CICESE, Km 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B. C., CP 22880, alvarezb@cicese.mx

RESUMEN

El efecto del aumento gradual de temperatura atmosférica, como promedio global anual, no se percibe en los mares adyacentes a México como cambios de la temperatura superficial (SST) o de su dinámica física y biológica. En lugar de un aumento gradual de SST se tienen oscilaciones con períodos principalmente estacional, interanual e interdecadal. Estos cambios son muy intensos en grandes áreas del Pacífico mexicano, pero son débiles o imperceptibles en el Golfo de México y en el Caribe. Por lo anterior, la información de mayor importancia para la toma de decisiones en el manejo de las pesquerías y los maricultivos, tanto la existente como la que se requiera generar a través de proyectos de investigación, se relaciona con un mejor conocimiento de los eventos ENSO y de la Oscilación Decadal del Pacífico, y la interacción entre ambos, hasta desarrollar una capacidad apropiada de predicción. Idealmente esto debe incluir un monitoreo físico y biológico del Pacífico mexicano con cruceros oceanográficos, complementado con el acopio y análisis de imágenes de satélite, y la operación de una red de mareógrafos y termógrafos en muchos puntos de nuestras costas.

PALABRAS CLAVE: El Niño-Oscilación del Sur, Oscilación Decadal del Pacífico norte, Monitoreo

Desde hace un par de décadas se ha estado discutiendo sobre el cambio climático global y su impacto en los ecosistemas terrestres y marinos. Ya es de aceptación general que en el último siglo y medio (a partir de ~1850) la temperatura atmosférica promedio anual y global (TApag) ha estado aumentando (con un incremento total promedio de ~0.6 °C), aunque las gráficas muestran una gran variación con períodos del orden de tres a cuatro años, además de tener períodos grandes en que la tendencia general ha sido hacia la baja (como en 1940-1970) (Schneider, 1989a, b), o en los que ha habido estabilidad (como en 1998-2008), que nadie ha explicado satisfactoriamente todavía. Sin embargo, no existen evidencias de

cambios significativos en la temperatura superficial del mar (SST) ni en su dinámica física (Dr. James O'Brien, Florida State University, comunicación personal) asociados con el cambio de la TApag. Más aún, los cambios de temperatura atmosférica promedio dependen de la latitud, con cambios menores en latitudes bajas como las nuestras y cambios más marcados en latitudes altas (Hansen *et al.*, 1981). El agua tiene capacidad calorífica mucho más elevada que la del aire, por lo que el aumento de la SST teóricamente debe ser menor que la del aire, además de que el transporte turbulento de calor tiende a diluir cualquier aumento de temperatura en la capa de mezcla.

Tomando en consideración que nos debemos enfocar en ayudar a los tomadores de decisiones para un mejor manejo de las pesquerías y maricultivos, para alcanzar idealmente la sostenibilidad o el aumento de la producción, nos debemos concentrar preferentemente en la fenomenología que afecta a nuestros mares en una escala de tiempo de lo estacional a unas pocas décadas. En este sentido es importante considerar que en lugar de un aumento gradual de SST se tienen oscilaciones con períodos principalmente estacional, interanual e interdecadal. Estos cambios son muy intensos en grandes áreas del Pacífico mexicano, pero son débiles o imperceptibles en el Golfo de México y en el Caribe. Por lo anterior, la información de mayor importancia para la toma de decisiones en el manejo de las pesquerías y los maricultivos, tanto la existente como la que se requiera generar a través de proyectos de investigación, se relaciona con un mejor conocimiento de los eventos El Niño-Oscilación del Sur (ENSO) y de la Oscilación Decadal del Pacífico (ODP), y la interacción entre ambas, hasta desarrollar una capacidad apropiada de predicción. Idealmente esto debe incluir un monitoreo físico y biológico del Pacífico mexicano con cruceros oceanográficos, complementado con el acopio y análisis de imágenes de satélite, y la operación de una red de mareógrafos y termógrafos en muchos puntos de nuestras costas.

Existen registros de los eventos ENSO (por lo menos en cuanto a la precipitación pluvial y sus efectos biológicos en la orilla del mar de países como Perú) desde el siglo XVII (Quinn *et al.*, 1987) (ver tabla, donde S significa fuerte y VS significa muy fuerte). Además, se ha leído la secuencia de ellos en los sedimentos marinos depositados en los últimos siglos, y en otros medios (como los anillos de árboles, etc.), se han generado descripciones detalladas de sus impactos en la oceanografía biológica y pesquera desde el evento de 1982-1983, y se han desarrollado modelos para su predicción.

La Oscilación Decadal del Pacífico (ODP) es un patrón de variabilidad climática del Pacífico que cambia de fase en por lo menos una escala de tiempo inter-decadal, generalmente de 20 a 30 años. La ODP se detecta como aguas superficiales tibias o frías en el Pacífico al norte de 20° N. Durante una fase "tibia", o "positiva", el Pacífico occidental se enfría y el Pacífico nororiental se calienta; durante una fase "fría" o "negativa", ocurre el patrón opuesto. El mecanismo por el cual uno de estos patrones perdura varios años aún no se ha identificado. Se ha reconstruido la señal de la ODP desde 1661 al presente mediante la cronología de anillos de árboles del área de Baja California (ver figura). El coeficiente de correlación entre los datos instrumentales (línea quebrada) y los reconstruidos para el período de 1925 a 1991 es 0.64. Las fases calientes y frías de la ODP son similares cualitativamente a los períodos calientes y fríos de los eventos ENSO, pero difieren en su dinámica temporal más lenta y sus efectos más fuertes en latitudes medias. Aunque hay varios patrones de comportamiento, los más significativos parecen ser en los cambios de régimen entre caliente y frío que duran de 20 a 30 años, como los siguientes: en 1750 la ODP manifestó una oscilación inusualmente fuerte; en 1905 después de un cambio fuerte, la ODP cambió a una fase caliente; en 1946 la ODP cambió a una fase fría; en 1977 la ODP cambió a una fase caliente; después de 1998 el índice de la ODP mostró varios años de valores fríos, pero no permaneció en ese patrón; en 2008 se están presentando los estadios tempranos de una fase fría de la ODP en toda la cuenca del Pacífico. En todos los casos de los 1900s, los cambios de régimen de la ODP se relacionaron con cambios similares en el océano tropical.

TABLE 1. (continued)

| El Niño Event | Event Strength | Confidence Rating | Information Sources |
|---------------|----------------|-------------------|---|
| 1844–1845 | S+ | 5 | <i>Spruce</i> [1864], <i>Eguiguren</i> [1894], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Portocarrero</i> [1926], and <i>Taulis</i> [1934] |
| 1864 | S | 5 | <i>Spruce</i> [1864], <i>Eguiguren</i> [1864], and <i>Taulis</i> [1934] |
| 1871 | S+ | 5 | <i>Hutchinson</i> [1873], <i>Eguiguren</i> [1894], <i>Tizon y Bueno</i> [1907], <i>Sievers</i> [1914], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Bachmann</i> [1921], <i>Portocarrero</i> [1926], and <i>Gaudron</i> [1925] |
| 1877–1878 | VS | 5 | <i>Eguiguren</i> [1894], <i>Palma</i> [1894], <i>Melo</i> [1913], <i>Sievers</i> [1914], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Bachmann</i> [1921], <i>Portocarrero</i> [1926], <i>Murphy</i> [1926], <i>Taulis</i> [1934], and <i>Kiladis and Diaz</i> [1986] |
| 1884 | S+ | 5 | <i>Eguiguren</i> [1894], <i>Sievers</i> [1914], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Bachmann</i> [1921], <i>Murphy</i> [1925], and <i>Portocarrero</i> [1926] |
| 1891 | VS | 5 | <i>Carranza</i> [1891], <i>Eguiguren</i> [1894], <i>Fuchs</i> [1907], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Sievers</i> [1914], <i>Bachmann</i> [1921], <i>Zegarra</i> [1926], <i>Murphy</i> [1926], <i>Portocarreo</i> [1926], <i>Nials et al.</i> [1979], and <i>Taulis</i> [1934] |
| 1899–1900 | S | 5 | <i>Labarthe</i> [1914], <i>Bachmann</i> [1921], <i>Murphy</i> [1923], <i>Portocarrero</i> [1926], <i>Hutchinson</i> [1950], <i>Taulis</i> [1934], and <i>El Comercio</i> (February 10, 1899) |
| 1911–1912 | S | 4 | <i>Forbes</i> [1914], <i>Labarthe</i> [1914], <i>Bowman</i> [1916], <i>Lavalle y Garcia</i> [1917], <i>Balen</i> [1925], <i>Portocarrero</i> [1926], <i>Vogt</i> [1940], <i>Hutchinson</i> [1950], and <i>Schweigger</i> [1961] |
| 1917 | S | 5 | <i>Lavalle y Garcia</i> [1917], <i>Murphy</i> [1923], <i>Balen</i> [1925], <i>Portocarrero</i> [1926], <i>Petersen</i> [1935], <i>Hutchinson</i> [1950], and <i>Schweigger</i> [1961] |
| 1925–1926 | VS | 5 | <i>Murphy</i> [1926], <i>Zegarra</i> [1926], <i>Berry</i> [1927], <i>Petersen</i> [1935], <i>Vogt</i> [1940], <i>Mears</i> [1944], <i>Hutchinson</i> [1950], <i>Rudolph</i> [1953], <i>Nials et al.</i> [1979], and <i>Mugica</i> [1983] |
| 1932 | S | 5 | <i>Petersen</i> [1935], <i>Sheppard</i> [1933], <i>Vogt</i> [1940], <i>Mears</i> [1944], <i>Hutchinson</i> [1950], <i>Rudolph</i> [1953], and <i>Mugica</i> [1983] |
| 1940–1941 | S | 5 | <i>Lobell</i> [1942], <i>Mears</i> [1944], <i>Hutchinson</i> [1950], <i>Sears</i> [1954], <i>Schweigger</i> [1961], <i>Wooster</i> [1960], <i>Mugica</i> [1983], and <i>Quinn and Zopf</i> [1984] |
| 1957–1958 | S | 5 | <i>Wooster</i> [1960], <i>Schweigger</i> [1961], <i>Bjerknes</i> [1966], <i>Idyll</i> [1973], <i>Miller and Laurs</i> [1975], <i>Caviedes</i> [1975], and <i>Mugica</i> [1983] |
| 1972–1973 | S | 5 | <i>Idyll</i> [1973], <i>Wooster and Guillen</i> [1974], <i>Miller and Laurs</i> [1975], <i>Ramage</i> [1975], <i>Caviedes</i> [1975], <i>Nials et al.</i> [1979], and <i>Mugica</i> [1983] |
| 1982–1983 | VS | 5 | <i>Mugica</i> [1983], <i>Rasmusson and Hall</i> [1983], <i>Rasmusson and Wallace</i> [1983], <i>Quiroz</i> [1983], <i>Smith</i> [1983], <i>Canby</i> [1984], <i>Woodman</i> [1984], <i>Quinn and Neal</i> [1984], and <i>Caviedes</i> [1984] |

S, strong; VS, very strong. See text for more information on confidence rating.

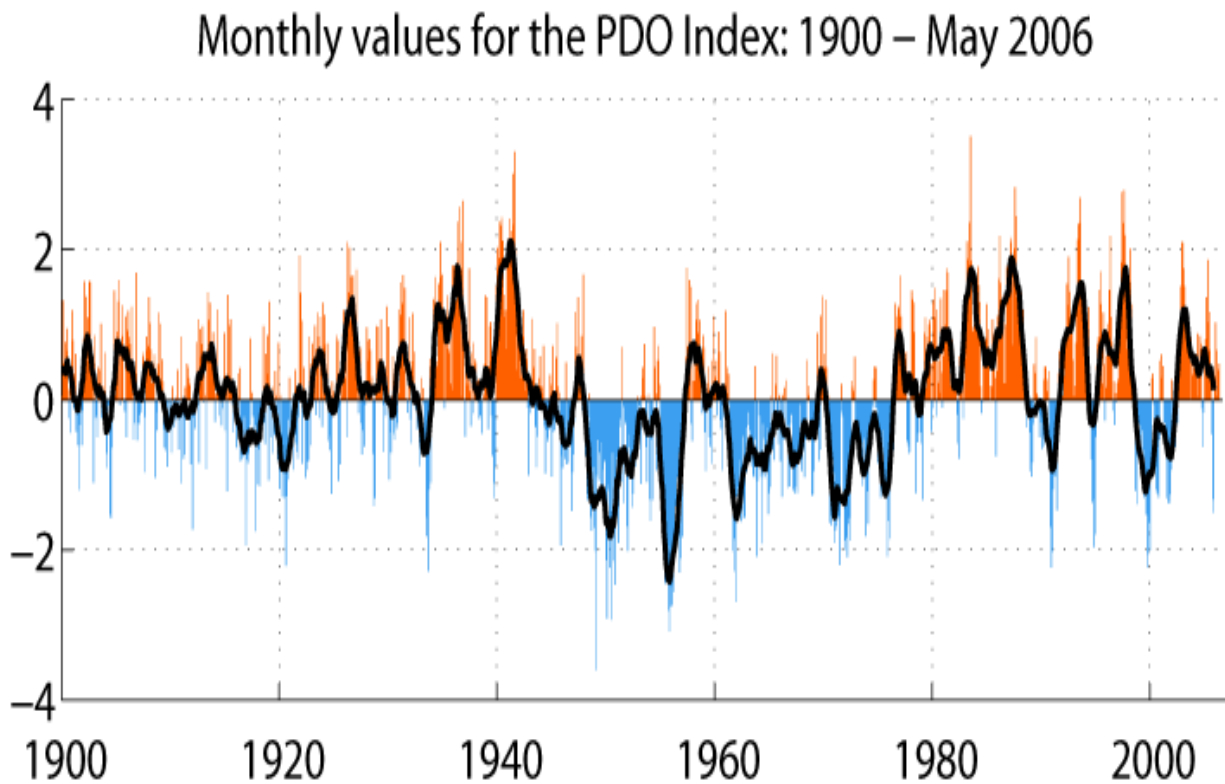
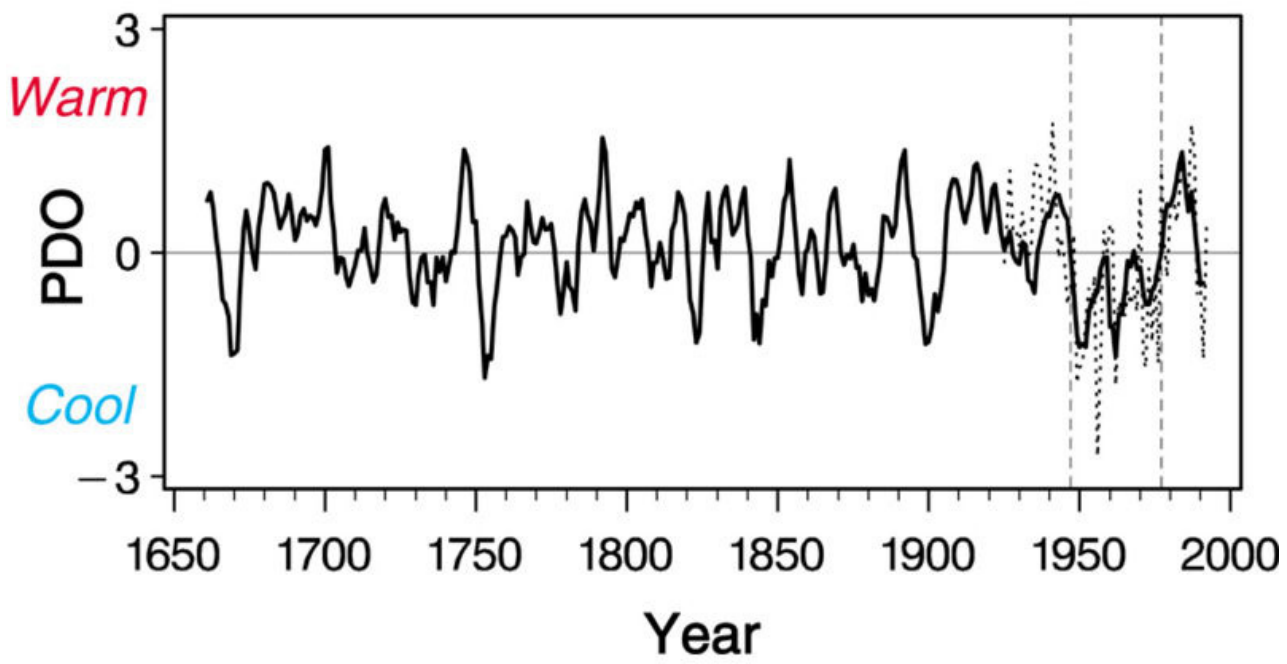


Figure source: Climate Impacts Group

Parece haber una interacción entre las ODP y los eventos ENSO. Cuando se presentan las fases calientes de la ODP, los eventos ENSO tienen efectos fuertes en latitudes altas del Pacífico nororiental, como ocurrió en 1982-1983. Mientras que en las fases frías de la ODP los eventos ENSO tienen poco efecto en el Golfo de California y en el Pacífico frente a la península de Baja California, como en El Niño de 1972-1973.

CONCLUSIONES

El esfuerzo de la investigación sobre cambio climático para apoyar la toma de decisiones en el manejo de la acuicultura y las pesquerías de México debe enfocarse en describir detalladamente el efecto de las oscilaciones causadas en el Pacífico por eventos ENSO y la Oscilación Decadal del Pacífico. Idealmente se debe desarrollar la capacidad de predicción de estos efectos.

REFERENCIAS

- Gershunov, A., T. P. Barnett, and D. R. Cayan (1999), North pacific interdecadal oscillation seen as factor in enso-related north american climate anomalies, *Eos Trans. AGU*, 80(3), 25.
- Hare, S. R. and Nathan J. Mantua, 2001. *An historical narrative on the Pacific Decadal Oscillation, interdecadal climate variability and ecosystem impacts*, Report of a talk presented at the 20th NE Pacific Pink and Chum workshop, Seattle, WA,
- Hare, Steven R.; Mantua, Nathan J. (2000). "Empirical evidence for North Pacific regime shifts in 1977 and 1989". *Progress In Oceanography* **47** (2–4): 103–145. [doi:10.1016/S0079-6611\(00\)00033-1](https://doi.org/10.1016/S0079-6611(00)00033-1)
- Quinn, W.H., V.T. Neal, and S.E. Antunez de Mayolo. 1987. El Niño occurrences over the past four and a half centuries. *Journal of Geophysical Research* (Special issue on El Niño), Vol. 92(C13): 14449-14462.
- Schneider, S.H. 1989^a. The greenhouse effect: Science and Policy. *Science* 243: 771-781.
- Schneider, S.H. 1989b. The changing climate. *Scientific American* 261(3): 38-47.

EFFECTOS DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA EN LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS DEL OCÉANO

Gilberto Gaxiola Castro

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. División de Oceanología. Kilómetro 107 carretera Tijuana-Ensenada. Ensenada, Baja California, México.

Correo electrónico: ggaxiola@cicese.mx

RESUMEN

Los procesos biogeoquímicos que modifican las características de las aguas costeras de los océanos han recibido una importancia reciente, con el fin de entender la variabilidad y su efecto en los ecosistemas de las pesquerías y en la complejidad ecológica. Los cambios de gran escala espacial en la producción primaria y en el contenido del oxígeno disuelto están caracterizados para las aguas del Pacífico mexicano, pero todavía es incierto el efecto que la variabilidad de la dinámica y el forzamiento climático tendrán sobre los ciclos biogeoquímicos y consecutivamente sobre la vida marina. Existe por lo tanto, una gran incertidumbre con respecto a la respuesta de los sistemas costeros al forzamiento climático. Es necesario mostrar una particular atención al incremento de los sistemas de hipoxia en las aguas costeras mexicanas, así como en el incremento de la acidez (disminución del pH del agua de mar) de nuestros mares y sus relaciones con el forzamiento físico de escalas diversas.

PALABRAS CLAVE. Producción primaria, hipoxia, forzamiento climático.

RIESGO E INCERTIDUMBRE EN PESQUERÍAS BAJO CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO

Juan Carlos Seijo

Universidad Marista de Mérida

jseijo@marista.edu.mx

RESUMEN

Evidencias reportadas por FAO (2008) indican que el cambio climático está modificando la distribución de especies marinas y de agua dulce. Las especies están siendo desplazadas hacia los polos y están experimentando cambios en el tamaño y productividad de sus hábitats. Asimismo, la productividad de los ecosistemas se espera se reduzca en la mayoría de los océanos tropicales y sub-tropicales y se incremente en latitudes altas. Las temperaturas más altas en ecosistemas marinos y de agua dulce afectarán los procesos fisiológicos de las especies resultando en efectos positivos y negativos para las pesquerías.

El estudio también reporta que el cambio climático está afectando ya la estacionalidad de procesos biológicos alterando las cadenas tróficas con consecuencias impredecibles para la producción pesquera. Se han identificado riesgos recientes de invasión de especies y la diseminación de enfermedades transmitidas por vectores. Con referencia a fenómenos naturales que afectan a las pesquerías costeras en las regiones tropicales y sub-tropicales, el diferencial en el calentamiento de los continentes y los océanos y entre regiones polares y tropicales, afectará la intensidad, frecuencia y estacionalidad de los patrones climáticos (ej. El Niño) y eventos extremos (ej. inundaciones, sequías, tormentas y huracanes) afectando la estabilidad de recursos marinos y de agua dulce afectados por éstos.

Asimismo, se presenta la hipótesis de que el incremento en el nivel del mar, los deshielos glaciares, la acidificación de los océanos y los cambios en la precipitación, aguas subterráneas y flujos de los ríos afectarán significativamente arrecifes de coral, humedales, ríos, lagunas y esteros, zonas estas donde ejercen su esfuerzo de pesca los pescadores artesanales de países como México.

Se han también identificado los posibles impactos del cambio climático en pesquerías (Sharp, 2003, FAO, 2008) en términos de: (i) Cambios en la abundancia de las especies, que incluye efectos en los patrones de reproducción, reclutamiento y crecimiento individual y efectos en la productividad de los ecosistemas marinos que sustentan las pesquerías y (ii) Cambios en la disponibilidad de las especies, que incluye efectos en la distribución espacial de los recursos y efectos en la distribución espacial de la intensidad de pesca.

Cambio climático y el incremento de la incertidumbre en pesquerías artesanales.

El cambio climático incrementará la incertidumbre de la producción pesquera imponiendo nuevos retos a la evaluación de los riesgos usualmente estimados a partir del conocimiento de las probabilidades de ocurrencia de eventos pasados.

Los escasos datos históricos sobre posibles efectos del cambio climático sobre las pesquerías no serán adecuados para guiar las expectativas futuras. Las incertidumbres adicionales a las reportadas por Hilborn y Peterman (1996) que enfrentarán los responsables del manejo de pesquerías incluyen las respuestas y adaptaciones de las pesquerías a los cambios graduales del clima, las interacciones sinérgicas entre el cambio climático y otros estresores tales como uso costero del agua, eutroficación, sobrepesca y contaminación generada por prácticas agrícolas y pecuarias inadecuadas y la habilidad y resiliencia de los sistemas de producción pesquera artesanal y las comunidades humanas costeras para sobreponerse a estresores múltiples.

Para ayudar a la toma de decisiones sobre manejo de pesquerías en un contexto de cambio climático se atendió la pregunta ¿Cómo incorporar en el análisis de pesquerías el **riesgo e incertidumbre** inherentes al cambio climático?

Se exploraron y sugirieron dos enfoques complementarios: (i) A través de estimar las probabilidades de exceder puntos de referencia límite (PRL) en variables biológicas y económicas de desempeño y (ii) A través de *tablas de decisión construidas con y sin* probabilidades matemáticas. Para el primer enfoque se sugiere realizar los siguientes pasos: (a) Especificar puntos de referencia límite en variables bio-ecológicas y económicas de interés, (b) Identificar parámetros críticos e inciertos de la pesquería susceptibles al cambio climático, (c) Generar variables aleatorias para representar los parámetros inciertos con la

función de densidad probabilística adecuada y la correspondiente varianza y (d) Utilizar análisis de Monte Carlo para estimar la probabilidad de exceder puntos de referencia límite con estrategias alternativas de manejo para mitigar los efectos del cambio climático. Para el segundo enfoque, se presentaron principios de teoría de decisión con y sin probabilidades matemáticas que consideran diferentes criterios de decisión que reflejan grados progresivos de aversión al riesgo originado por el cambio climático.

POTENTIAL ECONOMIC EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON THE FISHERIES OF MEXICO

Vicky W.Y. Lam¹, William W.L. Cheung² and Rashid Sumaila¹

¹Fisheries Economics Research Unit, Fisheries Centre, the University of British Columbia, 2202 Main Mall, Vancouver, British Columbia, Canada. V6T 1Z4

²School of Environmental Sciences, University of East Anglia, Norwich, NR4 7TJ, United Kingdom

*Corresponding author: email: v.lam@fisheries.ubc.ca; Tel: 1-604-822-2731; Fax: 1-604-822-8934

ABSTRACT

Climate change is an important factor affecting biomass distribution of marine fish and invertebrates and hence increases the uncertainty on both fisheries catch and economics of fisheries. The fisheries sector is important in Mexico, especially, in terms of the local economies in fishing communities. Here, we developed a model that was used to predict changes in the potential catches of major commercially exploited marine fish and invertebrate species in the Exclusive Economic Zone (EEZ) of Mexico. Our model predicts a decline in catches under two climate change scenarios. In economic term, the annual landed values of these species are also predicted to decrease with climate change. The model also showed that there are spatial differences in impacts of climate change, with some areas gaining while other areas suffer large economic losses. This is the first attempt at assessing the potential economic impact of climate change on the fisheries in Mexican EEZ and we hope that the results reported in this contribution will be useful by (i) catalyzing more research in this area and (ii) providing useful information to policy-makers.

INTRODUCTION

Although the fisheries sector is reported to have contributed only 0.8 % to Mexican gross domestic product (GDP) between 1995 and 2000 (Gillett 2008, FAO 2009), this sector is important to the local economies of some of the coastal areas and communities where fisheries are important. In 2000, the total catches from Mexican Exclusive Economic Zone (EEZ) were estimated to be 520,000 tons by a spatial database of global fisheries catch (Watson *et al.* 2004), which constituted about 2% of global landed values in 2003. This sector is estimated to provide fisheries related jobs for more than a million people in Mexico in 2001 (FAO 2009). The shrimp fishery is the most important fishery in the Mexican EEZ, followed by blue crab and South American pilchard. However, there is a declining trend in fisheries catch in Mexico because of overexploitation, ineffective management and overcapitalization (Thorpe *et al.* 2000, FAO 2009). The stress and uncertainty of the threats on Mexican fisheries will be further exacerbated by the change in climate, which leads to the change in distribution and productivity of marine species (Brander 2007, Cheung *et al.* 2009).

Studies have shown that change in ocean temperatures and primary productivity cause the poleward shift of distribution boundaries of commercially important marine fishes and invertebrates (Perry *et al.* 2005, Cheung *et al.* 2009). As such fisheries catch may increase in some high-latitudinal regions but the catch in some low-latitudinal regions such as Mexico may decline because of change in ocean temperature and other oceanographic processes including the reduction in vertical mixing of water columns (Brander 2007, Cheung *et al.* 2009). The change in fisheries catch as a result of distribution range shift could have significant impacts on fishing communities, people depending on fish for food and income, and thus economy of a country as a whole (Aaheim and Syna 2000, Arnason 2007, Allison *et al.* 2009).

In this paper, we modeled the potential climate change impacts on fish biomass distribution in Mexican EEZ. Then, we predict how the changes in fish distribution affect the potential catches in the EEZ. Finally, we investigated how these changes may affect gross revenues or landings from Mexico's fisheries given different climate change scenarios.

METHODOLOGY

Distribution prediction under climate change

We developed a dynamic bioclimate envelope model to project the range-shifting of marine fishes and invertebrates (Cheung *et al.*, 2009). Basically, a bioclimate envelope is a combination of biological and physical conditions that are suitable for the occurrence of a species. This model is based on current distributions of commercially exploited marine fishes and invertebrates captured in Mexico's EEZ. We included 63 fish species, 7 invertebrate species and *Penaeus* shrimps in this project. The current distributions of these species are predicted using the method developed by the *Sea Around Us* Project at UBC Fisheries Centre (Watson *et al.* 2004, Close *et al.* 2006, Lam *et al.*, 2008). Based on the current distribution of relative abundance, the model can infer the probability of occurrence in different water temperature (preference profile). Together with other environmental variables such as depth limits, coastal upwelling, salinity, distance from sea-ice and associated habitats (coral reef, estuaries and seamounts), the model predicts the bioclimate envelope of a species.

To predict the future change in distribution, we used two climate scenarios generated by the Geophysical Fluid Dynamics Laboratory of the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (GFDL's CM 2.1) (Delworth *et al.* 2006). The two scenarios included in our model are the 720 ppm stabilization experiment (Special Report on Emissions Scenarios, or SRES, A1B) and the committed climate change experiment (commit), representing high- (severe scenario) and low- (mild scenario) range climate change, respectively. The severe (A1B) scenario defines the world with a very rapid economic growth, low population growth, rapid introduction of new, more efficient technologies and moderate use of resources with a balanced use of technologies. In the mild (commit) scenario, climate forcing agents are assumed to stabilize at the end of 20th Century levels.

Changes in physical environmental variables such as sea temperature, sea ice coverage, advection and salinity under different climate change scenarios are obtained from GFDL's CM 2.1. Then, given changes in these bioclimate attributes, our model predicted the resulting changes in species distribution. To get a more realistic prediction of future distributions, we also employed the logistic population growth model to simulated change in relative abundance (Cheung *et al.* 2008a). With this growth model, intrinsic population growth, larval dispersal and adult migration can be taken into account when modeling the temporal and spatial dynamics of a population.

Predicting catch from macroecology

Catch potential can be predicted from macroecology theory, which deals with large spatial and temporal scale relationships between ecology and biogeography (Cheung *et al.* 2008b). Maximum catch potential of a species is proportional to its trophic level, mean primary productivity within the species' range of exploitation and the distributional range of the species. Projection of primary production, which is based on various published empirical models, is provided to us by the Princeton University (Sarimento *et al.* 2004). Range area of the species is projected from the dynamic bioclimate envelope model described above. The empirical model for predicting maximum catch potential is:

$$\log_{10} MSY' = -2.881 + 0.826 \times \log_{10} P' - 0.505 \times \log_{10} (A) - 0.152 \times \lambda + 1.887 \times \log_{10} CT + 0.112 \times \log_{10} HTC' + \varepsilon \quad (1)$$

where MSY' represents the maximum sustainable yield, P is the annual primary production from a given exploited range, A is the geographic range, λ is the trophic level, CT is the number of years of records and HTC' represents the catch from higher taxonomic groups.

Current and predicted future landed values

The current landed values in 2000 dollars catches extracted from Mexico's EEZ were calculated using the ex-vessel price data reported in Sumaila *et al.* (2007) and available on the web at www.seaaroundus.org and catch data from the global fisheries catch spatial database reported in Watson *et al.* (2004), also available at www.seaaroundus.org. Catches of 70 marine fish and invertebrate species and *Penaeus* shrimps caught in Mexican EEZ in 2050 under the severe and mild climate change scenarios were modeled using the bioclimate dynamic model and the empirical model described in the last sections. In this study, we assumed that the real ex-vessel price of the different fish caught remain constant throughout the modeling period. With the predicted catch and the ex-vessel price, we computed the annual landed values (in 2000 real values) of each species extracted from Mexico's EEZ under different climate change scenarios in 2050.

RESULTS

From 1991 to 2000, South American pilchard (*Sardinops sagax*) and Penaeus shrimps contributed 43% and 15%, respectively to the total annual landings in Mexico from Mexican EEZ and hence they are the two most important commercially exploited marine species and group in this country (Figure 1). From the model, ten of the top 12 highest fished species in Mexico showed decline in catch in 2050 under the severe climate change scenario (Figure 2a). South America pilchard (*Sardinops sagax*) and club mackerel (*Scomber japonicus*) have the greatest drop in landings and their catch decreased by 35% and 20%, respectively. The two exceptional species are Californian anchovy (*Engraulis mordax*) and Pacific sierra (*Scomberomorus sierra*), which showed an increase in catch in 2050 under this scenario. We obtained similar patterns for the catch of all these species under the mild climate change scenario but the predicted catch of blue crab (*Callinectes sapidus*) increased under this scenario (Figure 2b).

In recent decades, Penaeus shrimps has been the most important commercially exploited group in term of annual landed values in Mexican EEZ and they contributed almost 60% to the total annual landed values (in 2000 real values) in Mexico (Figure 3). In 2050, South American pilchard (*Sardinops sagax*), which is the species with the third highest landed value in Mexico currently, had the greatest drop in real annual landed values, with a decrease of 35% and 20% under the severe and mild climate change scenarios, respectively (Figure 4). Annual landed values of Blue crab (*Callinectes sapidus*), which is the second most important exploited species in Mexico in economic term, dropped by 1.5% under severe climate change scenario but increased by 1.8% under mild climate change scenario. When comparing the results of the two scenarios, the degree of changes in both catches and landed values of all the species in Mexican EEZ was more apparent under the severe climate change scenario.

We also analyzed the potential spatial change of both catch and landed values in Mexican EEZ under different climate change scenarios. Our model showed that the catch in most of the areas in Mexican EEZ declined will likely decline in 2050 under both scenarios (Figure 5). The annual landed values of the inshore areas decreased under the severe climate change scenario, while they increased in some of the inshore areas under mild climate change scenario (Figure 6). The landed values generated from the offshore areas within the Mexican EEZ were predicted to remain unchanged under the mild climate change scenario.

CONCLUDING REMARKS

This study provides a first attempt demonstration of the impacts of climate change on marine species biomass distribution, and how the changes in the distribution affect fish catch in Mexican EEZ. Finally, we also analyzed the economic effects of the anticipated change due to climate change. We hope the results reported in this study will help policy-makers in deciding climate-change policies for avoiding, adapting or mitigating the impact of climate change on the fisheries of Mexico. We see this contribution is a first attempt that would catalyze more research in this important area.

REFERENCES

- Aaheim A. and Sygna L. 2000. Economic impacts of climate change on Tuna fisheries in Fiji Islands and Kiribati. *CICERO Report* 2000: 4.
- Allison, E. H., Perry, A. L., Badjeck, M-C., Adger, W. N., Brown, K., Conway, D., Halls, A. S., Pilling, G. M., Reynolds, J. D., Andrew, N. L. and Dulvy, N. K. 2009. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish and Fisheries*, <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/121681399/PDFSTART>. Accessed on April 29, 2009.
- Arnason, R. 2007a. Climate change and fisheries: assessing the economic impact in Iceland and Greenland. *Natural resource modeling*, 20(2): 163 – 197.
- Brander, K. M. 2007. Global fish catch and climate change. *PNAS*, 104(50): 19709 – 19714.
- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y. and Pauly, D., 2008a. Modelling Present and Climate-Shifted Distribution of Marine Fishes and Invertebrates. Fisheries Centre Research Report 16(3), University of British Columbia, Vancouver.
- Cheung, W.W.L., Close, C., Lam, V., Watson, R. and Pauly, D., 2008b. Application of macroecological theory to predict effects on climate change on global fisheries potential. *Marine Ecology Progress Series*, 365: 187–197.
- Cheung, W. W. L., Lam, V. W. Y., Sarmiento, J. L., Kearney, K., Watson, R. and Pauly, D., 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and fisheries*, DOI: 10.1111/j.1467-2979.2008.00315.x.
- Close, C., Cheung, W. W. L., Hodgson, S., Lam, V., Watson, R. and Pauly, D., 2006. Distribution ranges of commercial fishes and invertebrates. In: Palomares, M. L. D.,

- Stergiou, K. I., Pauly, D. (eds.). Fishes in Databases and Ecosystems. Fisheries Centre Research Reports 14 (4). Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver, p 27-37.
- Delworth, T.L., Rosati, A., Stouffer, R.J. *et al.* (2006) GFDL's CM2 global coupled climate models. part I: formulation and simulation characteristics. *Journal of Climate*, 19: 643–674.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2009. Fishery and aquaculture country profile: Mexico. http://www.fao.org/fishery/countrysector/Fl-CP_MX/1/en Assessed on 2nd May 2009.
- Gillett, R., 2008. Global study of shrimp fisheries. FAO fisheries technical paper 475. Rome, FAO.
- Lam, V.W.Y., Cheung, W.W.L., Close, C., Hodgson, S., Watson, R. and Pauly, D., 2008. Modelling seasonal distribution of pelagic marine fishes and squids, p. 51-62. In: Cheung, W.W.L, Lam, V.W.Y., Pauly, D. (eds.) *Modelling Present and Climate-shifted Distribution of Marine Fishes and Invertebrates*. Fisheries Centre Research Report 16(3). Fisheries Centre, University of British Columbia [ISSN 1198-6727].
- Sumaila, U. R., Marsden, A. D., Watson, R., 2007. A global ex-vessel fish price database: construction and applications. *Journal of bioeconomics*, 9: 39 – 51.
- Sarmiento, JL, *et al.* (2004), Response of ocean ecosystems to climate warming, *Global Biogeochem. Cycles*, 18, GB3003, doi:10.1029/2003GB002134.
- Thorpe, A., Ibarra, A. A., Reid, C., 2000. The new economic model and marine fisheries development in Latin America. *World development*, 28(9): 1689 – 1702.
- Watson, R., Kitchingman, A., Gelchu, A. and Pauly, D., 2004. Mapping global fisheries: sharpening our focus. *Fish Fisheries*, 5: 168–177.

FIGURES

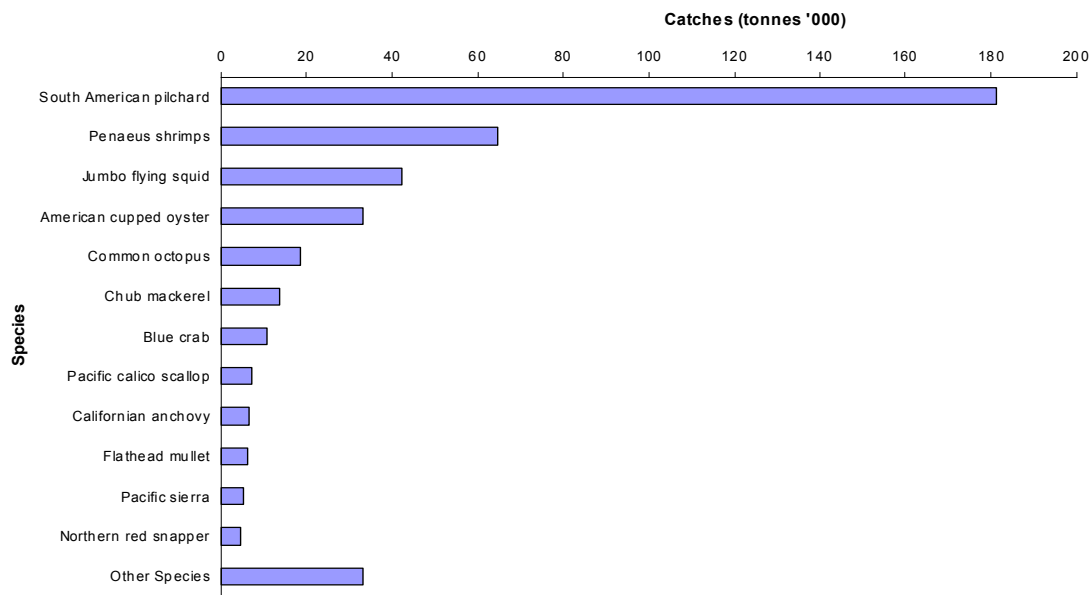
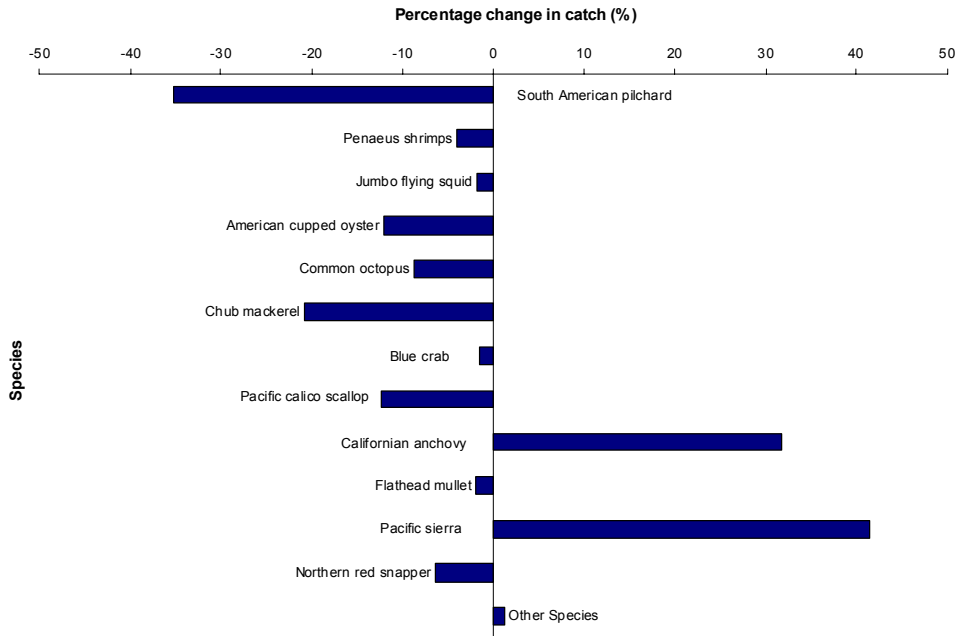


Figure 1. Annual average catch (tons) for last decade (1991 – 2000) in Mexican EEZ.

a



b

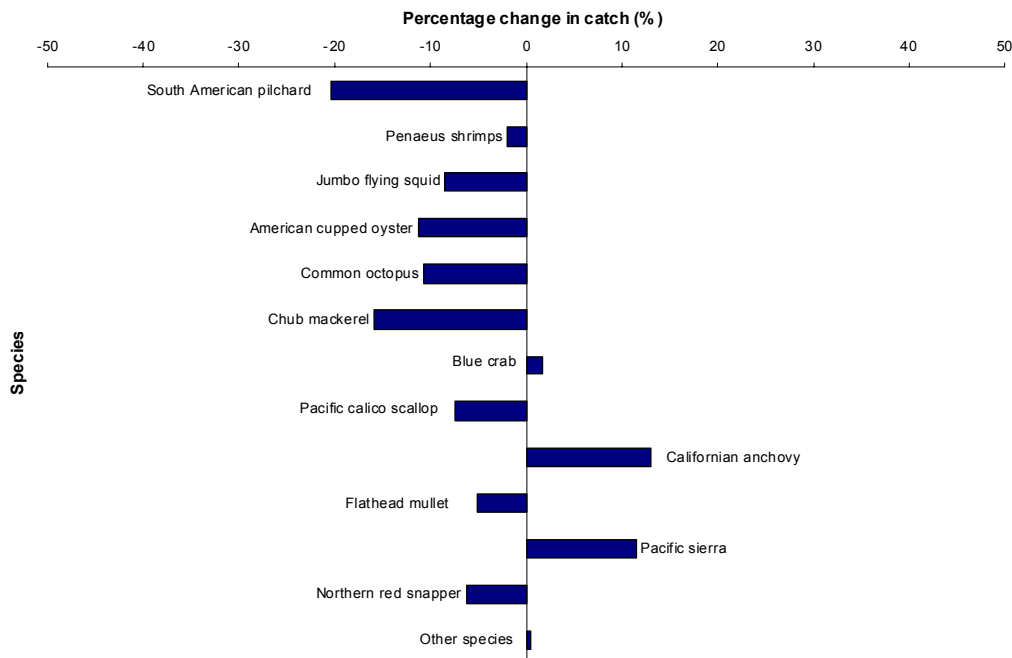


Figure 2a. Predicted percentage change in catch (%) in 2050 in Mexican EEZ under **SEVERE** climate change scenario. Figure 2b. Predicted percentage change in catch (%) in 2050 in Mexican EEZ under **MILD** climate change scenario.

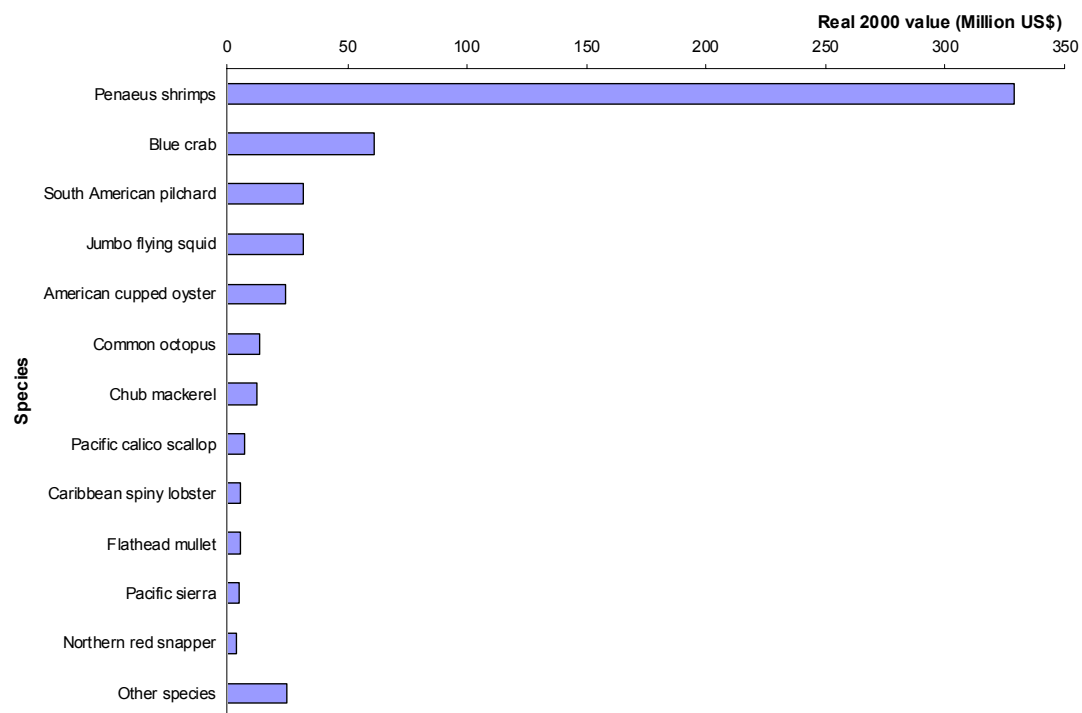
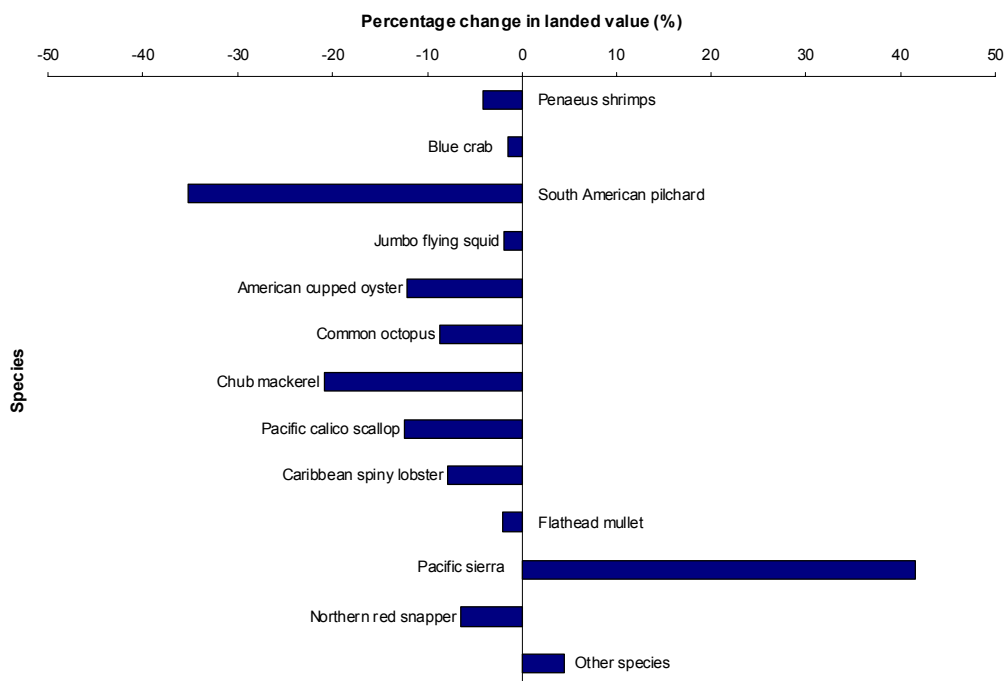


Figure 3. Average annual landed values (real 2000 value) (US\$) for last decade (1991 – 2000) in Mexican EEZ.

a



b

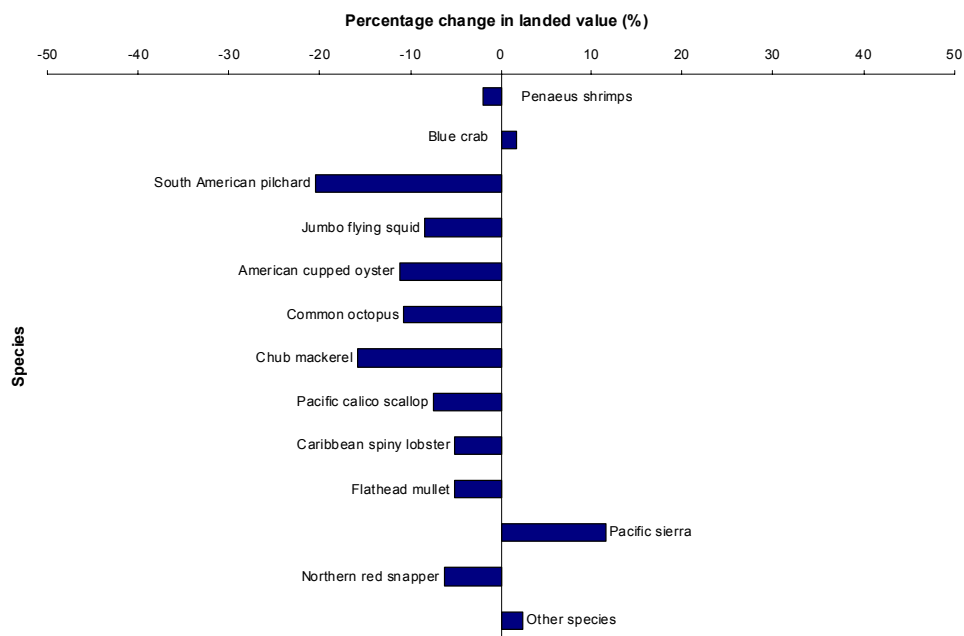
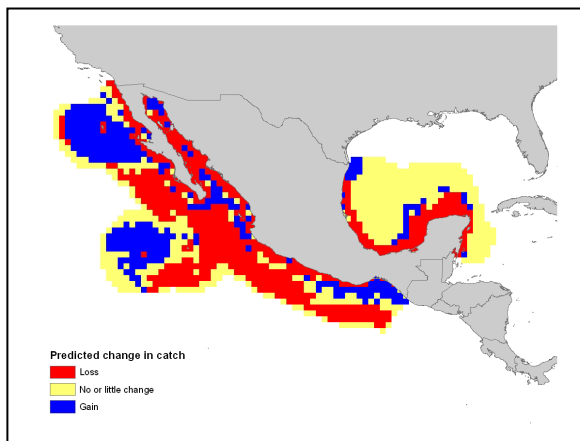


Figure 4a. Predicted percentage change in average annual landed values (real 2000 value) (%) in 2050 in Mexican EEZ under a **SEVERE** climate change scenario. Figure 4b. Predicted percentage change in average landed values (real 2000 value) (%) in 2050 in Mexican EEZ under a **MILD** climate change scenario.

a. SEVERE climate change scenario



b, MILD climate change scenario

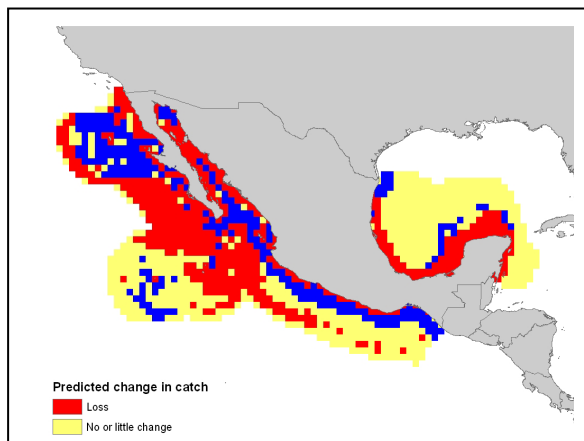
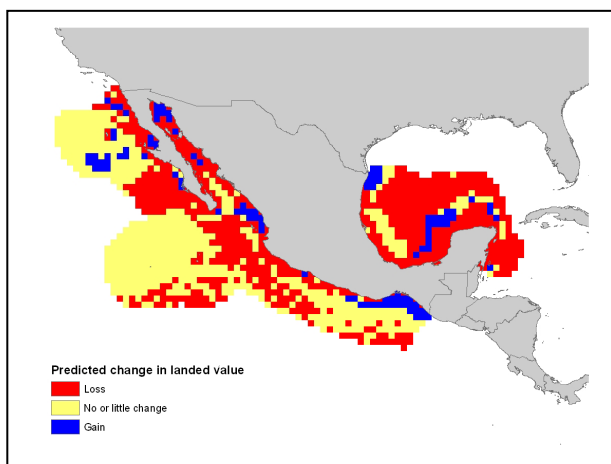


Figure 5. Predicted change in fish catch in Mexican EEZ.

a. SEVERE climate change scenario



b, MILD climate change scenario

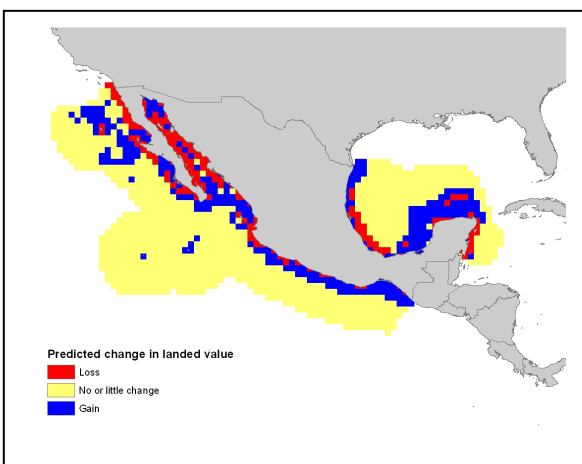


Figure 6. Predicted change in fish landed value in Mexican EEZ.

ECOEficiENCIA EN EL USO DEL NITRÓGENO Y FÓSFORO EN LA ACTIVIDAD ACUÍCOLA

Francisco Javier Magallón Barajas

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

Mar Bermejo No. 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Apdo. Postal 128; La Paz, BCS
23090, México.

RESUMEN

El consumo de energéticos y de alimentos, son las dos fuerzas motrices que impactan en la dinámica del nitrógeno y el fósforo y la velocidad a la que fluyen a través de los ecosistemas. A escala global, generarán un mayor flujo de nitrógeno al sistema costero, si no ocurren cambios en: los patrones de consumo; la ecoeficiencia de uso del nitrógeno y; el tratamiento o reciclamiento de aguas residuales que provienen de las actividades agrícola, agropecuaria, acuícola y urbana. Las proyecciones para el 2020 indican un mayor flujo de nitrógeno originado por incrementos en: la población mundial, el consumo *per cápita*; el consumo global; la producción mundial de productos cárnicos de origen agropecuario y; la producción agrícola de cereales. La expansión de la industria acuícola contribuirá al flujo global del nitrógeno tanto por su tasa de crecimiento, como por los bajos niveles de ecoeficiencia en los que esta industria opera. El incremento en el flujo del nitrógeno y del fósforo causado por las actividades humanas representa riesgos para la eutrofización cultural de los ecosistemas acuáticos. Los síntomas primarios de ese nivel son: la disminución de la luz disponible en las aguas sub-superficiales; elevadas concentraciones de clorofila; cambios estructurales en la dominancia de las especies (de diatomáceas a fitoflagelados y/o de bénticos a pelágicos); incremento de la descomposición de materia orgánica, hipoxia y anoxia. Las mejoras en la ecoeficiencia de la actividad acuícola pueden disminuir; las presiones sobre recursos pesqueros; las presiones de eutrofización de los sistemas de cultivo; el uso de bienes y servicios ambientales de los ecosistemas; el uso de energía; y la demanda de procesamiento de residuales.

PALABRAS CLAVE

Capacidad ambiental, Capacidad de Carga, Ecoeficiencia

A escala global las actividades agrícola, agropecuaria, urbana y recientemente la acuícola, han venido aumentando el flujo de nitrógeno hacia los ecosistemas de la hidrosfera, procedente de; la reducción catalítica del nitrógeno para la producción de fertilizantes que contienen amonio, la fijación agrícola de nitrógeno atmosférico, la oxidación de nitrógeno por la quema de combustibles fósiles y de biomasa vegetal, la movilización de compuestos de nitrógeno desde los depósitos geológicos y, la liberación de compuestos de nitrógeno almacenados en la biomasa de los ecosistemas (Smil 1997, Vitousek *et al.* 1997, Galloway 1998). Se ha estimado que las descargas de nutrientes sobre el sistema costero, en 165 sitios reportados a escala global, se incrementaron tres veces para los 1990s, con respecto a las estimadas por Meybeck en los años 70s (Smith *et al.* 2003). El consumo de energéticos y de alimentos, son las dos fuerzas motrices que impactan en la dinámica del nitrógeno y la velocidad a la que fluye a través de los ecosistemas. Se ha estimado que la fijación antropogénica de formas reactivas de nitrógeno, se incrementó en la segunda mitad del siglo pasado de 20 a 150 teragramos por año (10^{12} g.año⁻¹ o Tg.año⁻¹) y, se espera que se aproxime a 190 Tg.año⁻¹ hacia el 2020 (Mosier y Kroeze 2000). El consumo de alimentos a escala global, generará un mayor flujo de nitrógeno al sistema costero, si no ocurren cambios en: los patrones de consumo; la ecoeficiencia de uso del nitrógeno y; el tratamiento o reciclamiento de aguas residuales que provienen de las actividades agrícola, agropecuaria, acuícola y urbana. Las proyecciones para el 2020 indican un mayor flujo de nitrógeno originado por incrementos en: la población mundial (Anónimo 2004), el consumo *per cápita*; el consumo global; la producción mundial de productos cárnicos de origen agropecuario y; la producción agrícola de cereales (Delgado *et al.* 1998, Rosegrant *et al.* 2001 a, 2001 b), lo cual generará a su vez una mayor demanda y producción de fertilizantes con contenido de nitrógeno (FAO 2001). Las proyecciones indican que el consumo total de productos pesqueros y acuícolas crecerá del 2000 al 2020 desde 93 hasta 130 x10⁶ toneladas métricas (t.), de las cuales, 53 x10⁶ t. serán producidas por acuicultura (Delgado *et al.* 2002). La expansión de la industria acuícola contribuirá al flujo global del nitrógeno tanto por su tasa de crecimiento, como por los bajos niveles de ecoeficiencia en los que esta industria opera (Magallón, 2006).

El incremento en el flujo del nitrógeno y del fósforo causado por las actividades humanas representa riesgos para la eutrofización cultural de los ecosistemas acuáticos. En los

procesos de eutrofización, se ha demostrado que en los ecosistemas acuáticos continentales, a diferencia de los costeros, presentan una respuesta lineal entre las aportaciones de fósforo y la productividad primaria, que explica más del 75% de la variación de los niveles de clorofila-a (Cloern 2001), mientras que en 51 estuarios, la descarga de nutrientes explica únicamente el 36% de la varianza y, los niveles de clorofila-a por unidad de nitrógeno descargado son 10 veces menores en sistemas estuarinos, que en cuerpos de agua dulce con modelos comparables (Borum 1996, Meewing 1999)¹. La respuesta de la productividad primaria a las aportaciones de nutrientes en los ecosistemas costeros, se encuentra mediada por la existencia de atributos del ecosistema denominados “filtros”, los cuales modulan su respuesta. Estos constituyen atributos específicos de cada ecosistema y en dependencia de ellos, algunos son más sensibles que otros, para responder a la descarga de nutrientes (Cloern 2001). Los “filtros” modulan la capacidad de un cuerpo costero para diluir los nutrientes y los florecimientos planctónicos hacia la zona oceánica, así como su capacidad para transferir la biomasa planctónica al sedimento, también modulan la dependencia de la productividad primaria con respecto al nitrógeno disponible, a diferencia de los ecosistemas de agua dulce controlados por los niveles de fósforo (Cloern 2001). Estos “filtros” tienen relación con los procesos de recambio que son controlados por mareas, vientos, batimetría, morfología, flujo de ríos, lluvias, evaporación y gradientes salinos. En relación a ello, modulan la capacidad ambiental de los ecosistemas para asimilar las descargas de nutrientes. La evaluación de capacidad ambiental en ecosistemas costeros con granjas de peces, ha demostrado que es una capacidad inherente a cada ecosistema, ya que sus características, dinámica propia e interacción con los ecosistemas adyacentes, determinan su capacidad para asimilar nutrientes y materia orgánica. Entre otros factores que la determinan se encuentran; la superficie y volumen del cuerpo de agua, la tasa de recambio con los ecosistemas adyacentes, la estratificación vertical y el clima de la zona (GESAMP 2001). Cuando las descargas de nutrientes son superiores a la capacidad ambiental para asimilarlas, entonces se desencadena una serie de efectos secundarios dentro del ecosistema que incluyen incrementos en; acumulación de nutrientes, biomasa algal, niveles de clorofila, productividad primaria y secundaria (Livingston 2001). En dependencia de las proporciones de nitrógeno y fósforo con otros elementos, así como la salinidad de los ecosistemas, en estos puede cambiar: la diversidad y estructura de la comunidad planctónica por exclusión competitiva, debida a demandas por nutrientes

¹ (Cit. Cloern 2001)

esenciales como el hierro, de especies de diatomeas a especies de fitoflagelados en dependencia de limitaciones en sílice; y de ecosistemas controlados por el fósforo, a ecosistemas más eutróficos controlados por el nitrógeno (Livingston 2001).

Si bien la eutrofización es un proceso natural producto de la asimilación de nutrientes por las comunidades planctónicas, que genera el carbón orgánico que fundamenta las tramas alimenticias; el exceso prolongado de nutrientes de origen antropogénico puede estimular la productividad primaria, hasta un nivel en el que se altera el equilibrio entre la respiración y la fotosíntesis, nivel conocido como hiper-eutrofización cultural (Livingston 2001, Páez-Osuna 2001c). Los síntomas primarios de ese nivel son: la disminución de la luz disponible en las aguas sub-superficiales; elevadas concentraciones de clorofila; cambios estructurales en la dominancia de las especies (de diatomáceas a fitoflagelados y/o de bénticos a pelágicos); incremento de la descomposición de materia orgánica, hipoxia y anoxia (Livingston 2001).

La hipoxia a su vez puede ejercer una influencia importante en la calidad del agua y en los procesos relacionados con el ciclo del carbón, los cuales ocurren de manera natural en los ecosistemas costeros y, ha sido asociada con el incremento de materia orgánica no oxidada, así como con la reducción de compuestos de nitrógeno, azufre y carbón (Wu 2002). Algunos de los problemas ecológicos importantes derivados de los eventos de hipoxia, incluyen mortalidades masivas de organismos marinos, la depauperación de las poblaciones bentónicas y la declinación de la producción pesquera en algunos cuerpos de agua (Baden *et al.* 1990a, b, Diaz y Rosenberg 1995, Lu y Wu, 2000)². Hay evidencia científica de que en las últimas dos décadas, la hipoxia en los cuerpos acuáticos se ha incrementado en términos de áreas afectadas, escala espacial de los eventos, severidad de los mismos y frecuencia de ocurrencia (Wu 2002).

Lograr el incremento en la producción de alimentos acuícolas y al mismo tiempo modular los flujos de nitrógeno y fósforo para evitar la hiper-eutrofización cultural de los ecosistemas acuáticos y condiciones inaceptables de deterioro de los bienes y servicios ambientales, constituye un desafío para el desarrollo sostenible de la acuicultura en las próximas décadas.

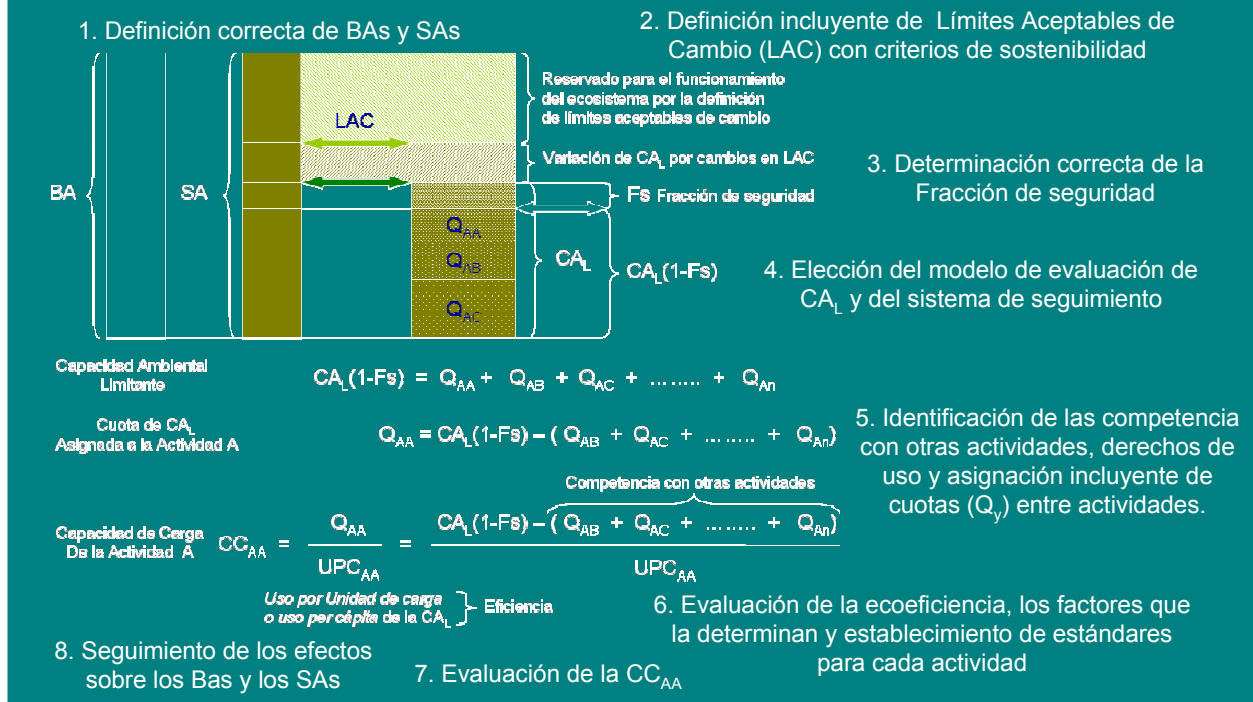
² (Cit. por Wu 2002)

Para enfrentar este reto se pueden identificar tres tendencias en la actividad acuícola; (a) utilizar servicios ambientales de los ecosistemas adyacentes para la asimilación de nutrientes residuales y materia orgánica como ocurre en la actividad acuícola que utiliza jaulas de cultivo y la acuicultura autotrófica que operan con recambio de agua para controlar la hipereutrofización de los sistemas de cultivo; (b) reciclamiento de nutrientes en los sistemas acuícolas como ocurre en la acuicultura heterotrófica; y (c) sistemas integrados de hidroicultura que acoplan sistemas acuícolas con cultivos vegetales.

Uso de Capacidades ambientales para la asimilación del nitrógeno y fósforo residual.

La primera tendencia enfrenta el desafío metodológico que implica la evaluación confiable de la capacidad ambiental y su relación con la capacidad de carga. La metodología para evaluar la variabilidad de la capacidad de carga puede aplicarse para evitar la ineficiencia en el uso de capacidades ambientales, la sobrecarga en la extensión e intensificación de la actividad acuícola, los riesgos sobre el equilibrio y salud de la misma, cambios inaceptables en los sistemas de cultivo y en los ecosistemas y, los colapsos derivados de la interdependencia entre la aceptabilidad y la salud.

Capacidad ambiental es: “un nivel cuantificable de un bien o servicio que un medio ambiente delimitado puede proveer a poblaciones o actividades, sin impactos inaceptables en su habilidad de sostenerlos en una escala intergeneracional”



Sin embargo su utilidad depende de: la adaptación metodológica para cada caso específico, de la generación de funciones matemáticas, la identificación acertada de los bienes y servicios ambientales limitantes, una definición incluyente de límites aceptables de cambio, una evaluación confiable de capacidades ambientales limitantes, una asignación incluyente de cuotas entre actividades que prevenga efectos aditivos, un reparto de cuotas dentro de cada actividad que evite efectos acumulativos y una fuerte relación entre las actividades económicas (redes de valor) y las redes académicas para la mejora continua de la ecoeficiencia en el uso de las capacidades limitantes. La ecoeficiencia en el uso del nitrógeno en las actividades acuícola, agrícola, agropecuaria y urbana es una herramienta para equilibrar el desarrollo con el medio ambiente, previene condiciones inaceptables por eutrofización cultural en los sistemas de cultivo y en los ecosistemas. En el caso de la acuicultura del camarón, permite adicionalmente disminuir los riesgos por toxicidad, disminuir

la huella ecológica por el uso de proteína y la presión sobre el suelo costero, los humedales y los manglares.

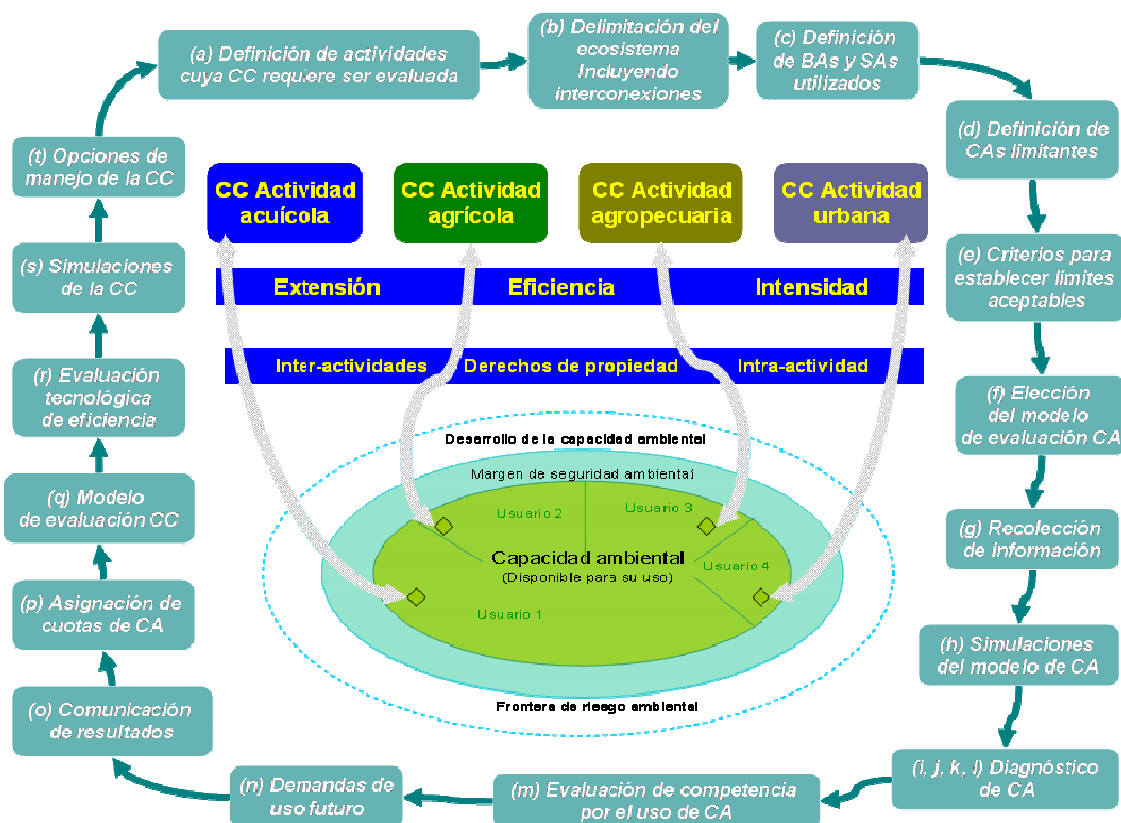


Figura 2. Procedimiento metodológico para evaluar CC y CA mediante un enfoque cíclico de estimación-seguimiento-refinamiento.

Reciclamiento en sistemas heterotróficos

La segunda tendencia enfrenta el reto del deterioro ambiental que implica el reciclamiento de nutrientes dentro del sistema de cultivo, los riesgos sanitarios asociados y la demanda de energía para procesar la materia orgánica sedimentada y mantener los sistemas heterotróficos libres de eventos de hipoxia y anoxia.

Sistemas integrados de acuicultura e hidroponía

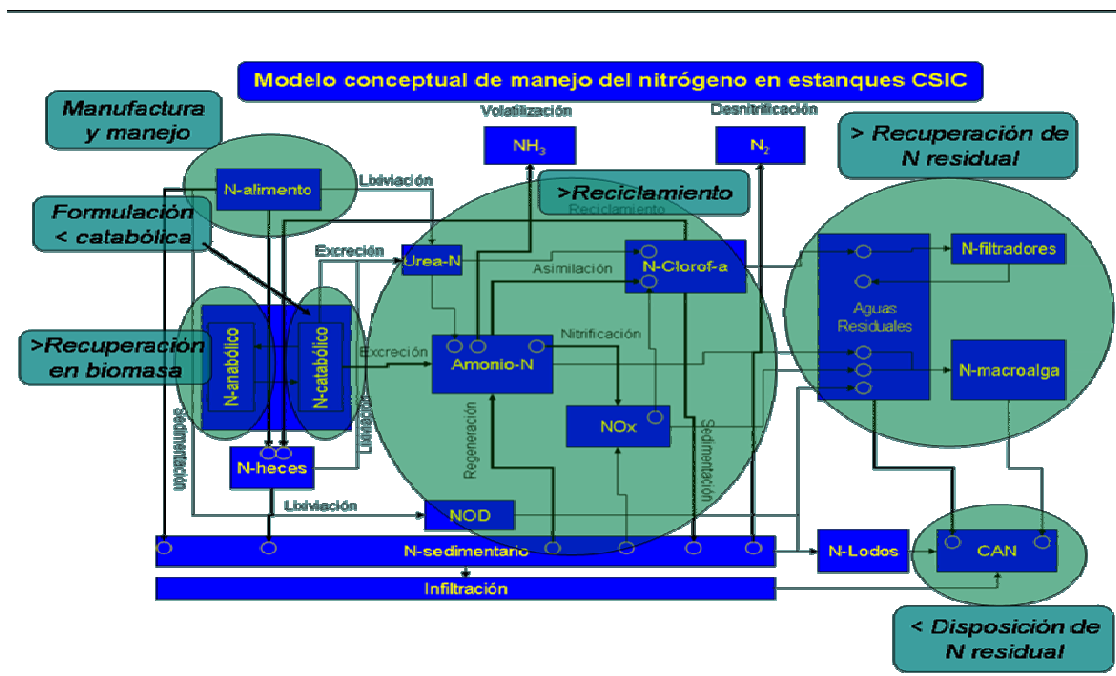
La tercera tendencia enfrenta dos desafíos de diferente magnitud, uno para la acuicultura de agua dulce y otro para la acuicultura marina. La acuicultura de agua dulce enfrenta el reto de acoplar la diversidad de compuestos residuales que generan los diferentes cultivos acuícolas

con los requerimientos nutricionales que requieren una diversidad de cultivos hidropónicos. Este acoplamiento requiere de interfases de procesamiento microbiológico que transformen los residuales de nitrógeno y fósforo que son liberados por los sistemas acuícolas a formas asimilables por los cultivos hidropónicos. Por otra parte la acuicultura marina, e incluso la acuicultura salobre, enfrentan el reto de acoplamiento con cultivos vegetales halotolerantes que puedan recuperar el nitrógeno y fósforo en forma útiles.

Otro desafío muy relevante consiste en mejorar los niveles de ecoeficiencia con los que opera la actividad acuícola, para aumentar la retención y recuperación de nutrientes en alimentos para consumo humano, al tiempo que disminuye el nitrógeno y fósforo residual.

CONCLUSIONES

Las mejoras en la ecoeficiencia pueden disminuir; las presiones sobre recursos pesqueros; las presiones de eutrofización de los sistemas de cultivo; el uso de bienes y servicios ambientales de los ecosistemas; el uso de energía; y la demanda de procesamiento de residuales.



Las vías potenciales para aumentar la ecoeficiencia, incluyen mejoras en; (a) la manufactura y manejo del alimento; (b) la formulación de los alimentos y calidad de los insumos que

afectan los niveles de asimilación y catabolismo del nitrógeno proteico, por la biomasa de cultivo; (c) el reciclamiento del nitrógeno residual en el sistema de cultivo y su reasimilación por la biomasa de cultivo; (d) la recuperación neta del nitrógeno retenido en la biomasa de cultivo; (e) la recuperación del nitrógeno residual contenido en los efluentes del sistema de cultivo y, (f) la disposición final del nitrógeno residual.

Los sistemas integrados de acuicultura e hidroponía constituyen una importante vía tecnológica para procesar el nitrógeno y fósforo residuales por medio de cultivos vegetales.

Para apoyar estas mejoras se requiere realizar un esfuerzo complementario para privilegiar el desarrollo acuícola con base en las especies más ecoeficientes, así como mantener programas de mejoramiento genético con base en la ecoeficiencia.

REFERENCIAS

- Anónimo. 2004. Global population profile. U.S. Census Bureau, International Data Base.
<http://www.census.gov/ipc/prod/wp02/wp-02003.pdf>
- Cloern, J.E. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series* 210: 223-253.
- Delgado, C.L., C.B. Courbois, & M.W. Rosegrant. 1998. Global food demand and the contribution of livestock as we enter the new millennium. MSSD Discussion paper No. 21. International Food Policy Research Institute. 36 p.
<http://www.cgiar.org/ifpri/divs/mssd/dp.htm>
- Delgado, C.L. W. Rosegrant, N. Wada, M. S. Meijer, & M. Ahmed. 2002. Fish as food: Projections to 2020 under different scenarios. MSSD Discussion paper No. 52. International Food Policy Research Institute. 11 p.
<http://www.cgiar.org/ifpri/divs/mssd/dp.htm>
- FAO. 2001. Increasing the use of biological fixation (BNF) in agriculture. Technical Expert Meeting. 13-15 March 2001, FAO, Rome.
http://www.icrisat.org/bnf/BackgrdDoc/BNF_FAO_2001.pdf
- Galloway, J.N. 1998. The Global nitrogen Cycle: changes and consequences. *Environmental Pollution* 102: 15-24.
- GESAMP. 2001. Planning and management for sustainable coastal aquaculture development. (*Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental*

Protection IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/WHO/IAEA/UN/UNEP). Rep. Stud. GESAMP (68): 90 p.

- Livingston, R. J. 2001. Eutrophication processes. (In eutrophication processes in coastal systems. Origin and succession of plankton blooms and effects on secondary production in Gulf Coast Estuaries. Ed. R.J. Livingston). *CRC Press*. Chapter 1. pp1-10.
- Magallón-Barajas F. J. 2006. Desarrollo y aplicación de una metodología, para evaluar la variabilidad de la capacidad de carga de la acuicultura de camarón, en la región del Golfo de California. Tesis doctoral. Universidad de La Habana, Cuba. 224 p.
- Mosier, A. & C. Kroeze. 2000. Potential impact on the global atmospheric N₂O budget of the increased nitrogen input required to meet future global food demands. *Chemosphere Global Change Science*. 2(3-4):465-473.
- Páez-Osuna, F. 2001c. Eutroficación y Camaronicultura (En Páez-Osuna, F. Editor, 2001. Camaronicultura y medio ambiente. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Programa Universitario de Alimentos, El Colegio de Sinaloa. México p 159-173).
- Rosegrant, M. W., M. S. Paisner, S. Meijer & J. Witcover. 2001a. Global Food Projections To 2020. Emerging Trends And Alternative Futures. *International Food Policy Research Institute*.
- Rosegrant, M. W., M. S. Paisner, S. Meijer & J. Witcover. 2001b. 2020 Global Food Outlook Trends, Alternatives, and Choices. A 2020 Vision for Food, Agriculture, and the Environment Initiative. *International Food Policy Research Institute*.
- Smil, V. 1997. Global population and the nitrogen cycle. *Scientific American* July: 76-81.
- Smith, S.V., D.P. Swaney, L. Talaue-McManus, J.D. Bartley, P.T. Sandhei, C.J. McLaughlin, V.C. Dupra, C.J. Crossland, R.W. Buddemeier, B.A. Maxwell, & F. Wulff. 2003. Humans, hydrology, and the distribution of inorganic nutrient loading to the ocean. *Bioscience* 53 (3) 235-245.
- Vitousek, P. M. Chair, J. Aber, R. W. Howarth, G. E. Likens, P. A. Matson, D. W. Schindler, W.H. Schlesinger, & G. D. Tilman. 1997. Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle: Causes and Consequences. *Issues in Ecology* 1:1-14.
- Wu, R.S.S. 2002. Hypoxia: from molecular responses to ecosystem responses. *Marine Pollution Bulletin* 45: 35-45.

ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN PARA LA CAPTURA DE ATÚN ALETA AMARILLA DE LA FLOTA MEXICANA CON BASE EN EL MONITOREO DE FENÓMENOS DE GRAN ESCALA EL NIÑO, LA NIÑA Y ESTRUCTURAS DE MESOESCALA EN EL PACÍFICO ORIENTAL

Arturo Muhlia-Melo y Ernesto Torres-Orozco

Centro de investigaciones Biológicas del noroeste S,C.

Mar Bermejo #195, Col. Palo de Santa Rita, La Paz B.C.S. CP23090

Correo electrónico: amuhlia04@cibnor.mx

RESUMEN

Uno de los indicadores del *cambio climático* Global es el que se refiere al desarrollo de fenómenos interanuales de gran escala como El Niño Oscilación del Sur (ENSO, calentamiento) o La Niña (enfriamiento). Estos fenómenos en las últimas décadas se han venido presentando con mayor frecuencia e intensidad, sin embargo, con la aplicación de los 6 modelos más realistas utilizados por el IPCC no es posible discernir para el futuro un cambio en amplitud y frecuencia de estos fenómenos (IPCC, 2007). En el presente trabajo se analiza el efecto de estos fenómenos en las capturas de atún aleta amarilla (AAA) de la pesquería mexicana de atún que opera en un área de alta productividad dentro del Pacífico oriental (Muhlia-Melo, 1993). En particular se analizan sus efectos en la entrada del Golfo de California. En un periodo de 10 años se observa que en presencia del fenómeno ENSO la acumulación latitudinal de las capturas de atún aleta amarilla en una banda latitudinal superior relacionada fuertemente con este evento. Se observan capturas excepcionalmente altas que ocurrieron después de estos eventos en 1991 y 1997. La mejor explicación de estas capturas es la presencia de un reclutamiento reproductor (Joseph y Miller, 1988).

Se analizan además de los fenómenos ENSO la presencia de estructuras de mesoescala (giros, filamentos, frentes térmicos y surgencias costeras) dentro del Golfo de California, la costa occidental de la península de Baja California y el sur del Golfo de California. Las capturas de AAA están distribuidas sobre el talud continental, alrededor de islas y montes submarinos, en estas áreas y se relacionan estacionalmente con la presencia de estructuras de mesoescala (Torres-Orozco., et al 2005).

PALABRAS CLAVE: Golfo de California, Cambio Climático, Atún Aleta Amarilla, Mesoescala, Surgencias.

CONCLUSIONES

Se relacionan dos fenómenos ENSO en donde se observan capturas excepcionalmente altas que ocurrieron después de estos eventos en 1991 y 1997. Se observó un retraso de 2 a 4 meses entre la ocurrencia de la máxima anomalía de Temperatura Superficial del Mar TSM en el ecuador y los máximos de captura de AAA. Preceden a estos eventos en el área de estudio la presencia de anomalías negativas de TSM y las capturas extremadamente bajas. Las anomalías positivas de TSM asociadas con altas capturas, son atribuidas a un patrón migratorio latitudinal originado por el forzamiento de El Niño Torres-Orozco., et al 2006). Situación similar pero longitudinalmente se ha observado en el Pacífico Central (Lehodey, P. 2000).

Temas y líneas de acción

Con relación a la adaptación al *cambio climático* a través de la detección temprana de los fenómenos ENSO en la región 3 de acuerdo a su intensidad y duración y con un análisis muy cercano de los fenómenos de mesoescala es posible orientar la operación de las flotas atuneras en estas zonas de agregación. Una de las líneas de acción del Programa especial del *cambio climático* se refiere a la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero y en este sentido es posible conseguir un ahorro en gasto de combustible de la flota atunera (mitigación) y en adaptación al CC por medio de un incremento en la eficiencia de captura de AAA por la cercanía de las concentraciones de esta especie a las bases pesqueras.

REFERENCIAS

- Joseph James and F.R. Miller. 1988. El Niño and the Surface Fishery for Tunas in the Eastern Pacific. In Proc. Tuna Fish. Res. Conf., Japan Fish. Agency-Far Seas Fish. Res. Lab. Muguro Gyogyo Kyogikai Gjiroku, Suisancho-Enyo Suisan Kenkyusho.: 199-207.
- Lehodey, P. 2000. Impacts of the El Niño Southern Oscillation on tuna populations and fisheries in the tropical Pacific Ocean. Oceanic Fisheries Programme. Noumea, New Caledonia, Secretariat of the Pacific Community. Working Paper. RG-1 1-32.

- Muhlia-Melo A. 1993. Retrospectiva de la pesquería del Atún Aleta Amarilla *Thunnus albacares* (Bonaterre 1788), el recurso y su administración en México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 81 pp.
- Torres-Orozco, E., A. Muhlia-Melo, A. Trasviña, and S. Ortega-García. 2006. Variation in yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) catches related to El Niño-Southern Oscillation events at the entrance to the Gulf of California. Fish. Bull. 104:197-203.
- Torres-Orozco, E., A. Trasviña, A. Muhlia-Melo y S. Ortega-García. 2005. Dinámica de mesoescala y capturas de atún aleta amarilla en el Pacífico mexicano. Ciencias Marinas. Vol. 31(4):671-683.

CLIMATE CHANGES AND OFFSHORE PELAGIC RESOURCES, TUNAS AND BILLFISHES

Alain Fonteneau and Francis Marsac

SUMMARY

This conference examine the present worldwide habitat of the offshore pelagic resources as a function of the present environment and ecosystems. It examines the expected medium and long term changes in the pelagic environment due to global warming of the planet and its ocean. It also discusses the potential changes in the geographical distribution and biomass of tunas and billfishes resources that could be expected from these environmental changes and global warming. A preliminary conclusion is that such global warming would not produce a collapse of any of these pelagic resources. On the other side, the conclusion is that most of these pelagic resources should react to the expected environmental changes, as the warming of surface waters and loss of oxygen could change their average levels of recruitment and then also their potential MSY. They could also change their spawning and feeding areas. These local changes would have major potential effects on the present coastal and island tuna fisheries, due to potential major changes in the local biomass of tunas available to these “fixed point” fisheries. Some of these geographical changes in the tunas and billfishes distribution due to global warming may already be visible in some areas and species. Various of these changes can already be well predicted by fishery experts, for instance latitudinal changes in the tuna distribution due to warming of surface waters, but they are still very difficult/impossible to predict in the long term. Various major structural uncertainties are encountered when running these ecosystem models and they explain well the major difficulties in forecasting the potential effects on the various tuna resources of the environmental trends.

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO DESDE LA PERSPECTIVA DEL PESCADOR ARTESANAL: UNA APROXIMACIÓN

Luis Bourillón

Comunidad y Biodiversidad, A.C. Boulevard Agua Marina No. 297. Col. Delicias, Guaymas, Sonora. CP 85420. lbourillon@cobi.org.mx

RESUMEN

¿Como puede verse afectado el pescador artesanal por el cambio climático? Para tratar de contestar esta pregunta de forma muy pragmática, traté de ponerme un poco en su lugar y ver los cambios desde la perspectiva de las labores diarias de pesca desde la panga. Los cambios que se suponen afectarán (negativamente al pescador) son el mal tiempo, la disponibilidad del producto, la movilidad de los pescadores al buscar el producto, y la búsqueda de alternativas económicas fuera de la pesca. Se enlistan las necesidades de información que un pescador artesanal típico buscaría obtener del Centro Regional de Investigación Pesquera para afrontar mejor estos cambios, y las líneas de investigación que son necesarias para contestar estas preguntas básicas. Concluyo que hay aspectos que tienen una mayor repercusión en el corto plazo en la sustentabilidad pesquera, como es el caso de la sobrepesca, que la que pudiera traer el cambio climático. Además de que el sector pesquero junto a las organizaciones no-gubernamentales estamos listos y deseamos participar en la investigación pesquera aplicada al manejo.

PALABRAS CLAVE: Pesca artesanal, cambios, respuesta social.

¿Como vería un pescador artesanal mexicano el cambio climático? ¿Qué factores de su actividad diaria cambiarían y cómo esto afectaría su productividad? Con base en la experiencia de haber trabajado con pescadores artesanales por más de 20 años, y de conocer en términos generales las labores de pesca de varias pesquerías en el Golfo de California, me atreví a aceptar la invitación a participar en este foro para exponer, desde mi óptica teórica cómo esperaría que se dieran estos cambios. Los subtítulos están escritos como pienso que un pescador expresaría el problema en su forma de hablar. Algunas frases

están entrecomilladas pues creo que así sonaría un pescador refiriéndose al tema. Espero que los pescadores estén de acuerdo con lo que escribo.

Hay mal tiempo

Lo primero que un pescador toma en cuenta antes de salir a pescar, y que afecta su actividad de forma drástica es el estado del tiempo. Con esto me refiero a la presencia del viento y marejada que traen las tormentas estacionales y los huracanes, las lluvias en demasía o las sequías que traen menos agua dulce a los sistemas de lagunas costeras y afectan su funcionamiento, el calentamiento del agua superficial por la ausencia anómala de corrientes frías, o su retraso en llegar a un cierto sitio, los cambios en los patrones y fuerza de las corrientes de agua, etc. Todos estos factores influyen de una forma u otra en la captura. ¿Cómo se traducen este mal tiempo en la actividad pesquera? Pues en menos días dedicados a la pesca por semana, lo que traería aparejado menos tiempo dedicado a la pesca en el transcurso de un año. También en una mayor distancia que recorrer para encontrar las zonas con las características climáticas adecuadas (con el consiguiente gasto en combustible). Recordemos que aunque estamos hablando de pesca artesanal ribereña, las distancias que recorren los pescadores son considerables, tanto en travesías paralelas a la costa, como hacia mar adentro. Si el tiempo es malo y su situación económica también lo es, el pescador debe arriesgarse a salir a pescar aún en condiciones adversas. Esto hace que el pescador tenga necesidad de invertir en adquirir un mejor equipo, mejor embarcación, más y mejor equipo de seguridad, motores más potentes, lo que implica tener acceso a mayores recursos económicos. Muy frecuentemente estos recursos o equipo los aportan los permisionarios, pero el pescador debe pagar con su trabajo el uso de este equipo.

No hay producto

En esta categoría estarían los cambios en la disponibilidad o características deseadas de los recursos y las especies que el pescador artesanal busca. El producto puede estar más escaso, más lejano, más profundo, tener un menor peso y/o talla o simplemente haber desaparecido del sitio o ser inaccesible al pescador con los artes y métodos de pesca que utiliza. Si el producto es escaso las capturas son malas, lo que pudiera compensarse si el precio es elevado, pero por lo regular esto no sucede. Si el producto está más profundo, puede incluso quedar inaccesible al pescador, o representar un mayor peligro capturarlo, ya sea porque hay que bucear a mayores profundidades (con el consiguiente riesgo de

descompresión), o bien hay que colocar cimbras, trampas o chinchorros más grande y en aguas más profundas, que son más difíciles de manejar a bordo. La salud y la seguridad del pescador puede estar en mayor riesgo si no tiene acceso al equipo apropiado o aún teniéndolo. El producto puede estar más lejano a su lugar de residencia, lo que trae aparejado un mayor costo en gasolina, en otros insumos para la pesca como comida, hielo, etc. Además, si el producto está en zonas que pertenecen o son utilizadas por pescadores de otras comunidades, su llegada traerá conflictos territoriales por la competencia, dado que por lo general no hay definición de derechos territoriales de pesca. Al darse el caso de especies que desaparecen de la zona, o quedan fuera del alcance del pescador, el pescador se ve obligado a pescar otro recurso. En ocasiones hay recursos que constituyen alternativas factibles y de igual o similar valor, pero por lo general las alternativas son recursos con un menor precio, menor calidad y menor demanda. Estos cambios y el deterioro en la calidad de la pesca, se verían sumados a situaciones de vida que ya de por sí son difíciles, los pescadores dirían: ¡si ya estaba malo, ahora está peor!

Me voy a buscarle

Si la situación por los cambios es difícil, al punto que es necesario moverse a otro sitio de pesca, el pescador lo hace. Simplemente se muda de forma temporal o permanente a otra comunidad. Esto sucede y ha sucedido siempre, y es la forma como se fundaron muchísimas de las comunidades pesqueras costeras en México, que han crecido hasta ser lo que hoy son. Generalmente la información llega a las comunidades por varios medios informales y ellos hablan de que “allá está saliendo buen producto.” Algunos pescadores buscan también seguir “la corrida” de los recursos migratorios, moviendo su lugar de residencia (si es posible) en la medida que los recursos se mueven a lo largo de la costa, o de que se agotan los pescaderos y hay que buscar lugares “menos trabajados” o sea con menos esfuerzo pesquero. Estos movimientos de los pescadores son generalmente reversibles si la familia se queda atrás, o si el sitio de pesca de su poblado se recupera, y ya es factible sacar suficiente producto para hacer negocio redituable. Pero hay pescadores que llegan a decir “me voy a quedar allá, aquí ya no sale,” y con ello cambian su residencia. El hecho que la pesca sea *de facto* de acceso abierto, hace que no represente ningún problema moverse a otro sitio para quedarse a pescar ahí. Siempre se puede trabajar para alguien que tenga permiso de pesca y embarcaciones, o hacerlo de forma ilegal, y vender la captura al mejor postor en la playa. Desde la perspectiva de los habitantes del sitio al que llegan pescadores “de fuera” las cosas

se ven muy diferentes. Al estar llegando demasiada gente de fuera, los pescadores locales se quejan de que ya hay demasiados pescadores en un sitio. Nuevamente, al no haber controles gubernamentales, sin vigilancia, la población pesquera puede aumentar hasta el punto que el recurso pesquero colapsa. Generalmente, y aunque no sea cierto en algunos casos, los pescadores locales se quejan de que “la gente de fuera no respeta nada,” refiriéndose a que ni las vedas, los criaderos, ni los juveniles, ni las hembras enhuevadas están a salvo de la pesca y son eliminados. Desde luego que es posible que existan reglas locales, acuerdos informales, e incluso tradiciones para respetar sitios y especies, sobre todo en comunidades aisladas, pequeñas o que han tenido que desarrollar estos controles. Pero pudieran los pescadores referirse inclusive a la falta de respeto de las reglas oficiales, dictadas en las normas oficiales, los permisos de pesca, o programas de manejo, que en algunos sitios se respetan aún sin vigilancia. Es claro que en una comunidad sin arraigo y con mucho dinamismo demográfico, es más difícil que existan incentivos para el pescador para cuidar lo que ahí se distribuye. Más bien el incentivo está por explotar lo más posible en el menor tiempo y regresar al lugar de residencia con los beneficios cuanto antes.

Ya no sale, ahora me dedico a otra cosa

En el caso extremo de que los cambios lleven al pescador a dejar la pesca, habría que pensar cuáles son las opciones que estos tienen para dedicarse a trabajar en algo más. Generalmente los pescadores dicen que no saben hacer otra cosa mas que pescar. Muchos de ellos no tienen estudios, ni capacitación para hacer algo diferente. Pero hay que sobrevivir y mantener a la familia, así es que “le entran a todo.” Esto incluye desde luego actividades legales, e ilegales si son una opción. Quedaría la alternativa de mudarse a la ciudad para buscar trabajo, pero la vida en la ciudad es más cara y difícil, y tiene que competir con otros hombres que posiblemente tengan mayores capacidades y experiencia, por lo que los pescadores generalmente se quedan en la pesca, “hasta que no queden mas que las piedras, pues no me queda de otra.”

¿Qué necesito saber del CRIP?

Los pescadores tienen necesidades de información muy específicas y dependen de los biólogos del CRIP y de otros investigadores para obtenerlas. Preguntas sobre cómo se distribuye el producto, donde se pesca y cómo pescarlo (tanto desde el punto de vista ecológico y ambiental como tecnológico), cuándo y dónde se reproduce, cómo se relaciona el

producto con el medioambiente, qué tanto ha cambiado la pesca a lo largo de los años, y hasta dónde puedo desplazarme para ir a pescar lejos de mi sitio de residencia, son algunas de las cuestiones que generalmente se plantean. Desde luego que los pescadores tienen sus propias ideas e información sobre las respuestas a estas preguntas, y su presencia diaria en el mar los hace inmejorables socios en la investigación científica pesquera. Debemos aprovechar su conocimiento e interés.

Las líneas de investigación que deberían existir dentro de las instituciones de investigación para contestar estas preguntas, en las que un pescador responsable bien pudiera participar en generar datos, son:

1. Distribución biogeográfica detallada de los recursos (los pescadores pueden ayudar a desarrollar mapas precisos).
2. Distribución del esfuerzo pesquero en detalle, con series de tiempo de datos reales de captura (tomados de las bitácoras pesqueras de los pescadores).
3. Ciclos de vida y biología básica, sobre todo un énfasis en la conectividad genética (pescador clave para la colecta de muestras).
4. Redes tróficas y relaciones ecosistémicas, desarrollando la línea base de biodiversidad en los sitios de pesca, de las especies asociadas y hábitats necesarios para los recursos clave. Los pescadores pueden ser capacitados como monitores. Aquí hay una interfase muy clara con las pesquerías dentro de las áreas naturales protegidas.
5. Reconstrucción histórica de pesquerías, rescatando el conocimiento y experiencia de las generaciones pasadas de pescadores, para evitar caer en el síndrome de los puntos de referencia cambiantes (shifting-baseline syndrome) y estableciendo puntos de referencia para el manejo pesquero que nos lleven hacia recuperar la productividad de los recursos y servicios ambientales. Aquí las reservas marinas completamente protegidas juegan un papel fundamental como testigos del impacto de la pesca en los ecosistemas, y son básicos para el estudio del cambio climático.
6. Conectividad social del sector pesquero artesanal, estudios de redes sociales de información e influencia en la toma de decisiones, y de los movimientos demográficos de las comunidades pesqueras.
7. Desarrollo de escenarios sociales-económicos de adaptación a los cambios y dinámicas de la pesca, donde se usen los cambios esperados producto del cambio climático o de otros procesos ambientales, sociales y económicos.

Aplicación a los instrumentos de manejo pesquero

Toda la información que se colecte con la participación del pescador dentro de las líneas de investigación mencionadas puede utilizarse en reforzar y mejorar los instrumentos de manejo que ahora son obligatorios por la nueva legislación pesquera. Por ejemplo para los programas de ordenamiento y plan de manejo es clave información detallada de la distribución biogeográfica e identidad genética de los stocks. También la distribución detallada del esfuerzo pesquero y los ciclos de vida y biología básica de las especies. Para los planes de manejo pesquero se deben conocer mínimamente las redes tróficas y las relaciones ecosistémicas, y tener las líneas base de biodiversidad (aprovechando el trabajo de las áreas naturales protegidas y sus programas de conservación y manejo). Para muchos de los planes de manejo pesquero con objetivos de restauración serán necesarios los refugios pesqueros de no-pesca, o reservas marinas completamente protegidas, que son instrumentos de manejo muy poderosos para restaurar pesquerías y hábitats. Para los ordenamientos y planes de manejo el conocimiento de la conectividad social del sector y su dinámica será muy útil en la definición de las fronteras geográficas entre distintos ordenamiento y planes.

CONCLUSIONES

El cambio climático traerá sin duda cambios en la actividad del pescador ribereño, pero desafortunadamente hay otros aspectos que ya tienen una mayor repercusión en el corto plazo en la sustentabilidad pesquera, como es el caso de la sobrepesca, que aquellos atribuibles al cambio climático. Las líneas de investigación prioritarias que recomiendo son muy claras y han sido mencionadas en las secciones anteriores de este documento. Recomendamos además reforzar la investigación pesquera inmediatamente, crear y hacer operativa la Red Nacional de Información e Investigación en Pesca y Acuicultura, que la nueva Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables dicta crear. Y finalmente debemos poner en práctica los instrumentos de manejo pesquero que esta ley obliga: los programas de ordenamiento, los planes de manejo, y en ellos los refugios pesqueros. El sector pesquero y las organizaciones no-gubernamentales estamos listos y deseamos participar en la investigación pesquera aplicada al manejo junto con el INAPESCA.

IMPACTO QUE SE PREVÉ POR EL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LA ACUACULTURA, PROPUESTAS DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Ocean. Marco Antonio Ross Guerrero

RESUMEN

El calentamiento global es sin duda uno de los principales tópicos en la agenda de la mayoría de los países. Qué hacer y cómo mitigar sus efectos se ha vuelto una preocupación manifiesta en las políticas públicas. Cabe señalar que dentro de las ventajas que hay es que el fenómeno ha tenido tal difusión que hoy por hoy la mayoría si bien no tiene muy claro que es, sabe que existe y debe procurar acciones en razón de ello, desde cambiar focos, hasta promover acciones de reforestación por mencionar algunas.

Dentro de los impactos mas visibles del calentamiento están los cambios climáticos extremos con los efectos económicos adversos a la población y ciudades que ocasionaran lluvias e inundaciones y/o sequías, pérdidas de cultivos, etc.. asimismo se prevé un aumento en el nivel del mar y extinción de especies, sólo por mencionar algunas.

Sin embargo a la vez un efecto asociado será la ampliación de los rangos de distribución de especies y áreas para cultivo que son regulados en razón de la temperatura.

En el sector acuícola el impacto del calentamiento en el mediano plazo será mas de mercado que de producción, ya que en lo que se refiere a esta, siempre se podrá aplicar tecnología, ampliar las áreas y periodos de cultivo donde la temperatura era el factor limitante, sin embargo en lo que se refiere a costos se prevé irán a la alza, en razón de la reducción de la oferta de insumos que se prevé ocasionará como consecuencia la reducción de cosechas o impacto en pesquerías. Los costos difícilmente se prevé tiendan a la baja y los precios difícilmente irán a la alza todo ello afectando la rentabilidad de la actividad.

En largo plazo si efectivamente se aumenta el nivel del mar como se señala la parte acuícola asentada en la zona costera seria afectada, sin embargo seria la parte menor comparado con el impacto sobre los asentamientos humanos.

Después de un análisis de las principales especies en cultivo y centros productores de cría del sector oficial en México, es que se proponen cambios desde el marco regulatorio para definir que la investigación sea con visión de Estado, definiendo especies prioritarias y centros de producción de cría estratégicos con base en potencial de desarrollo de la especie, impulsar la competitividad con un enfoque de mercado, costos, tecnología y programas de mejoramiento genético, a la vez que un fortalecimiento de las instituciones de investigación, sin dejar de lado el componente de Educación promoviendo la acuacultura como una alternativa para una adecuada nutrición y suficiencia alimentaria con base en el recurso agua.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LOS DESASTRES EN MÉXICO 2007. ¿CAMBIO CLIMÁTICO O NECESIDAD DE ADAPTACIÓN?

Norlang Marcel García Arróliga³

Centro Nacional de Prevención de Desastres. Av. Antonio Delfín Madrigal No.665, Col. Pedregal de Santo Domingo, C.P. 04360. Delegación Coyoacán. México D.F.

norlang@cenapred.unam.mx; norlang@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo establece un análisis de las pérdidas económicas registradas por desastres tanto en México como en el mundo, y la interrelación que tienen con los efectos del cambio climático. Del mismo modo, expone dos de los principales fenómenos que han afectado a nuestro país desde dos perspectivas, una del incremento de los bienes expuestos (el huracán Wilma en 2005) y otro que hace referencia a la poca capacidad de adaptabilidad para resistir los efectos del mismo cambio climático como lo fueron las inundaciones de Tabasco en el 2007.

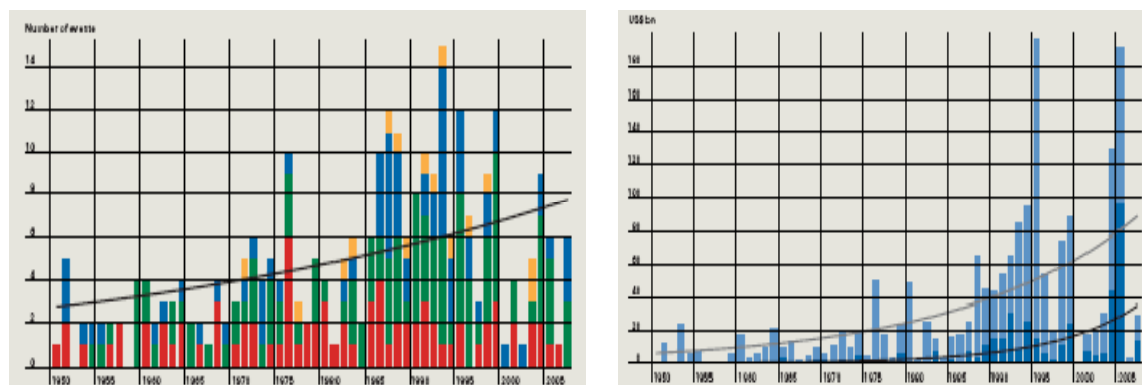
PALABRAS CLAVE: Daños, costo, pérdidas.

Como es sabido, México esta expuesto a una diversidad de fenómenos naturales que, por su alta vulnerabilidad, son propensos a convertirse en desastre. Ubicado en cuatro de las seis regiones generatrices de ciclones en el mundo y asentado en el cinturón de fuego donde ocurre el 80% de la actividad sísmica del mundo.

En los últimos años, se comprueba que, tanto en México como en el mundo en general, existe un constante crecimiento en el número y la frecuencia de fenómenos sujetos a convertirse en desastres (de origen hidrometeorológico fundamentalmente) situación que podemos observar en las siguientes gráficas de una compañía aseguradora Alemana en las cuales es evidente que no solo la frecuencia, sino el costo de los mismo ha aumentado (figura 1)

³ Con el apoyo de Lic. Rafael Marín Cambranis y Lic. Karla Margarita Méndez Estrada.
Cambio climático en pesquerías y acuacultura

Figura 1. Incremento en la frecuencia y costo de los desastres a nivel mundial



Si bien dicho incremento se ha manifestado en los últimos cincuenta años. Tal parece que para los expertos en el estudio del cambio climático, el incremento en el costo de los desastres, ha presentado mayores niveles en los últimos veinte años. Lo anterior, se comprueba en la tabla 1, la cual muestra los desastres más caros en la industria aseguradora mundial, mismos que se sitúan en este periodo.

Tabla1.Desastres más caros a nivel mundial en la industria aseguradora

| Año | Región | Evento | Siniestro total | Daños Asegurados |
|------|---------------|---------------------|-----------------|------------------|
| 2005 | EE UU | Huracán Katrina | 138,000 | 67,700 |
| 1992 | EE UU | Huracán Andrew | 45,700 | 26,000 |
| 1994 | EE UU | Terremoto Nothridge | 63,300 | 22,000 |
| 2004 | EE UU, Caribe | Huracán Ivan | 2,600 | 15,600 |
| 2005 | EE UU, México | Huracán Wilma | 2,200 | 13,400 |
| 2005 | EE UU | Huracán Rita | 17,500 | 12,400 |
| 1991 | Japón | Tifón Mireille | 16,000 | 11,100 |

| Año | Región | Evento | Siniestro total | Daños Asegurados |
|------------|---------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2004 | EE UU, Caribe | Huracán Charley | 20,300 | 9,050 |
| 1990 | Europa | Tormenta de invierno Daria | 11,400 | 8,550 |
| 1989 | Caribe, EE UU | Huracán Hugo | 15,800 | 7,900 |
| 1999 | Europa | Tormenta de invierno Lothar | 14,600 | 7,500 |
| 2004 | EE UU, Caribe | Huracán Frances | 13,500 | 6,800 |
| 2007 | Europa | Tormenta de invierno Kyrill | 10,000 | 5,800 |

Fuente: Munich Re Group. 2008.

Derivado de lo anterior, se pueden discernir dos hipótesis, una que realmente se está suscitando un cambio climático que genera un incremento de los fenómenos que se convierten en desastre y, por otro lado, que los fenómenos siguen siendo los mismos y que lo que ha cambiado es el incremento en la exposición de bienes y, por consecuencia, un incremento de la vulnerabilidad.

En México, la situación no dista mucho del comportamiento mundial. En la tabla 2 se muestran los diez desastres más caros para la economía mexicana de 1980 a 2007. Nuevamente es notable que prácticamente todos se dan en los últimos quince años y que la mayoría de los mismos son desencadenados por fenómenos de tipo hidrometeorológico.

Tabla 2.Desastres más caros para la economía Mexicana

| Fecha | Año | Tipo de fenómeno | Estado | Muertos | Total daños (millones de dólares) |
|---------------------|------------|-------------------------|--|----------------|--|
| Septiembre | 1985 | Sismo | Distrito Federal, Michoacán y Guerrero | 6,000 | 4,103.5 |
| Octubre | 2007 | Lluvias e inundaciones | Tabasco | 0 | 2,918.6 |
| Octubre | 2005 | Ciclón Tropical Stan | Chiapas | 98 | 1,934.0 |
| Octubre | 2005 | Ciclón Tropical Wilma | Quintana Roo y Yucatán | 0 | 1,723.9 |
| Septiembre | 2002 | Ciclón Tropical Isidore | Yucatán y Campeche | 4 | 918.9 |
| Agosto | 2007 | Ciclón Tropical Dean | Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo, Tlaxcala y San Luis Potosí | 9 | 877.6 |
| Octubre | 1999 | Lluvias | Veracruz, Puebla, Chiapas e Hidalgo | 387 | 643.3 |
| Septiembre | 1998 | Lluvias | Chiapas | 229 | 602.7 |
| Octubre | 1997 | Ciclón Tropical Pauline | Chiapas, Guerrero, Oaxaca | 228 | 447.8 |
| Octubre y noviembre | 2007 | Lluvias y Deslave | Chiapas | 25 | 404.1 |
| Julio | 2005 | Ciclón Tropical Emily | Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León | 0 | 403.0 |

Fuente: Área de Estudios Económicos y Sociales. CENAPRED.

La mayor presencia de fenómenos hidrometeorológicos se comprueba también, si nos remontamos a cifras de una base de datos de la Universidad de Lovaina en Bélgica, la cual nos muestra que desde 1929 a 2004 el 28% de los fenómenos que afectan al país son Tormentas y Ciclones Tropicales, el 21% a inundaciones y, en menor medida a sismo con el 14%.

Durante el 2007 se pudo confirmar esta tendencia que se viene presentando en nuestro país. Dicho año marcó un hito en la historia de los desastres en México, en primer lugar porque se superó la cifra de daños registrados en el año 2005 con la presencia de los huracanes Emily, Stan y Wilma que sumaron 4,248 millones de dólares y, en segundo lugar, porque se presentó uno de los mayores desastres de los últimos veinte años como fueron las inundaciones de Tabasco provocadas por el frente frío número cuatro, en las cuales tres cuartas parte del territorio del estado quedaron bajo el agua. Cabe mencionar que tres de los desastres más costosos se suscitaron en este año.

La repercusión económica por la ocurrencia de los desastres en el 2007 ascendió a 50,644 millones de pesos, es decir 4,633 millones de dólares. Sólo las inundaciones de Tabasco representaron el 63% del total de los daños computados; fenómeno que por la cantidad de perjuicios registrados, es el segundo más importante en la época moderna, sólo por debajo del sismo de 1985 en la Ciudad de México, y que se puede atribuir al aumento de la vulnerabilidad, la cantidad de bienes expuestos de la población y los cambios drásticos e inesperados de la naturaleza⁴.

Este incremento del efecto de los desastres da lugar a una segunda reflexión desde la visión de la protección civil y del mismo cambio climático. Si bien el incremento del costo de los desastres tiene una marcada tendencia a la alza, también la necesidad de adaptación, ha dado lugar a una reducción del número de muertos por desastres. En la tabla 3 es un claro ejemplo de lo anterior. En ella es notable un incremento en el promedio anual del monto de las pérdidas, aunque una sensible baja en el promedio de muertos a causas de desastres de origen natural a partir del año 2000 con respecto a la década de los ochenta y noventas.

⁴ Autores varios. Impacto Socioeconómico de los Desastres 2007. Versión preliminar.

Tabla 3. Montos y promedios de muertes y pérdidas 1980-2007

| Periodo | Total de muertos | Total de daños (Millones de dólares) | Promedio anual de muertos | Promedio anual de daños (Millones de USD) |
|--|------------------|---|---------------------------|--|
| 1980-1999 | 10,114 | 14,027 | 506 | 701 |
| 2000-2007 | 1,329 | 11,362 | 166 | 1,420 |
| 1.- Para el periodo 1980-1999 se calcularon los daños directos en 10,390 millones de dólares y se aplicó un factor del 35% para estimar los efectos indirectos en dicho periodo conforme a estudios de la CEPAL. El total de daños estimado fue de 14,027 millones de dólares. | | | | |
| 2.- Para el periodo 2000-2007 únicamente se cuantificaron los daños y muertes ocasionadas por fenómenos de origen natural (hidrometeorológicos y geológicos) | | | | |

Fuente: Área de Estudios Económicos y Sociales. CENAPRED.

Son dos los fenómenos que nos ayudan a entender la relación entre cambio climático y el incremento de la vulnerabilidad: el huracán Wilma en el 2005, año sumamente atípico en el cual se supero el número de ciclones tropicales desde 1950 y las inundaciones en el estado de Tabasco.

En el primer caso, el huracán de categoría 4, vino a evidenciar el incremento de los bienes expuestos y con el ello a elevar, en cierta medida, el nivel de vulnerabilidad. Sin duda, el sector turístico fue el que a la postre registró las más severas afectaciones. Con un nivel de daños de más de 1,800 millones de dólares Wilma confirmó la necesidad de adaptar el crecimiento, sin el incremento de la vulnerabilidad y en concordancia con la naturaleza.

Las inundaciones de Tabasco a finales del mes de octubre y comienzos de Noviembre de 2007 vinieron a vislumbrar las consecuencias de un cambio climático visto a través del incremento de los efectos de los fenómenos naturales que causan desastres y una falta de capacidad de adaptación al medio en el que vivimos.

Prácticamente tres cuartas partes del territorio estatal quedaron bajo el agua, cerca de 1500 localidades, rurales en su mayoría, fueron afectadas. El fenómeno dejó casi 1.5 millones de

personas afectadas, un gran número de ellos damnificados directamente, entre múltiples daños y pérdidas a la infraestructura social y económica de la entidad.

El total de daños superó los 31,800 millones de pesos equivalentes poco menos de 3 mil millones de dólares. Se estima que fue afectado poco más del 29% del PIB de Tabasco. No existe memoria en nuestro país, en el cual un solo fenómeno impactara a un sólo estado con este nivel de daños.

Según el estudio elaborado, el mayor impacto (más del 60%) se registró en los sectores productivos, influidos por las pérdidas en el sector agrícola y, en especial en el comercio. Más de 24 mil empresas, micro en su mayoría, resultaron afectadas con lo que estuvo latente la pérdida de más de 75 mil empleos.

Posterior al efecto económico, el sector social, si bien no fue el más afectado si resintió los mayores efectos. Fundamentalmente en la vivienda, la educación y la salud.

Los efectos de las inundaciones de Tabasco fueron de enorme cuantía. Para las estadísticas de una empresa aseguradora Suiza, el huracán Dean, que afectó meses antes de las inundaciones de Tabasco, y las mismas inundaciones, figuraron entre los 20 desastres más caros en el 2007.

CONCLUSIONES

- Las cifras del impacto de los desastres apuntan, sin duda, a un incremento de los fenómenos naturales sujetos a convertirse en desastre (hidrometeorológicos en su mayoría), los cuales nos dan la pauta a pensar que se está en una etapa de cambio climático, pero que se acentúa por el incremento de la vulnerabilidad, y de los bienes expuestos por el consecuente crecimiento económico.
- La adaptación de los procesos económicos y sociales a los efectos del cambio climático es una necesidad imperante. Por ejemplo, en zonas tendientes a las inundaciones la siembra de cultivos que soportan alta humedad es una opción viable.
- Es necesario el desarrollo de proyectos transversales para la elaboración de estudios regionales de cambio climático y adaptabilidad sobre la base de mapas de riesgos que nos ayuden a determinar zonas altamente vulnerables.

REFERENCIAS

- García Norlang *et al.* Impacto Socioeconómico de los Principales Desastres 2007. Serie Impacto Socioeconómico de los Desastres. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Secretaría de Gobernación. 2008. Versión preliminar.
- Munich Re Group. Natural Catastrophes 2007. Analyses, assessments, positions. April 2008.

6.4 Guía para la elaboración de resúmenes extensos

Foro–Coloquio sobre Cambio Climático, Pesquerías y Acuacultura México, D. F., octubre de 2008

1. El trabajo debe ser escrito en forma de resumen en extenso, ya sea en inglés o en español, con una extensión no mayor de cinco (5) páginas, incluyendo las figuras, tablas y referencias.
2. El formato del archivo debe ser “.doc” (Microsoft Word versión 6 o superior), usando fuente Arial 12 con interlineado sencillo.
3. La página debe ser configurada en papel tamaño carta (8 ½ x 11 pulgadas) y todos los márgenes deben tener 2.5 cm (o 1 pulgada).
4. Las figuras y tablas deben ser incluidas en el texto como “Figura” o “Tabla”, con alineación centrada.
5. Favor de remitir el resumen en extenso a las dos direcciones electrónicas siguientes:
lgonzalez_inp@yahoo.com.mx, casom@ine.gob.mx

INSTRUCCIONES PARA LA PREPARACIÓN DEL RESUMEN

TÍTULO ESCRITO EN MAYÚSCULAS EN NEGRITA Y CENTRADO, CON NOMBRES CIENTÍFICOS EN *ITALÍCAS*.

(Espacio simple)

Nombre del autor en negrita y centrado

(Espacio simple)

Institución de origen, dirección postal y correo electrónico del autor

(Espacio simple)

RESUMEN (Titulo en negritas, alineado a la izquierda en mayúsculas) Texto con alineación justificada, con un máximo de 15 líneas, en idioma español o inglés.

(Espacio simple)

PALABRAS CLAVE: (Titulo en negritas, alineado a la izquierda en mayúsculas) Máximo tres (3) palabras que no consten en el título, alineadas a la izquierda, separadas por comas.

(Espacio simple)

Cuerpo del trabajo, estructura de desarrollo libre. Texto con alineación justificada.

(Espacio simple)

CONCLUSIONES (Titulo en negritas, alineado a la izquierda y en mayúsculas) Texto con alineación justificada. Favor de enfatizar temas y líneas de investigación relevantes o prioritarias, ante los posibles efectos del cambio climático.

(Espacio simple)

REFERENCIAS (Titulo en negritas, alineado a la izquierda y en mayúsculas) Texto alineado en sangría francesa (1 cm), con espacio simple entre líneas.

Garbrecht, J.D., Steiner, J.L., Cox, C. 2007. Climate change impacts on soil and water conservation. Trans. American Geophysical Union. 88 (11): 136-137.

**Guidelines for submission of summaries
Forum-Colloquium on Climate Change, Fisheries and Aquaculture
Mexico City, October 13 and 14, 2008**

1. The work must be written in the form of a summary *in extenso* either in English or in Spanish, no more than five pages long including figures, tables and references
2. Use .doc format (Microsoft Word version 6 or newer), font Arial 12 with single spacing
3. Letter size page (8.5" X 11"), with 1" margins
4. Figures and tables included in text as "Figure" and "Table", centered
5. Send document to lgonzalez_inp@yahoo.com.mx, casom@ine.gob.mx

INSTRUCTIONS FOR PREPARATION OF DOCUMENT

TITLE IN CAPITALS, BOLD, CENTERED, WITH SCIENTIFIC NAMES IN *ITALICS*

(Single spacing)

Name of author in bold and centered

(Single spacing)

Affiliation, mailing address and e-mail

(Single spacing)

ABSTRACT

Text justified in both margins, maximum of 15 lines, English or Spanish

(Single spacing)

KEY WORDS

Maximum of three, left-justified, separated by commas

(Single spacing)

Free format description of work. Justified alignment

(Single spacing)

CONCLUSIONS

Text, justified. Please, emphasize themes and research lines which are deemed relevant or priority relating to climate change

(Single spacing)

REFERENCES

Text, with single spacing.

Garbrecht, J.D., Steiner, J.L., Cox, C. 2007. Climate change impacts on soil and water conservation. Trans. American Geophysical Union 88 (11): 136-137.

6.5 Presentaciones originales de los ponentes (CD adjunto)

6.6 Integrantes de las mesas de trabajo

| MESA DE TRABAJO | INTEGRANTES | RESPONSABLES DEL SEGUIMIENTO |
|-----------------|---|--|
| 1 | Luis Beléndez Moreno Jorge Zavala Hidalgo Benigno Hernández de la Torre Mario R. Ramade Villanueva Francisco Javier Magallón Barajas Alain Fonteneau Ma. Luisa Machain Castillo Ma. Amparo Martínez Francisco Javier Ramos García | X X |
| 2 | Arturo Muhlia Melo Raúl Aguirre Gómez Oscar Sosa Nishizaki Ma. Del Carmen Jiménez Q. Antonio Low Pfeng Aquiles Guzmán Perdomo Sergio Antonio Guzmán del Proo Margarita Caso Roxana Silva | X X X |
| 3 | Martha Aurea Estrada Jiménez Norlang Marcel García Arróliga Enrique Arturo Bermúdez Rodríguez Erik Márquez García Wilfrido Miguel Contreras Sánchez Isabel Cristina Reyes Robles Thalía Castro Barrera Ma. De los Ángeles Carvajal R. Alfonso Vázquez Botello Miguel Ángel Cisneros Mata | X X |
| 4 | Monica Valle Esquivel Luis Bourillón Malberto Macías Abraham Navarrete del Proo Manuel Nevárez Martínez David Alberto Salas de León Alfredo González Becerril Salvador Lluch Cota Rashid Sumaila Antonio Díaz de León Porfirio Álvarez Saúl Álvarez Borrego | X X |

6.7 Opiniones de los expertos expresadas en tarjetas

| I. Acopio y análisis de información existente sobre biología, variabilidad y oscilaciones naturales con fines de restauración | |
|--|---|
| 1 | Determinar el posible efecto de la acidificación de los océanos en la producción pesquera |
| 2 | Evaluar el efecto sobre los recursos biológicos de cambios en las zonas de mínimo oxígeno |
| 3 | Determinar los riesgos de utilizar especies exóticas para ornato o acuacultura |
| 4 | Evaluar el riesgo de invasiones biológicas |
| 5 | Identificar ambientes que exportan biomasa para las pesquerías y acuacultura |
| 6 | Definir el efecto de la variabilidad natural y su relación con el cambio climático |
| 7 | Distinguir entre oscilaciones naturales de los océanos y el cambio climático global |
| 8 | Conocer el estado actual de los océanos para sentar una línea base |
| 9 | Regionalizar, caracterizar y evaluar impactos en los mares mexicanos |
| 10 | Generar información básica suficiente para evaluar el impacto ambiental en especies de interés pesquero |
| 11 | Realizar estudios paleo-oceanográficos para comprender el impacto e implicaciones del cambio climático |
| 12 | Realizar investigaciones sobre biología básica, ciclo de vida de especies y sus requerimientos en cada etapa |
| 13 | Desarrollar e instrumentar planes de manejo previa definición de hábitats de las especies |
| 14 | Identificar zonas vulnerables prioritarias |
| 15 | Realizar una caracterización sistemática de los cuerpos de agua costeros en México |
| 16 | Identificar cambios en los diferentes eslabones de la trama trófica, particularmente de las especies que sirven como forraje |
| 17 | Identificar la distribución actual de los recursos pesqueros |
| 18 | Identificar infraestructura y asentamientos humanos en áreas vulnerables o de riesgo (dunas, cauces de ríos, lagunas y manglar) |
| 19 | Determinar la distribución actual del esfuerzo pesquero |
| 20 | Realizar estudios sobre ciclo de vida y biología básica de las especies clave |
| 21 | Realizar una síntesis actual del conocimiento sobre redes tróficas y relaciones ecosistémicas |
| 22 | Investigar la conectividad social y económica de las comunidades pesqueras |
| 23 | Evaluar efectos de desastres naturales en los centros acuícolas y de pesca |
| 24 | Definir las unidades pesqueras de manejo |
| 25 | Realizar mapas de distribución de la captura pesquera |
| 26 | Realizar mapas de distribución de biomasa de especies de importancia comercial |

| II. Gestión inter e intra-institucional para generar respuestas inmediatas, definir zonas de riesgo, y para el flujo y optimización de recursos económicos | |
|---|---|
| 1 | Generar recursos económicos suficientes para promover la articulación entre investigadores |
| 2 | Gestionar ante institutos (v.g. INAPESCA, INE y CONACYT) para que los problemas ambientales relacionados con pesca y acuacultura sean parte de las convocatorias de investigación |
| 3 | Fortalecer las relaciones intergubernamentales para implementar planes y programas en pesca y acuacultura orientados y coordinados a nivel nacional, estatal y municipal |
| 4 | Promover la participación activa de actores clave como ONGs y pescadores en: investigación aplicada al manejo, monitoreo de recursos, y monitoreo de parámetros |
| 5 | Realizar diagnósticos para promover apoyos ligados a proyectos de baja vulnerabilidad |
| 6 | Apoyar los mecanismos de defensa civil sobre impactos ante meteoros como huracanes, para disminuir riesgos de muerte de la población |
| 7 | Realizar el ordenamiento de la acuacultura tomando en cuenta: hábitats, vulnerabilidad, aspectos socio-económicos, riesgos |
| 8 | Establecer una política de integración de esfuerzos de investigación y gestión, actualmente dispersos |
| 9 | Incluir los resultados de las investigaciones nacionales en la toma de decisiones a nivel federal, estatal y municipal |
| 10 | Involucrar al sector pesquero y acuícola en la investigación |
| 11 | Hacer más eficiente los esfuerzos de adaptación y mitigación al cambio climático |
| 12 | Incrementar los recursos humanos, financieros y tecnológicos para enfrentar los efectos del cambio climático |
| 13 | Definir liderazgos en los esfuerzos nacionales, regionales y locales para enfrentar el cambio climático |
| 14 | Integrar un grupo de trabajo realmente operativo |
| 15 | Favorecer la inversión y las políticas para instrumentar estrategias de adaptación y escenarios de impacto |
| 16 | Revisar y adaptar el marco legal para reaccionar ante una urgencia pesquera o acuícola |

| III. Desarrollo de modelos de pronósticos para zonas de mayor vulnerabilidad | |
|---|--|
| 1 | Abordar de manera simultánea los efectos del cambio climático y la sobreexplotación global |
| 2 | Desarrollo de modelos que incluyan impactos de pesca y efectos del medio ambiente |
| 3 | Modelos de predicción que permitan simular el estado de las pesquerías en el contexto de ecosistemas bajo diferentes escenarios |
| 4 | Incorporar mejores datos y desarrollar modelos que tomen en cuenta la incertidumbre en la actividad pesquera, asociada a la variabilidad y cambio climático |
| 5 | Utilizar puntos de referencia e indicadores de la probabilidad de ocurrencia de eventos en programas de monitoreo del cambio |
| 6 | Fomentar los estudios de riesgo en proyectos actividades económicas de acuicultura y pesquerías |
| 7 | Desarrollar modelos de presión del crecimiento de la acuicultura al 2030 ante el cambio global, considerando eutrofización y contaminación de cuencas hidrográficas y de sistemas costeros |
| 8 | Tomar en cuenta el efecto de la variabilidad ambiental en la distribución y abundancia de los recursos pesqueros, en las capturas y los efectos económicos y sociales |
| 9 | Analizar los impactos de eventos El Niño para visualizar los cambios potenciales en diferentes recursos pesqueros |
| 10 | Desarrollo de otras pesquerías de amplia distribución geográfica además del atún |
| 11 | Analizar el deterioro de cuencas hidrológicas y del ecosistema costero en un escenario de cambio global y presión de crecimiento de la acuicultura al 2030 |
| 12 | Desarrollar la capacidad de pronosticar el estado de los océanos en distintas escalas de tiempo, incluyendo escenarios de cambio climático |
| 13 | Desarrollar modelos de mitigación para que el impacto el cambio climático sea menor en la pesca y acuicultura, tomando en cuenta que además de las causas antropogénicas es un proceso geológico natural |
| 14 | Modelar escenarios de esfuerzo en pesquerías, para evaluar el efecto del cambio climático |

| IV. Definición de un marco de referencia con propuestas de metodologías | |
|--|--|
| 1 | Definir con claridad las líneas de investigación actuales e incorporar el tema del cambio climático |
| 2 | Formular un planteamiento estructurado para evaluar los cambios ambientales en el país y en el mundo |
| 3 | Generar visión de largo plazo en los planes y programas de pesca y acuacultura con respecto de escenarios de cambio climático |
| 4 | Identificar zonas clave y parámetros oceanográficos físicos para monitorear cambios |
| 5 | Llevar a cabo estudios básicos integrales, de mediano y largo plazo en los mares y costas mexicanas para evaluar impacto de la variabilidad climática |
| 6 | Realizar un diagnóstico ordenado y sistematizado de la actividad acuícola y pesquera del país, por sistema productivo, apoyado con datos de campo y tecnologías apropiadas |
| 7 | Homogenizar los estudios del impacto del cambio climático en las diversas regiones marinas del país |
| 8 | Homogenizar los esfuerzos de investigación y recursos de todo tipo en estas regiones, especialmente en el Mar Caribe y Pacífico sur |

| V. Generación de bases de datos para realizar evaluaciones, pronósticos, y mapas con reglas claras para un uso interdisciplinario y compartido | |
|---|---|
| 1 | Recuperar, organizar y fortalecer series de tiempo diversas que permitan conocer mejor la variabilidad natural y la provocada por el cambio climático |
| 2 | Integrar información de series históricas de efectos de variables climáticas o indicadores, específicamente modelos predictivos que incluyan riesgo e incertidumbre |
| 3 | Sistematizar y poner a disposición las series históricas del INAPESCA sobre tallas, edades, madurez, etc. para estudiar la variabilidad natural a lo largo de tres décadas |
| 4 | Estudiar las características y efectos de los escenarios climáticos más cálidos en la historia del planeta |
| 5 | Integrar un sistema de obtención de datos (físicos, químicos, biológicos socio-económicos) coordinado, permanente, interinstitucional, y accesible |
| 6 | Generar bases de datos confiables para aumentar la claridad de la investigación planeación y predicción |
| 7 | Promover la organización y la voluntad política entre instancias de investigación |
| 8 | Construir un sistema de observación y monitoreo operacional en todas las regiones de los mares mexicanos, coordinado permanentemente y validado, que sea interinstitucional e interdisciplinario, útil para la toma de decisiones |
| 9 | Desarrollar una base de datos oceanográfica |
| 10 | Incrementar el número de bases de datos georeferenciadas de capturas y esfuerzos, necesarias para evaluar redistribuciones ante el cambio climático |
| 11 | Integrar una base de datos pesquera y oceanográfica, actualizada |
| 12 | Disponer de al menos cinco barcos de investigación oceanográfico-pesqueros, uno para cada uno de los grandes ecosistemas mexicanos |
| 13 | Desarrollar mapas de vulnerabilidad en las zonas costeras de México (impactos pesquero/acuacultura, ecosistemas críticos y aspectos socio-económicos) |
| 14 | Generar bancos de datos apropiados de las diferentes regiones de nuestros mares; por ejemplo, estadísticas apropiadas de captura y de producción de maricultivos |

| VI. Monitoreo permanente en zonas prioritarias de alta productividad con especies clave | |
|--|--|
| 1 | Evaluar posibles efectos del cambio climático en el monitoreo y vigilancia de las pesquerías |
| 2 | Realizar monitoreos adecuados en diferentes regiones de nuestros mares: captura y maricultivos |
| 3 | Generar bases de información con visión de largo plazo para promover un mejor monitoreo |
| 4 | Desarrollar estudios integrales sobre: ciclos biológicos y biogeoquímicos, y distribuciones espaciales |
| 5 | Apoyar programas de monitoreo que ya están obteniendo información de escalas mayores a 10 años |
| 6 | Establecer un programa de monitoreo permanente sobre cambio en las variables físico-químicas y sobre la distribución de las pesquerías ya que no existen |
| 7 | Resolver la carencia de información derivada del monitoreo para apoyar la toma de decisiones |
| 8 | Monitorear sistemáticamente en ambientes templados y tropicales con especies pelágicas los siguientes elementos: eventos reproductivos (fechas y sitios), reclutamiento larval y juvenil |
| 9 | Instrumentar el monitoreo sistemático e integral de las zonas de alta productividad del país |
| 10 | Instrumentar el monitoreo operacional de nuestros mares y costas, desde variables físicas hasta pesquerías (boyas, radares y monitoreos en campo) |

| VII. Aspectos socio económicos ante el cambio climático | |
|--|---|
| 1 | Investigar efectos económicos el cambio climático en las pesquerías de México |
| 2 | Realizar un estudio del posible efecto del cambio climático en el empleo generado en la pesca y la acuacultura |
| 3 | Evaluar el impacto económico, jurídico y social en los cambios de distribución y abundancia de recursos pesqueros causado por los efectos ambientales |

| VIII. Difusión y comunicación | |
|--------------------------------------|---|
| 1 | Revisar el concepto de sustentable de los recursos oceánicos y su vulnerabilidad ante el cambio climático |