

Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina

Potenciales impactos y desafíos para la adaptación

Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS)
Universidad de Concepción
5-7 de Octubre de 2011
Concepción, Chile



Collage de la portada: Producido por D. Soto, fotografías de FAO FIRA photolibrary y figura tomada de CEPAL (Gonzalez Guerrero *et al.*, este volumen).

Los pedidos de publicaciones de la FAO pueden ser dirigidos a:

GRUPO DE VENTAS Y COMERCIALIZACIÓN

Subdivisión de Políticas y Apoyo en materia de Publicaciones

Oficina de Intercambio de Conocimientos, Investigación y Extensión

FAO, Viale delle Terme di Caracalla 00153 Roma, Italia

E-mail: publications-sales@fao.org

Fax: +39 06 57053360

Página web: www.fao.org/icatalog/inter-e.htm

Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina

Potenciales impactos y desafíos para la adaptación

Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental
(COPAS) Universidad de Concepción
5-7 de Octubre de 2011
Concepción, Chile

Doris Soto

Oficial superior Acuicultura
Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO
Roma, Italia

y

Renato Quiñones

Profesor titular
Universidad de Concepción
Concepción, Chile

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-307775-5 (edición impresa)

E-ISBN 978-92-5-307776-2 (PDF)

© FAO 2013

La FAO fomenta el uso, la reproducción y la difusión del material contenido en este producto informativo. Salvo que se indique lo contrario, se podrá copiar, imprimir y descargar el material con fines de estudio privado, investigación y docencia, o para su uso en productos o servicios no comerciales, siempre que se reconozca de forma adecuada a la FAO como la fuente y titular de los derechos de autor y que ello no implique en modo alguno que la FAO apruebe los puntos de vista, productos o servicios de los usuarios.

Todas las solicitudes relativas a la traducción y los derechos de adaptación así como a la reventa y otros derechos de uso comercial deberán dirigirse a www.fao.org/contact-us/licence-request o a copyright@fao.org.

Los productos de información de la FAO están disponibles en el sitio web de la Organización (www.fao.org/publications) y pueden adquirirse mediante solicitud por correo electrónico a publications-sales@fao.org.

Preparación de este documento

Estas Actas reúnen tres casos de estudio sobre impacto de cambio climático en la pesca y la acuicultura en distintas regiones climáticas de América Latina y un estudio sobre la vulnerabilidad de las zonas costeras incluyendo también el Caribe. Estos estudios se presentaron y discutieron en un Taller de Expertos sobre “Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en América Latina: Potenciales Impactos y Desafíos para la Adaptación” llevado a cabo del 5 al 7 de octubre de 2011, en el Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

En el taller participaron 26 expertos de América Latina representando a ocho países de la región e incluyendo oficiales técnicos de FAO. Entre los participantes se contó también con representantes del sector académico, gubernamental, de la pesca artesanal y de la acuicultura, además de organizaciones regionales intergubernamentales. El taller fue organizado en forma conjunta por el Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO en Roma, la oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe y el Centro COPAS de la Universidad de Concepción, Chile. Estas Actas fueron compiladas y editadas por Doris Soto del Departamento de Pesca y Acuicultura de FAO y por Renato Quiñones del Centro COPAS. Este trabajo fue financiado por el Gobierno de Japón (GCP/INT/253/JPN).

Se agradece el apoyo técnico de Alejandro Flores y Laura Meza de la oficina regional de FAO para América Latina y el Caribe, el apoyo editorial de Danielle Rizcallah y la diagramación realizada por Jose Luis Castilla Civit.

Los estudios de caso se reproducen tal como fueron presentados por sus autores.

Resumen

Estas Actas reúnen casos de estudio y las deliberaciones de un taller regional de expertos titulado “Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en América Latina (LA): Potenciales Impactos y Desafíos para la Adaptación” que llevó a cabo del 5 al 7 de octubre de 2011, en el Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. El taller tuvo como principal objetivo ofrecer una perspectiva regional inicial para América Latina sobre de los posibles impactos y potencial de adaptación al cambio climático en la pesca y la acuicultura, además de discutir y acordar recomendaciones regionales para fortalecer la adaptación a nivel nacional y local y fortalecer la colaboración regional

En la reunión se presentaron y discutieron tres casos de estudio provenientes de ambientes diversos; uno en una zona costera tropical, el Golfo de Fonseca en Centro América (Nicaragua, Honduras y El Salvador), el segundo en la provincia de Loreto cubriendo una parte del Alto Amazonas en Perú representando las aguas continentales y el tercero dividido en dos capítulos representando la situación de los ambientes marinos asociados a la corriente de Humboldt y la Patagonia. Adicionalmente se presentó un estudio sobre la vulnerabilidad de las costas de América latina y el Caribe. El Taller permitió además recoger otras experiencias de países y de cuencas en la región para ofrecer un panorama de diagnóstico preliminar más completo.

Las presentaciones y discusiones dejaron en evidencia que el cambio climático presenta una amenaza para la pesca y la acuicultura. El taller recomendó mejorar la preparación y adaptación a la variabilidad climática como una estrategia que recogería más apoyo entre los grupos interesados y las instituciones puesto que es una necesidad que se percibe como inmediata, sin embargo los fenómenos y tendencias de largo plazo no deben desconocerse. Es necesario lograr mayor coordinación entre las instituciones que lideran las actividades de cambio climático, ubicadas usualmente en los ministerios o unidades de medio ambiente, con los ministerios e instituciones del sector pesca. El taller también recomendó incrementar la integración y el empoderamiento de las entidades con incidencia en el tema dentro del sector acuícola y pesquero, y generar una mayor integración con otros organismos relevantes (por ejemplo seguridad alimentaria, prevención de riesgo de desastres). Por otra parte, es necesario evitar la superposición y repetición de acciones entre instituciones.

Se requiere además incrementar los esfuerzos para difundir y concientizar sobre los potenciales efectos del cambio climático y requerimientos de adaptación a niveles locales (comunidades de pescadores y acuicultores) incluyendo a las mujeres y grupos minoritarios.

Soto, D y Quiñones, R. 2013.

Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: Potenciales impactos y desafíos para la adaptación.

Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS), Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

FAO Actas de Pesca y Acuicultura. No. 29. Roma, FAO. 335 pp.

Índice

Preparación de este documento	iii
Resumen	iv
Genesis y ejecución del taller	1
Anexo 1 – Programa	13
Anexo 2 – Listado de participantes	15
Anexo 3 – Resúmenes de las presentaciones al taller	17
ESTUDIOS DE CASO	23
1. Impacto del cambio climático en las zonas costeras – Datos e información en América Latina y el Caribe	25
BORJA GONZÁLEZ REGUERO, IÑIGO LOSADA RODRÍGUEZ; FERNANDO MÉNDEZ INCERA; SONIA CASTAÑEDO BÁRCENA	
2. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua)	39
ARLEN DEL ROSARIO MARTÍNEZ ORTIZ Y JUAN RAMÓN BRAVO MORENO	
3. Vulnerabilidad de la pesca y acuicultura amazónicas al cambio climático – Perspectiva de la provincia de Loreto, Perú	103
GONZALO TELLO	
4. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático – El caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile	183
RENATO A. QUIÑONES, HUGO SALGADO, ALDO MONTECINOS, JORGE DRESDNER Y MANUELA VENEGAS	
5. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile – Estudio de caso acuicultura Chile	275
EXEQUIEL GONZÁLEZ, P., RICARDO NORAMBUENA, C., RENATO MOLINA, H. Y FELIPE THOMAS, A.	

Genesis y ejecución del Taller

ANTECEDENTES

Desde el siglo XVIII, aproximadamente, las actividades humanas vienen generando subproductos que están alterando los sistemas naturales y el clima, con un efecto neto de calentamiento del planeta. La progresiva destrucción de la cubierta vegetal (bosques) y la masiva emisión de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles como el petróleo, son las principales causas de esta alteración. Adicionalmente la ganadería contribuye a estos mediante la producción de metano. Estos gases de efecto invernadero, especialmente el CO₂, se están acumulando en la atmósfera a una velocidad mayor que la capacidad de asimilación del planeta y están provocando el aumento de la temperatura media de la tierra. Se estima que el 70 por ciento de la acumulación de estos gases en la atmósfera se ha producido en los últimos 30-40 años (IPCC, 2007).

Por otra parte, se estima que la población mundial alcanzará cerca de 10 000 millones de personas para el año 2050, y que esta expansión acarreará un aumento de las necesidades mundiales de alimentos durante la primera mitad del presente siglo. La capacidad de alimentar una población creciente dependerá de la posibilidad de incrementar al máximo la eficiencia y sostenibilidad de los métodos de producción de alimentos. El cambio climático, según los pronósticos más recientes, afectará negativamente la producción de alimentos en general. No obstante, los efectos del cambio climático sobre la producción de peces comestibles han recibido, hasta ahora, escasa atención en comparación con todos los demás sectores productivos primarios. De hecho, el sector pesca se menciona sólo una vez en el *Informe de síntesis* del IPCC (2007) refiriéndose a la circulación de retorno meridional atlántica, e indicando que es probable que ocurran cambios en la productividad ecosistémica y en las pesquerías en general.

Las modificaciones más notables y significativas para la pesca y la acuicultura, asociadas con el cambio climático son el aumento gradual de las temperaturas mundiales medias lo que ha sido ampliamente documentado (IPCC, 2007). Existe cierto consenso que el planeta se calentará hasta en 1,1°C durante este siglo, pero si las concentraciones de gases de efecto invernadero siguen aumentando al ritmo actual, el incremento de temperatura media puede alcanzar 3°C. Incrementos de estas magnitudes tendrán importantes efectos sobre la estructura y funcionamiento de los ecosistemas afectando las condiciones de vida de gran parte de la humanidad.

El cambio climático global conlleva además del incremento de la temperatura media del planeta una serie de otras alteraciones potencialmente dañinas para la pesca y la acuicultura, tales como: (i) cambios en temperatura del mar a nivel local; (ii) acidificación del océano; (iii) aumento en el nivel del mar; (iv) cambios en la concentración de oxígeno ambiental; (v) incremento en la severidad y frecuencia de tormentas; (vi) cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas; (vii) cambios en los patrones de lluvia; (viii) cambios en los caudales de ríos; y (ix) cambios en flujos biogeoquímicos (nitrógeno).

Tal y como ocurre en otros sectores productivos primarios se espera que la producción de pescado¹ comestible a través de la pesca y la acuicultura sufra los efectos de los cambios en estos factores debido al cambio climático, generando impactos de distinto nivel de intensidad en varios lugares del mundo.

¹ Pescado en este documento representa todos los productos acuáticos incluyendo peces óseos, cartilaginosos, invertebrados (por ejemplo mejillones, crustáceos etc.) y algas.

En América latina y el Caribe (LAC), la pesca y más recientemente la acuicultura son actividades importantes que aportan un porcentaje significativo de la extracción mundial. En el año 2008, según la FAO (FAO, 2010), la producción total de recursos marinos y continentales en América Latina y el Caribe (incluyendo pesca y acuicultura) alcanzó a 17.7 millones de toneladas representando el 12,4 por ciento de la producción mundial. Esta producción emplea aproximadamente a 1.3 millones de pescadores y acuicultores, si bien se reconoce que es una cifra subestimada.

La pesca y la acuicultura son parte de las actividades principales en las zonas costeras, particularmente la pesca artesanal y/o de pequeña escala, actividad que se ha constituido en un refugio para el desempleo en muchos países, contribuyendo con ello a reducir uno de los principales problemas de la región: la pobreza. En el 2006, en América Latina y el Caribe, el 48 por ciento de la población total estaba debajo de la línea de pobreza, lo cual ubica el tema como de alta prioridad en la región.

Se reconoce por otra parte, que la pesca extractiva en la región está estancada o en disminución, particularmente la pesca marina, por cuanto la información sobre la pesca continental es menos confiable. En tanto la acuicultura continúa expandiéndose en la región con una tasa de crecimiento mayor que en otras regiones (18 por ciento). No obstante, la acuicultura es sensible a catástrofes y forzantes externos como enfermedades, floraciones de algas tóxicas y cambios en las condiciones ambientales que afecten la salud de los organismos y su productividad. Una enfermedad o una condición que produzca mortalidad (por ejemplo baja de oxígeno) puede eliminar la producción de áreas completas y causar estragos en el empleo y en el desarrollo local, cuando la actividad concentra gran parte del trabajo y oportunidades de desarrollo en un área. Un ejemplo reciente es el de la gran caída de la producción salmonera en Chile como resultado de una enfermedad viral que se expandió rápidamente.

Por otra parte, los recursos pesqueros son muy sensibles a cambios en las condiciones oceanográficas y a El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) que pueden afectar tanto los ambientes marinos como continentales produciendo cambios en la temperatura, oxígeno disuelto y concentración de nutrientes, con el consiguiente impacto sobre la abundancia de poblaciones de peces o produciendo migraciones fuera de las áreas de pesca actuales.

Si bien existe un cierto grado de conocimiento general sobre los posibles impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura a nivel global y de las posibilidades de adaptación, se hace cada vez más necesario mejorar el conocimiento a escalas más pequeñas, a nivel de países, subregiones, cuencas, zonas y comunidades costeras para preparar a los pescadores y acuicultores, y sus comunidades, a enfrentar los efectos negativos y a mejorar su capacidad de adaptación.

La FAO ha estado desarrollando casos de estudio sobre los impactos del cambio climático en la pesca y la acuicultura y la capacidad de adaptación en diversos países y regiones. En América Latina se están desarrollando tres casos de estudio; uno en el Golfo de Fonseca, Centro América (Nicaragua, Honduras y El Salvador), en la provincia de Loreto cubriendo una parte del Alto Amazonas en Perú y el tercero en Chile, cubriendo ambientes marinos asociados a la corriente de Humboldt y la Patagonia. Se espera utilizar estos estudios en conjunto con otras experiencias regionales como base para extrapolar a la situación en la región. Para esto se realizó un Taller de Expertos titulado “Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en América Latina: Potenciales Impactos y Desafíos para la Adaptación” llevado a cabo del 5 al 7 de octubre de 2011, en el Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. Taller permitió además recoger otras experiencias de países y de cuencas en la región para ofrecer un panorama de diagnóstico preliminar más completo.

Objetivos del Taller

Los objetivos específicos que se plantearon para el taller fueron:

- Generar, a partir de información local (a nivel país y subregión), una perspectiva regional inicial (América Latina) de los posibles impactos y potencial de adaptación al CC en la pesca y la acuicultura
- Discutir y acordar recomendaciones regionales para fortalecer la adaptación a nivel nacional y local y fortalecer la colaboración regional
- Analizar el potencial de financiamiento para los países de América Latina dentro del programa de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (más conocido por las siglas en inglés (UNFCCC) para la pesca y la acuicultura
- Producir la información necesaria para una publicación regional sobre CC pesca y acuicultura incluyendo recomendaciones de políticas

Participación

En el Taller participaron 26 expertos de América Latina representando a ocho países de la región e incluyendo cuatro oficiales técnicos de FAO. Entre los participantes se contó también con representantes del sector académico, gubernamental, de la pesca artesanal y de la acuicultura, además de organizaciones regionales intergubernamentales. El programa y el listado de participantes se encuentran en los Anexos 1 y 2.

Estructura del Taller

La estructura del Taller consistió en presentaciones generales incluyendo: i) una presentación, charla inaugural sobre cambio climático considerando aspectos globales y regionales; ii) aspectos generales de evaluación de vulnerabilidad y potencial de adaptación global y regional, en agricultura pesca y acuicultura; iii) situación actual de base de la pesca y la acuicultura en América Latina; y iv) potencial de financiamiento para la adaptación y como incluir a la pesca y la acuicultura.

Luego se presentaron estudios de caso que entregaron una perspectiva sobre los potenciales impactos y vulnerabilidad en distintas zonas climáticas de la región. Estos estudios de caso se realizaron con el auspicio de FAO y fueron coordinados por COPAS. Los tres casos de estudio son: i) el Golfo de Fonseca, Centro América (Nicaragua, Honduras y El Salvador) (Martinez-Ortiz y Bravo-Moreno, 2013); ii) la provincia de Loreto cubriendo una parte del Alto Amazonas en Perú (Tello, 2013); y iii) Chile, cubriendo ambientes marinos asociados al Sistema de la Corriente de Humboldt y la zona Patagónica (Quiñones *et al.*, 2013, and Gonzalez *et al.*, 2013). Adicionalmente se invitaron otras dos exposiciones, incluyendo un estudio de caso en Brasil y el programa de coordinación para evaluar impactos del cambio climático y adaptación en el sector pesca en México. Se incluyó además una presentación especial realizada por teleconferencia que abordó aspectos modelos y mapas de riesgos asociados a cambio climático para las zonas costeras de América Latina y el Caribe.

Las exposiciones culminaron con una serie de breves presentaciones de los expertos de diferentes países y organizaciones sobre iniciativas actuales para abordar los impactos del cambio climático en pesca y acuicultura en la región.

Posteriormente, el taller continuó en grupos de trabajo que discutieron las principales recomendaciones de políticas públicas y acciones a coordinar regionalmente. El programa del taller y el resumen de las exposiciones se encuentran en los Anexos 2 y 3 respectivamente.

Productos del Taller

El Taller produjo una serie de recomendaciones a los gobiernos de la región, a FAO, a la conferencia Regional de FAO y a las comisiones de pesca de la región (por ejemplo COPECAALC) sobre políticas públicas y acciones de colaboración regional que

refuerzan la capacidad de adaptación del sector pesca y acuicultura. Tales políticas y acciones están especialmente orientadas a favorecer a las comunidades más vulnerables en la región.

Como principal resultado del Taller se produce la presente publicación que contiene, un documento que resume la situación de América Latina en relación al cambio climático, la pesca y la acuicultura, los estudios de caso, los resúmenes in extenso de otras presentaciones y las recomendaciones del Taller.

En la presente publicación se aportan también resúmenes ejecutivos de diversas presentaciones de expertos que enriquecieron las discusiones y las conclusiones y recomendaciones del Taller.

Principales elementos de discusión del Taller

El Taller, a través de las presentaciones y discusiones, abordó los diferentes componentes de la vulnerabilidad, exposición, sensibilidad, potenciales impactos y capacidad de adaptación, de acuerdo a lo propuesto por Cochrane *et al.* (2009) y Allison *et al.* (2009).

El sector pesca y acuicultura experimenta en forma permanente importantes niveles de variabilidad climática, la cual se puede convertir en una amenaza relevante en el corto plazo. Los eventos El Niño y La Niña son parte de la variabilidad climática natural que normalmente debe enfrentar el sector, especialmente en las costas del Pacífico Sur oriental. La presencia de huracanes y grandes tormentas en Centro América y el Caribe a menudo sucedidas por prolongadas sequías también constituyen parte de la variabilidad, a menudo poco predecible, que experimentan pescadores y acuicultores de la región.

Una dificultad importante es justamente la imposibilidad de distinguir claramente impactos derivados de variabilidad climática (normal?) de aquellos asociados a tendencias definitivamente asociadas a cambio climático resultante del aumento de gases invernadero (GI). Ello incluye la incerteza sobre los potenciales impactos que tendría el cambio climático sobre la frecuencia e intensidad de los huracanes y grandes tormentas y sobre el fenómeno del Niño, Oscilación del Sur.

En general, se reconoce que a nivel local, pescadores y acuicultores no están suficientemente informados sobre las potenciales amenazas del cambio climático. Tampoco existe suficiente información y preparación para enfrentar los riesgos asociados a la variabilidad climática en general.

El Taller reconoció que uno de los problemas más importantes que incrementan tanto la exposición como la sensibilidad de la pesca al cambio climático es el estado de sobre explotación de muchos recursos. Esta situación se verifica en la mayoría de los países y en la mayoría de los ecosistemas de la región, si bien la condición de la pesca continental pudiera ser menos frágil.

Por otra parte, es posible que el cambio climático ya esté afectando a la pesca y la acuicultura, pero es difícil separar estos efectos de aquellos antrópicos directos.

La pesca de pequeña escala a menudo sustenta a las comunidades más pobres y puede proveer sustento alternativo para aquellos habitantes que dependen principalmente de la agricultura, cuando esta ha sido fuertemente afectada, por ejemplo por variabilidad climática tales como sequías e inundaciones. La pesca costera está a menudo abierta a aquellos que la quieren practicar y frecuentemente es un último recurso de sustento.

El Taller reconoció que las condiciones de manejo de la acuicultura determinan también la exposición y sensibilidad del sector al cambio climático. Una acuicultura bien planificada y que se maneja con buenas prácticas, ubicada estratégicamente en el espacio, donde existe un buen manejo sanitario, etc. esta mejor preparada para emergencias climáticas y otros eventos.

El Taller resaltó que la falta de coordinación existente entre organizaciones relevantes es un gran desafío a nivel nacional, regional e internacional. Si bien 27 países de la

región ya han presentado la segunda “Comunicación de cambio climático” a UNFCCC y siete están preparando la tercera Comunicación, en estas en general, el sector pesca y acuicultura está escasa o mínimamente representado, incluso en países donde el sector es relevante en el PIB. Ello se debería en parte al hecho que en la mayoría de los países los puntos focales para el tema cambio climático y la elaboración de las comunicaciones nacionales se encuentra dentro de un ministerio de medio ambiente o en alguna unidad/institución ambiental, la cual a menudo no se contacta o no se relaciona suficientemente con las instituciones de pesca y acuicultura.

Conclusiones y recomendaciones del Taller

Recomendaciones que se derivaron de las presentaciones

- 1) Mejorar la preparación y adaptación a la variabilidad climática puede ser una estrategia que recoja más apoyo entre los grupos interesados, que llegue más fácilmente a las comunidades costeras y las instituciones puesto que es una necesidad que se percibe como inmediata, sin embargo los fenómenos y tendencias de largo plazo no deben desconocerse. Mejorando la adaptación a la variabilidad climática en el corto plazo contribuye a la adaptación en el largo plazo.
- 2) Es necesaria una mayor coordinación entre las instituciones que lideran las actividades de CC, ubicadas usualmente en los ministerios o unidades de medio ambiente, con los ministerios e instituciones de los sectores alimentarios.
- 3) Es crucial incrementar la integración y el empoderamiento de las entidades con incidencia en el tema dentro del sector agrícola y pesquero, y generar una mayor integración con otros organismos relevantes (por ejemplo seguridad alimentaria, prevención de riesgo de desastres). Por otra parte, es necesario evitar la superposición y repetición de acciones entre instituciones.
- 4) Se requiere incrementar los esfuerzos para difundir y concientizar sobre los potenciales efectos del cambio climático y requerimientos de adaptación a niveles locales (comunidades de pescadores y acuicultores) incluyendo a las mujeres y grupos minoritarios.

Plan de acción propuesto para mejorar la adaptación de la pesca y la acuicultura al cambio climático en América Latina

- 12 meses
 - Informe del taller y publicación del documento con los casos de estudio y recomendaciones
 - Recomendaciones se presentan a la COPESCAALC en Noviembre del 2011
 - Recomendaciones se presentan a la Conferencia regional de la FAO (todos los países)
- 24 meses
 - Comenzar a implementar algunas de las medidas que se recomendaron y se describen más abajo
- 5 años
 - Se evalúan las medidas y acciones a través de indicadores de “adaptación”

Temas prioritarios

El Taller acordó abordar 5 temáticas para orientar un plan de acción para mejorar la adaptación al cambio climático en el sector pesca y acuicultura de la región. También se acordó proponer las **principales recomendaciones de políticas nacionales y regionales** dentro de cada una de las temáticas y proponer algunas **acciones específicas** que se puedan abordar regionalmente y a las cuales pueda portar la FAO directamente o través de sus comisiones de pesca y acuicultura y a través de la conferencia de regional de FAO:

- Fortalecer la base de conocimiento nacional y regional sobre el cambio climático y su impacto sobre la pesca y la acuicultura

- Realizar esfuerzos coordinados para implementar en forma efectiva un mejor manejo de los recursos pesqueros y acuícolas como un mecanismo primordial para reducir la exposición a cambio climático y mejorar la adaptación
- Evaluar y adaptar los marcos normativos y jurídicos para facilitar las medidas de adaptación
- Creación de capacidades a todos los niveles (comunidades de pescadores y acuicultores, sector público y privado)
- Llamar la atención de autoridades y gobiernos hacia la pesca y la acuicultura en cuanto a sus necesidades de adaptación al cambio climático y su potencial oferta como alternativa de medio de vida/adaptación de otros sectores
- Abordar en forma coordinada la búsqueda de financiamiento para la adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura

1 – DESARROLLO Y FORTALECIMIENTO DE LA BASE DE CONOCIMIENTOS SOBRE VULNERABILIDAD, CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN (ASPECTOS INSTITUCIONALES Y DE GOBERNANZA, ASPECTOS TECNOLÓGICOS, BIOTECNOLOGÍAS, ETC.)

Políticas generales recomendadas

- a. Es urgente generar conciencia en los gobiernos sobre la importancia del CC y sus efectos sobre la pesca y la acuicultura. Es clave enfatizar que el CC es una amenaza adicional y que puede sobreponerse a la variabilidad climática natural y que puede empeorar la condición de aquellos recursos pesqueros ya sobre explotados. Se requiere la compilación de estudios más detallados a escala nacional para documentar el CC a escala regional.
- b. Es necesario potenciar el empoderamiento y la visibilidad de los entes vinculados al CC en los Gobiernos nacionales/locales e incrementar el grado de interacción y coordinación entre las distintas agencias internacionales que trabajan en el CC y sus efectos en la pesca y la acuicultura en América Latina.
- c. Se requiere crear y/o potenciar el financiamiento para formar y fortalecer los equipos científicos y tecnológicos adecuados para que aborden los aspectos de vulnerabilidad y potencial de adaptación en pesca y acuicultura con una perspectiva multidisciplinaria.
- d. Se deben establecer políticas e instrumentos para la vinculación, a nivel nacional, en la institucionalidad relacionada al CC con aquella a cargo de la prevención y mitigación de desastres.
- e. Es necesario facilitar y asegurar el acceso a la información relevante en forma transparente y que ésta vaya en beneficio de pescadores y acuicultores, especialmente en aquellas comunidades más necesitadas y con las consideraciones de género pertinentes. Se debe contemplar, entre otros, el establecimiento de sistemas de monitoreo integrados, la elaboración de mapas de riesgos, etc.

Acciones concretas para fortalecer la base de conocimiento

- Es necesario compilar estudios a escala nacional para documentar el CC a escala regional. Por otra parte también se requieren estudios a nivel sub-regional (por ejemplo cuencas compartidas). En ambos casos se requiere acceso a la información meteorológica y climática pública y privada, y se requiere la colaboración de los países para las acciones conjuntas que se estimen necesarias.
- Se requiere generar bases de datos y una institucionalidad adecuada para el uso y administración de la información respecto de vulnerabilidad y adaptación al CC desde la perspectiva de la pesca y la acuicultura (por ejemplo climatológica, oceanográfica, grado de vulnerabilidad, económica, social, recursos genéticos, conocimiento local cultural, entre otras).

- Con las consideraciones anteriores se propone en forma prioritaria:
 - i) Establecer una red entre instituciones regionales, nacionales, públicas y/o privadas que actualmente colectan o que pueden colectar datos relevantes para hacer un seguimiento del CC global y sus impactos sobre la pesca y la acuicultura (por ejemplo CPPS, institucionalidad de recursos hídricos, etc.). Esta red tendría como funciones: a) Compilar y mantener actualizada una base de datos sobre variables relevantes al CC y su impacto sobre la pesca y la acuicultura de la región; b) asegurar un fácil acceso a la información sobre variables relevantes al CC y su potencial impacto sobre la pesca y la acuicultura a todos los países de la región y a los grupos de interés; (c) establecer un sistema de alerta temprana sobre eventos de potencial amenaza (por ejemplo tormentas, sequías, florecimientos algales; d) desarrollar mapas de riesgo para cuencas, países, subregiones etc.; e) compartir información de utilidad para definir acciones o medidas de manejo en el mediano y largo plazo; f) contribuir al proceso de educación y transferencia de conocimiento sobre el CC a las comunidades de pescadores y acuicultores.

Para este fin se propone elaborar un proyecto de formulación de la red regional para adaptación al cambio climático en pesca y acuicultura

- Otras acciones específicas que se consideran necesarias a nivel nacional y regional incluyen:
 - ii) Fomentar la elaboración y mantenimiento de inventarios pesqueros e inventarios acuícolas nacionales actualizados y geo-referenciados, con una metodología común para LAC, que incluyan capital humano y de infraestructura, producción, aspectos básicos de comercialización, etc. con especial énfasis en pesca artesanal. Esta acción específica está en línea con lo que la FAO requiere de los países en cuanto a recolección de información y reporte para la elaboración de estadísticas regionales y globales que apoyen medidas conjuntas.
 - iii) Incrementar los estudios de capacidad de carga en sistemas de alta productividad acuícola para garantizar la sustentabilidad de la actividad frente a factores forzantes del CC.
 - iv) Recopilar y analizar información de investigaciones en el campo de la fisiología, genética y biotecnología de las especies que son objeto de pesca y de cultivo y que pueden ofrecer potencial de adaptación, especialmente en acuicultura. Un estudio regional sobre estos temas sería especialmente relevante en el caso de especies presentes en recursos compartidos en la región.

2 – ASEGURAR EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS REDUCIENDO LA EXPOSICIÓN Y SENSIBILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MEJORANDO LA INTEGRACIÓN CON OTROS SECTORES (EA)

Políticas generales recomendadas

- a. Fomentar el conocimiento, nivel de interés y conciencia de las organizaciones regionales y los gobiernos-estados nacionales y locales respecto del CC y el incremento en la vulnerabilidad del sector, especialmente en aquellas situaciones donde existe sobre explotación de recursos pesqueros y donde el manejo de la acuicultura es deficiente.
- b. Incrementar el nivel de interés, conciencia y compromiso, de las organizaciones regionales y los gobiernos-estados nacionales y locales respecto de la visión de largo plazo en el uso sustentable de los ecosistemas y recursos acuáticos para contribuir a minimizar los efectos de la vulnerabilidad al CC de la de la pesca y la acuicultura.

- c. Fomentar la implementación de un enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura², cambiando el foco de la pesca y de la producción acuícola más allá del recurso objetivo, hacia objetivos de sustentabilidad y en este caso particular de incrementar la adaptación al cambio climático.
- d. Promover la ejecución de estudios que analicen las respuestas locales esperadas del calentamiento global en la pesca y la acuicultura con otros cambios globales que están teniendo lugar en muchos ecosistemas del mundo, tales como la disminución en la biodiversidad, degradación del hábitat, contaminación y desoxigenación de los océanos.

Acciones concretas para reducir la exposición y sensibilidad de los recursos pesqueros y acuícolas al cambio climático mediada por el manejo de los mismos

- Generar indicadores respecto de lo que se deja de ganar en términos privados y sociales (impactos económicos y sociales) por los efectos de la vulnerabilidad al CC y la variabilidad climática (VC).
- Incorporar el tema de la VC y el CC en la investigación y medidas de manejo en la pesca y la acuicultura incluyendo desarrollo de metodologías y modelos.
- Incorporar el análisis y evaluación de riesgos, generado por la VC y CC, en la toma de decisiones de la pesca y la acuicultura.

Financiar programas para la educación de los grupos interesados (por ejemplo funcionarios de la institucionalidad pública, miembros de ONGs, dirigentes de pescadores, dirigentes sociales, miembros de empresas privadas, etc.) respecto de la sustentabilidad de la pesca y la acuicultura y su relación con el cambio climático global.

- Con las consideraciones anteriores se propone en forma prioritaria:
 - i) Desarrollar un programa de talleres regionales y sub-regionales por ejemplo en cuencas compartidas para difundir los principios y prácticas del enfoque ecosistémico y su relevancia como principal herramienta para reducir la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático. Estos talleres deben poner énfasis en aquellos aspectos cruciales del manejo pesquero y acuícola a nivel regional que deben ser abordados para reducir la vulnerabilidad del sector (por ejemplo sobre explotación, uso de especies exóticas en acuicultura, capacidad de carga para el cultivo etc.).

3 – ADECUAR LOS MARCOS NORMATIVOS Y JURÍDICOS PARA FACILITAR LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL SECTOR

Políticas generales recomendadas

- Generar/Fomentar institucionalidad proactiva y estable en el tiempo para coordinar las acciones de adaptación y mitigación necesarias para enfrentar el efecto del cambio climático sobre la pesca y la acuicultura
- Vincular la responsabilidad del rol institucional para asegurar la ejecución (obligatoriedad)
- Facilitar/promover el financiamiento para la adaptación al cambio climático, basal público e incremental, considerando incentivos privados, y fondos internacionales para lo regional

Acciones específicas

- Establecer marcos regulatorios/vinculantes
- Evaluar disponibilidad de fondos internacionales para la base de proyectos regionales

² EAF y EAA (FAO 2003, 2011).

- Solicitar la preparación de proyectos de monitoreo y control nacionales
- Fomentar la creación de instrumentos de financiamiento público/privado

Como acción específica prioritaria se propone:

- i) Realizar una evaluación regional de la política pesquera y acuícola en relación con el cambio climático global. Esta evaluación puede servir para resaltar los principales vacíos y requerimientos institucionales para mejorar la adaptación del sector. Este estudio/evaluación puede también destacar el potencial de cooperación regional para fortalecer estos aspectos.

4 – GENERACIÓN DE CAPACIDADES

Políticas generales recomendadas

- Fomentar estrategias de comunicación efectiva sobre los productos de monitoreo y control, y resultados de las investigaciones científico-tecnológicas relevantes al impacto del cambio global sobre la pesca y la acuicultura.
- Promover la generación de instancias de análisis y trabajo conjunto entre la institucionalidad pública y líderes/ representantes de los pescadores y acuicultores sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático global desde la perspectiva de la pesca y la acuicultura.
- Fortalecer las capacidades organizacionales de los pescadores y acuicultores y de las comunidades en las cuales se insertan, para enfrentar las amenazas del cambio climático.
- Documentar y analizar de manera sistemática por parte de organizaciones regionales de los eventos de crisis en la pesca y la acuicultura y la forma en que se han superado, de tal forma de contribuir a mejorar las capacidades de adaptación al cambio climático y al perfeccionamiento de la gobernanza.

Acciones específicas

Como acción específica prioritaria se propone:

- i) Crear programas de adaptación en el corto y mediano plazo para casos de estudios específicos basados en el análisis de eventos previos de crisis en la pesca y la acuicultura y la forma en que se han superado. Generar un programa de talleres regionales de capacitación a administradores, y tomadores de decisión públicos y privados sobre las amenazas que presenta el cambio climático para el sector pesca y acuicultura.

5 – ELEVAR ATENCIÓN AL SECTOR PESCA Y ACUICULTURA PARA ATRAER ATENCIÓN Y FINANCIAMIENTO DE LA ADAPTACIÓN EN EL SECTOR

Políticas generales recomendadas

- El Taller consideró que se deben reforzar políticas que destaquen las ventajas comparativas y competitivas del sector pesca y acuicultura en la provisión de alimento de alta calidad proteica ante las amenazas generadas por el cambio climático. En este contexto, es importante destacar que el sector pesca y acuicultura, con un buen manejo, debiera contribuir minoritariamente a la generación de gases de efecto invernadero haciendo, por lo tanto, una contribución a las políticas de mitigación al cambio climático.
- Caracterizar el valor de los alimentos derivados de la pesca y la acuicultura en la salud pública, su contribución a la seguridad alimentaria, su potencial biotecnológico y su papel en la adaptación al cambio climático
- Reforzar y resaltar la relevancia del sector especialmente la pesca de pequeña escala/artesanal como adaptación y alternativas de vida (medio de subsistencia)

para otros sectores que están sufriendo los impactos del cambio climático, especialmente grupos que presentan alta vulnerabilidad social tales como comunidades rurales y pueblos originarios.

- Identificar casos de estudio de impactos transfronterizos del cambio climático sobre la pesca y/o la acuicultura para promover el interés de organizaciones regionales.

Acciones específicas

- Construir indicadores que permitan identificar cuáles grupos humanos se verán afectados por el cambio climático, su relevancia a nivel local y/o regional, sus alternativas económicas, su vulnerabilidad y marginalidad social.
- Identificación y construcción de escenarios de oportunidades de los países de LAC como productores de alimento ante escenarios futuros de cambio climático. Estimar a nivel regional el potencial acuícola e identificar en la cadena productiva de la acuicultura aquellas fases con valor social, como posible contribución para la reducción de la vulnerabilidad de otros sectores frente al cambio climático.

Como acciones prioritarias se propone:

- i) Desarrollar estrategias comunicacionales para “mostrar y resaltar” al sector y para ofrecer información sobre su relevancia en la adaptación de las comunidades costeras en general frente al cambio climático.

6 – MECANISMOS FINANCIEROS

Políticas generales recomendadas

- Incorporar en los planes de acción, el análisis de valoración económica, social y ambiental por estrategia para facilitar su financiamiento y priorización por parte de la autoridad.
- Implementar mecanismos que incentiven la participación de fondos y financiamiento privados (a escalas local, nacional o regional (transfronterizos) pero con transparencia.

Acciones específicas

- Identificar fondos públicos, tanto aquellos disponibles para pesca y acuicultura como los relacionados a temas ambientales, para el desarrollo de acciones ante el cambio climático en el sector pesca y acuicultura.
- Asignar dentro de los Fondos públicos disponibles, un porcentaje que pueda ser destinado al financiamiento del plan de acción nacional sobre el impacto del cambio climático sobre la pesca y la acuicultura.
- Explorar mecanismos de financiamiento derivados del cobro por uso de servicios ambientales (por ejemplo impuestos verdes, royalties) y aquellos derivados de la mitigación (por ejemplo bonos de carbono, compensaciones por biodiversidad).

Como acción prioritaria se propone:

- i) Realizar un taller regional para promover la integración del sector pesca y acuicultura en las comunicaciones nacionales a UNFCCC y que revise además otras oportunidades y fuentes de financiamiento para la adaptación del sector y que promueva mecanismos de cooperación regional en este ámbito.

REFERENCIAS

- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M.-C., Adger, N.W., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. y Dulvy, N.K. 2009. *Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries*. Fish and Fisheries 10:173-196.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. y Bahri, T. (eds). 2009. *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. 212p.
- IPCC. 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (eds)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 pp.
- FAO. 2003. *La ordenación pesquera. 2. El enfoque de ecosistemas en la pesca*. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 4, Supl. 2. Roma, FAO. 133p. www.fao.org/docrep/006/y4470s/y4470s00.htm
- FAO. 2010. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2010*. Rome. 197 pp.
- FAO. 2011. *Desarrollo de la acuicultura. 4. Enfoque ecosistémico a la acuicultura*. FAO Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. No. 5, Supl. 4. Roma. 60p. www.fao.org/docrep/014/i1750s/i1750s.pdf
- Gonzalez, E., Norambuena, R., Molina, R., & Thomas, F. 2013. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile, en: D. Soto y R. Quiñones, eds. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS). Universidad de Concepción 5-7 de Octubre de 2011 Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No 29. Roma, FAO. pp. 275-335.
- Gonzalez-Guerrero, B., Losada-Rodríguez, I., Mendez-Incera, F. y Castanedo-Barcena, S. 2013. Impacto del cambio climático en las zonas costeras: datos e información en América Latina y el Caribe. en: D. Soto y R. Quiñones, eds. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) Universidad de Concepción 5-7 de Octubre de 2011 Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No 29. Roma, FAO. pp. 25-38.
- Martínez-Ortiz, AR y Bravo-Moreno, JR. 2013. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca (El Salvador, Honduras y Nicaragua) en: D. Soto y R. Quiñones, eds. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) Universidad de Concepción 5-7 de Octubre de 2011 Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No 29. Roma, FAO. pp. 39-101.
- Quiñones, R, Salgado, H., Montecinos A., Dresner, J & Venegas M. 2013. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático: el caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile, en: D. Soto y R. Quiñones, eds. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) Universidad de Concepción 5-7 de Octubre de 2011 Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No 29. Roma, FAO. pp. 183-273.
- Tello, G. 2013. Vulnerabilidad de la pesca y acuicultura Amazónicas al cambio climático: región Loreto, Perú. en: D. Soto y R. Quiñones, eds. *Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación*. Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) Universidad de Concepción 5-7 de Octubre de 2011 Concepción, Chile. FAO Actas de Pesca y Acuicultura No 29. Roma, FAO. pp. 103-181.

ANEXO 1

PROGRAMA

Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina: potenciales impactos y desafíos para la adaptación

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN (UDEC)
Chile, 5-7 de octubre de 2011

PROGRAMA

Miércoles 5 de octubre		
09:00	Bienvenida a los participantes	Vicerrector UDEC, Sr Alberto Larrain
09:15	Objetivos del Taller, contexto proyecto global CC pesca y acuicultura	Doris Soto, Alejandro Flores – FAO
09:30	Conferencia Inaugural: Cambio Climático, modelos y escenarios; relevancia para la pesca y la acuicultura en la Región	Dr. Aldo Montecinos – UDEC
10:30	<i>Café</i>	
11:00	Cambio climático, vulnerabilidad y adaptación en el marco de asistencia de la FAO en la Región	Laura Meza – FAO
11:20	Cambio climático vulnerabilidad y adaptación en la pesca y la acuicultura: situación global y regional	Doris Soto – FAO
11:40	Situación base de la pesca y la acuicultura en Latino América (recursos y socioeconómico)	Alejandro Flores – FAO
12:20	Impacto cambio climático en la Costa Atlántica de América del Sur; caso de Estudio de Brasil	Patrízia Raggi Abdallah – ICEAC
13:00	<i>Almuerzo</i>	
14:30	Construcción de planes de adaptación del sector pesca ante el cambio climático en México	Salvador Lluch – CIBNOR México
15:00	Caso de estudio en Amazonia Peruana; pesca y acuicultura	Gonzalo Tello – Consultor ambiental, Perú
15:30	<i>Café</i>	
15:40	Caso de estudio Golfo de Fonseca, Centro América; pesca y acuicultura	Juan Bravo – CIDEA Nicaragua
16:20	Caso de estudio Chile; sector pesca	Renato Quiñones – COPAS
17:00	Discusión ampliada	
17:30	<i>Cierre</i>	

Jueves 6 de octubre		
9:00	Caso de estudio Chile; sector acuicultura	Ricardo Norambuena-COPAS
9:30	Presentaciones breves de otros asistentes acerca de la situación actual del sector pesca y acuicultura en relación al cambio climático, políticas y estrategias	
10:00	Posibilidades de financiamiento para la adaptación dentro del marco UNFCC	Doris Soto – FAO
10:30	<i>Café</i>	
10:50	Impactos cambio climático sobre las zonas costeras de América Latina y el Caribe	Borja Gonzalez* – Universidad de Cantabria – CEPAL
11:20	Discusión ampliada e introducción a los objetivos de los grupos de trabajo	
12:00	Inicio de los grupos de trabajo: (a) Vulnerabilidad nacional y regional; (b) Necesidades de información; (c) Políticas/ estrategias de adaptación; y d) financiamiento	
13:30	<i>Almuerzo</i>	
14:30	Continuación grupos de trabajo	
15:40	<i>Café</i>	
16:00	Continuación grupos de trabajo	
17:00	Discusión ampliada	
17:30	<i>Cierre</i>	
Viernes 7 de octubre		
09:00	Grupos de trabajo continúan	
10:30	<i>Café</i>	
10:50	Presentación de resultados a la plenaria	
13:00	<i>Almuerzo</i>	
14:30	Trabajo de la plenaria con respecto a: Recomendaciones, Pasos a seguir, potencial de financiamiento a la adaptación, proyectos SCCF	
15:30	Publicación del informe del taller y casos de estudio, Síntesis regional, Recomendaciones	
17:00	Finalización del Taller	

* Presentación efectuada por video conferencia.

ANEXO 2

Listado de participantes

TALLER

**CAMBIO CLIMÁTICO: PESCA Y ACUICULTURA EN AMÉRICA LATINA
 POTENCIALES IMPACTOS Y DESAFÍOS PARA LA ADAPTACIÓN**
Universidad de Concepción, 5-7 de octubre del 2011

Nombre	Afiliación	E-mail
Alejandro Flores	FAO Argentina	alejandro.flores@fao.org
Patrizia Raggi Abdallah	FURG, Brasil	patrizia.abdallah@gmail.com
Jessica Fuentes	Representante de la Red de Acuicultura de Las Americas (RAA) y miembro de Subpesca, Chile	fo.jessica@gmail.com
Gustavo San Martín	SubSecretaría de Pesca (Subpesca), Chile	gsanmar@subpesca.cl
Laura Meza	FAO, Oficina regional Chile	Laura.Meza@fao.org
Luis Cubillos	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción	lucubillos@udec.cl
Renato Quiñones	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción	rquinone@udec.cl
Carina Lange	Centro COPAS, Universidad de Concepción	clang@udec.cl
Aldo Montecinos	Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción	amonteci@dgeo.udec.cl
Jorge Rojas	Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción	jrojas@udec.cl
Exequiel González	Universidad Católica de Valparaíso	exequiel.gonzalez@ucv.cl
Ricardo Norambuena	COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción	r.norambu@gmail.com
Carolina Alarcón	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción	calarcon@udec.cl
Ricardo Galleguillos	Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción	rgalleg@udec.cl
Eduardo Tarifeño	Departamento de Zoología, Universidad de Concepción	etarifen@udec.cl
Rodrigo Montes	COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción	rmontes@udec.cl
Nelson Pincheira	FEREPA (Federación Regional de Pescadores Independientes y Afines de la Octava Región) BÍO BÍO	ferepabiobio2009@gmail.com
Mario Hurtado	Instituto Nacional de Pesca, Ecuador	mhurtado@inp.gob.ec mhurtadodominguez@gmail.com
Jorge López	OSPESCA, El Salvador	peony@live.com.ar

Nombre	Afiliación	E-mail
Salvador Lluch	CIBNOR, México	slluch@cibnor.mx
Juan Ramón Bravo	CIDEA-UCA, Nicaragua	jbravo@ns.uca.edu.ni Jrbramo2004@yahoo.com.mx
Viviana Ríos	MAG-UMG, Paraguay	dravivianarios@gmail.com
Teresita Rojas Fox	EBY, Paraguay	tessyrojas@hotmail.com
Gonzalo Tello	Amazon Diversity Cons., Peru	gonzalo_tello@yahoo.com
Doris Soto	FAO Roma	doris.soto@fao.org
John Jorgensen	FAO Roma	john.jorgensen@fao.org
Borja Gonzalez-Reguero	Universidad de Cantabria, España	borja.gonzalez@unican.es*

*Participó con su presentación a través de teleconferencia interactiva desde España.

ANEXO 3

Resúmenes de las presentaciones al Taller³

CONFERENCIA INAUGURAL

Cambio climático, modelos y escenarios; relevancia para la pesca y la acuicultura en la región

Aldo Montecinos

Universidad de Concepción, Chile

El sistema climático en el Pacífico suroriental está determinado en gran medida por las fluctuaciones estacionales y de más baja frecuencia (interanual-interdecadal) del anticiclón subtropical del Pacífico Sur (ASPS). Por ejemplo, su movimiento meridional, caracterizado por una posición más austral en verano y más cercana al trópico en invierno, determina entre otros factores la estacionalidad de la precipitación en Chile y la intensidad de los vientos costeros en Perú y Chile central. Otro elemento dinámico de gran relevancia para explicar las fluctuaciones de baja frecuencia del océano costero a lo largo del Pacífico oriental, es el viento zonal a lo largo del ecuador (vientos alisios). Un proceso oceanográfico fundamental para la pesquería es la surgencia costera, que es forzada por los vientos paralelos a la costa que se dirigen al ecuador y que explican la disminución de la temperatura superficial del mar y el aumento de productividad biológica en estas áreas.

Tanto los vientos alisios como el ASPS, tienen una clara conexión con dos modos climáticos responsables de la variabilidad observada en las escalas de tiempo interanual e interdecadal: El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y la Oscilación Interdecadal del Pacífico (OIP). A estos conocidos modos climáticos, se debe considerar la Oscilación Antártica (OAA), menos conocida, pero que podría explicar fluctuaciones oceanográficas y atmosféricas en latitudes medias y altas. En particular, la OAA fuerza cambios de la presión superficial del aire en latitudes medias, alterando potencialmente la intensidad del chorro costero de bajos niveles en la atmósfera que aparece en primavera-verano frente a Chile central, y la precipitación debido al reforzamiento o debilitamiento que produce en el borde austral del ASPS.

Por otra parte, el cambio climático es una característica inherente al sistema climático. En distintas escalas de tiempo, desde los años hasta la escala geológica de cientos de millones de años, el clima ha variado y lo continuará haciendo. Sin embargo, la alteración de la composición atmosférica a través de la actividad industrial en los últimos 150 años, ha alterado el curso normal de la temperatura global del planeta, especialmente en los últimos 30 años. A pesar de la creciente evidencia de las alteraciones climáticas que responden al aumento de los gases de efecto invernadero, se espera que las regiones presenten cambios climáticos específicos que deben ser determinados.

Dependiendo del periodo de tiempo analizado, la respuesta del Pacífico tropical (ENOS) ha sido diferente, con una tendencia de largo plazo cuando se usa todo el periodo instrumental (segunda mitad del siglo XX) tipo - El Niño, es decir, con un

³ Solo se incluyen resúmenes de presentaciones que no constituyen casos de estudio dado que estos se presentan *in extenso* en el presente documento.

aumento de la temperatura superficial del mar, una profundización de la termoclina y un debilitamiento de los vientos a lo largo del ecuador y de la costa oeste de Sudamérica. Cuando se analizan los últimos 30 años se observa más bien un enfriamiento del sector oriental del Pacífico tropical y sur (tipo – La Niña), con un aumento de los vientos costeros en Perú y Chile. La componente interdecadal de estas fluctuaciones es muy intensa y aparece tan importante como la tendencia de mayor escala temporal que impone el cambio climático antropogénico. Hoy en día no es posible proyectar la variabilidad interdecadal en el futuro. En relación con el aumento de la presión atmosférica en latitudes medias del Hemisferio Sur, observado y proyectado (consistente con OAA), tanto el aumento del viento favorable a la surgencia como la disminución de la precipitación en Chile centro-sur, son escenarios consistentes (probables). Al respecto, la disminución de la precipitación y el calentamiento de la tropósfera media, observados y proyectados, implican que el mayor impacto climático en Chile será en la disponibilidad del recurso hídrico.

Marco de asistencia de la FAO para adaptación en América Latina

Laura Meza

FAO Oficina Regional para América Latina y el Caribe

La presentación describió las diferentes iniciativas que la oficina regional de FAO lleva a cabo para reducir la vulnerabilidad especialmente del sector agropecuario y de los grupos sociales y ambientes más vulnerables. La expositora indicó que 27 países de la región ya han presentado la segunda “Comunicación de cambio climático” a UNFCC y siete están preparando la tercera Comunicación. También se refirió a las consideraciones estratégicas para fortalecer la capacidad de adaptación de estos grupos enfatizando que si bien en la mayoría de las situaciones no existe suficiente información para pronosticar los impactos futuros, esto no puede impedir que comiencen a establecerse medidas para reducir la vulnerabilidad. Por otra parte muchas comunidades ya experimentan impactos como aumento de sequías en muchas zonas pre andinas y andinas, mayor frecuencias y magnitud de tormentas en la zonas tropicales.

La expositora detalló algunas iniciativas tecnológicas que se están desarrollando en la región e indicó algunos importantes desafíos y necesidades que no pueden ser desatendidas incluyendo:

- un mayor apoyo para la creación/mantenimiento de equipos de investigación sólidos que contribuyan a la formulación de políticas y programas
- mayor coordinación entre las instituciones que lideran las actividades de CC, ubicadas usualmente en los ministerios o unidades de medio ambiente, con los ministerios e instituciones de los sectores alimentarios
- incrementar la integración y el empoderamiento de las entidades con incidencia en el tema dentro del sector agrícola y pesquero, y mayor integración con otros organismos relevantes (por ejemplo seguridad alimentaria, prevención de riesgo de desastres)
- evitar la superposición y repetición de acciones entre instituciones
- facilitar la permanencia y continuidad de los equipos técnicos en el tema por sobre los cambios políticos o de gobierno
- incrementar las capacidades para comunicar los resultados de la investigación a las organizaciones públicas y privadas interesadas en el tema (especialmente agricultores pescadores, acuicultores y sus organizaciones)
- Mejorar los sistemas de monitoreo meteorológico y de variables ambientales relacionadas al CC

Cambio climático y sus impactos en la pesca y la acuicultura

Doris Soto

Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO, Roma

Esta presentación ofreció una visión global desde la perspectiva de FAO en aspectos de vulnerabilidad y adaptación a cambio climático en la pesca y la acuicultura. La expositora indicó que las modificaciones más notables y significativas para la pesca y la acuicultura, asociadas con el cambio climático son el aumento gradual de las temperaturas mundiales medias lo que ha sido ampliamente documentado. El cambio climático global conlleva además una serie de otras alteraciones potencialmente dañinas para la pesca y la acuicultura, tales como: (i) cambios en temperatura del mar a nivel local; (ii) acidificación del océano; (iii) aumento en el nivel del mar; (iv) cambios en la concentración de oxígeno ambiental; (v) incremento en la severidad y frecuencia de tormentas; (vi) cambios en los patrones de circulación de corrientes marinas; (vii) cambios en los patrones de lluvia; (viii) cambios en los caudales de ríos; y (ix) cambios en flujos biogeoquímicos (nitrógeno). Todos estos impactos pueden afectar la pesca de captura, la producción acuícola, las operaciones de pesca y acuicultura y así afectando también a las comunidades y medios de vida que dependen del sector. FAO ha producido algunos documentos técnicos con indicaciones de políticas a nivel global que detallan estos aspectos sin embargo el conocimiento actual es claramente insuficiente.

Sin embargo el sector no ha recibido suficiente atención en cuanto a establecer vulnerabilidad al CC y requerimientos de adaptación a pesar de que globalmente, más de 500 millones de personas dependen directa o indirectamente – de la pesca y la acuicultura para su sobrevivencia incluyendo los importantes aspectos de nutrición. Adicionalmente el pescado está entre los productos alimenticios más ampliamente transados a nivel global.

Por otra parte en la mayoría de los países y regiones los impactos de cambio climático se suman a los efectos de mal manejo de los recursos pesqueros y a menudo de la producción acuícola.

La expositora describió también los diferentes componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad, potenciales impactos y capacidad de adaptación) y luego discutió las acciones y foco de las políticas públicas requeridas para la adaptación en el corto y largo plazo. Aquellas más relevantes en el corto plazo debieran incluir análisis adecuados de vulnerabilidad llegando a escalas locales, identificación de los riesgos de desastres preparación para enfrentar los mismos, estrategias locales y nacionales con un enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura. En tanto en el largo plazo se requieren políticas inclusivas al cambio climático, estrategias y planes transversales a los usuarios de recursos comunes, investigación y desarrollo de nuevas tecnologías (por ejemplo manejo genético) y gran énfasis en un enfoque ecosistémico a la pesca y la acuicultura con una planificación a más largo plazo.

Situación base de la pesca y acuicultura en LA (recursos y socioeconómico)

Alejandro Flores

FAO Argentina y Oficina de la FAO para América Latina y el Caribe

El Sr. Alejandro Flores oficial de FAO ofreció una visión del estado de la pesca y la acuicultura en América Latina enfatizando el papel económico y social del sector particularmente en relación a la producción de alimento de calidad. Señaló además la relevancia de mejorar el consumo de pescado en la región que solo alcanza a 9.9 kg por año y la necesidad de mejorar el apoyo al sector dada su gran relevancia social. El Sr. Flores destacó también la creciente relevancia de la acuicultura en la región y la necesidad de mejorar el conocimiento de su impacto socioeconómico y alimentario,

situación similar en el caso de la pesca de aguas continentales. Luego se refirió a la vulnerabilidad del sector pesca y acuicultura al cambio climático que se ve incrementada por la escasa resiliencia del sector y la escasa tención que este aun recibe por parte de los gobiernos haciéndolo así uno de los sectores más vulnerables. El representante de FAO invitó a aunar fuerzas para mejorar la comprensión de los riesgos asociados al cambio climático y mejorar la adaptación del sector en un esfuerzo regional.

Impacto cambio climático en la Costa Atlántica de América del Sur; caso de Estudio de Brasil

Dra. Patricia Raggi

Universidade Federal do Rio Grande, Brasil

La expositora describió los impactos de la variabilidad climática en la pesca artesanal del camarón rosa, en el estuario de la Laguna de los Patos, en el extremo Sur del Brasil. La actividad pesquera en esta área del estuario y en la región costera adyacente envuelve cerca de 52 mil personas directamente e indirectamente relacionados al sector pesquero y es la principal actividad económicamente productiva de la pesca artesanal.

Modelos econométricos y análisis socio económicos revelaron que la elevada descarga de los ríos en la Laguna de los Patos relacionadas a afectos El Niño – lluvias intensas que están ocurriendo con mayor frecuencia los últimos años- causan bajos niveles de captura de camarón y consecuentemente, genera bajo nivel de ingreso a los pescadores. Esta variabilidad ambiental genera enorme estrés a los pueblos pesqueros de la Laguna de los Patos, dejándolos extremadamente vulnerables en ausencia de ingresos. Actualmente se realizan esfuerzos para prever tempranamente las crecidas y ofrecer algunas alternativas económicas a los pescadores (disminuyendo así la sensibilidad) así como de optimización de la captura que realizan (disminuyendo la exposición).

Construcción de planes de adaptación del sector pesca ante el cambio climático: proyecto mexicano en curso

Dr. Salvador Lluch

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, México

México ha estado desarrollando una estrategia nacional para abordar el cambio climático basada en el modelo general de IPCC y conectado a los escenarios de producción y estrategias sectoriales.

En el Gobierno Federal existe una comisión inter secretarial y un Plan Especial de Cambio Climático 2008-2012. Existen también planes estatales (regiones) y elementos de adaptación por sectores. La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, SAGARPA, y la comisión nacional de ciencia y tecnología CONACYT abordan la potencial vulnerabilidad de algunos recursos masivos (sardina, calamar, atún, mero).

Se requieren esfuerzos para avanzar hacia la realización de la visión del sector acuícola y pesquero en México considerando las amenazas del cambio climático la cual puede lograrse si se alcanzan los siguientes objetivos: i) sentar las bases para el desarrollo sostenible del sector pesquero y acuícola mediante su ordenación, basada en la plena implementación del Código de Conducta para la Pesca Responsable, ii) sostener el crecimiento y los beneficios económicos y sociales del sector pesquero y acuícola, mediante el desarrollo sostenible de nuevos cultivos y pesquerías basados en recursos potenciales y sub explotados, iii) mejorar la competitividad del sector pesquero y acuícola, mediante el fortalecimiento de sus cadenas productivas que contemple la integración de criterios de eco-eficiencia en el mediano y largo plazo, iv) impulsar

la investigación científica y tecnológica y la integración de la pesca en la ordenación costera con criterios ecosistémicos y consideraciones a la cambio climático.

La estrategia misma para enfrentar el Cambio climático involucra al programa rector de la pesca y la acuicultura considerando los objetivos planteados y la generación de un plan de adaptación que tiene un componente de monitoreo, de difusión y transferencia

Acciones de la Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA), con respecto al impacto del cambio climático en la pesca y la acuicultura

Jorge Lopez

OSPESCA, EL Salvador

La Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano OSPESCA aborda el tema de cambio y variabilidad climática en el marco de la **Política de Integración de pesca y Acuicultura en el Istmo Centroamericano**, en los siguientes niveles:

A nivel de organismos internacionales y preocupación mundial, OSPESCA junto a 19 organismos internacionales más, han integrado el Global Partnership for Climate Change, Fisheries and Aquaculture (PaCFA), que tiene entre uno de sus propósitos llevar del tema de impacto del CC en la pesca y acuicultura a las discusiones de las COP, para que sea integrado a los esfuerzos globales de mitigación y adaptación.

A nivel Político, se ha presentado dentro del esquema de trabajo de la Estrategia Regional Agroalimentaria y de Salud (ERAS) iniciativas para que el tema del impacto del Cambio Climático en la pesca y acuicultura sea parte de las acciones orientadas por los países y autoridades involucradas. Al mismo tiempo el Comité de Dirección de OSPESCA, ha aprobado la incorporación del tema en del CC en los planes operativos anuales.

A nivel de coordinación con diferentes organismos del Sistema de la Integración Centroamericana (SICA), además de la ERAS, liderada por el Consejo Agropecuario Centroamericano (CAC) se han coordinado acciones con la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD); entre ellas, las contribuciones a la Estrategia Regional de Cambio Climático; además la participación en los foros de aplicación de los pronósticos climáticos donde se trabaja estrechamente con el Comité Regional de Recursos Hídricos (CRRH) y del Programa Regional de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Centroamérica (PRESANCA).

A nivel del sector de pesca y acuicultura, la Dirección Ejecutiva Regional de OSPESCA traslada de manera inmediata a los sectores, los resultados del Foro de Aplicaciones del Pronóstico Climático que se desarrolla cada tres meses y da la perspectiva del trimestre siguiente.

A nivel de Pescador, se ha desarrollado un proyecto piloto donde los pescadores de dos sitios de observación han tomado la información de producción pesquera artesanal y fenómenos naturales y se ha complementado con los datos que proveen los servicios meteorológicos para encontrar relaciones entre clima-pesca, que sirvan de base para aplicaciones que permitan interpretar los efectos del cambio y variabilidad climática en la pesca y acuicultura. Esta experiencia piloto se busca ampliarlo al nivel regional.

El cambio climático y la ecofisiología de los individuos

Dr. Eduardo Tarifeño Silva

Departamento de Zoología, Facultad de Ciencias y Oceanográficas, Universidad de Concepción

Los efectos del Cambio Climático se observan ecológicamente a nivel de poblaciones y comunidades, pero el verdadero sujeto del cambio es el Individuo. Cualquier modificación en las condiciones en las cuales los individuos desarrollan alguna etapa su ciclo de vida, les exigirá la necesidad de ajustar homeostáticamente sus procesos biológicos para asegurar su supervivencia. Estos ajustes tendrán diferentes costos energéticos, dependiendo de la intensidad y duración del cambio ambiental. Si el cambio no requiere ajustes metabólicos en su costo energético, el individuo continuará dentro del rango óptimo ambiental. Sin embargo, si los cambios son intensos (agudos) y/o sostenidos (crónicos) en el tiempo, obligarán al individuo a destinar energía extra para financiar las respuestas de comportamiento, fisiológica o bioquímicas que le permitirán su supervivencia frente al cambio. Así, el individuo podrá entrar en las zonas de tolerancia o resistencia del rango ambiental. Pero, si los cambios son demasiados extremos, el individuo será incapaz de adecuarse a las nuevas condiciones ambientales y no podrá sobrevivir en las nuevas condiciones ambientales. Como los cambios climáticos son graduales y se manifiestan en periodos de tiempo mayores que los ciclos de vida de los individuos, sus efectos se observarán a nivel poblacional, comunitarios o ecosistémicos.

Estudios de caso

1. Impacto del cambio climático en las zonas costeras – Datos e información en América Latina y el Caribe

Borja González Reguero, Iñigo Losada Rodríguez; Fernando Méndez Incera; Sonia Castañedo Bárcena

2. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca – El Salvador, Honduras y Nicaragua

Arlen del Rosario Martínez Ortiz y Juan Ramón Bravo Moreno

3. Vulnerabilidad de la pesca y acuicultura amazónicas al cambio climático – Perspectiva de la provincia de Loreto Perú

Gonzalo Tello

4. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático – El caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile

Renato A. Quiñones, Hugo Salgado, Aldo Montecinos, Jorge Dresdner y Manuela Venegas

5. Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile

Exequiel González, P., Ricardo Norambuena, C., Renato Molina, H. y Felipe Thomas, A

Impacto del cambio climático en las zonas costeras

Datos e información en América Latina y el Caribe

Borja González Reguero, Iñigo Losada Rodríguez; Fernando Méndez Incera;

Sonia Castañedo Bárcena

Instituto de Hidráulica de Cantabria, Cantabria España

E-mail: gonzalezrb@unican.es

RESUMEN

Las zonas costeras, son uno de los sistemas naturales más dinámicos que existen. Su importancia socioeconómica es un hecho y conforman una de las zonas más pobladas del planeta. Entre otros muchos sectores, la pesca y la acuicultura son actividades económicas, productoras de alimento y recursos, características de estas áreas.

Sin embargo, las zonas costeras se enfrentan a numerosos problemas. Además de la presión y gestión humana, las costas se verán expuestas a un aumento de los riesgos durante las próximas décadas debido a un clima cambiante.

Las zonas costeras de América Latina y Caribe son sumamente vulnerables a los potenciales impactos del cambio climático por diversos factores. A ello se añaden los efectos inter-anales, como el fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), entre otros, que tienen una influencia determinante en las dinámicas marinas como el oleaje o el nivel del mar.

Algunos impactos son: erosión, inundación, afección a infraestructuras y puertos, daños por tormentas, afección a estuarios y hábitats, etc. La suma de efectos entre dinámicas es un factor determinante, de lo cual las inundaciones del litoral son un claro ejemplo.

Una primera evaluación de los potenciales impactos del cambio climático fue realizada en el trabajo “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe” (CEPAL). En el estudio (www.cepal.org/ddsah), se proporcionan muchos datos e información de las zonas costeras de la región, así como una diagnosis cuantificable de sus problemas. En estas Actas se proporciona una visión general del estudio.

1. LAS ZONAS COSTERAS Y SU PROBLEMÁTICA

Las zonas costeras, interfaz entre la tierra y el mar, son uno de los sistemas naturales más dinámicos que existen. Confluyen en ellas las tres componentes principales de nuestro planeta: la hidrosfera, la litosfera y la atmósfera, interactuando entre ellas y formando sistemas interconectados, muy complejos físicamente y de alto valor ecológico. De acuerdo al 4º informe del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) los sistemas costeros comprenden las zonas terrestres someras y las aguas poco profundas, incluyendo también sus componentes humanos. Su importancia socioeconómica es un hecho y, además, conforman una de las zonas más pobladas del planeta. Entre otros muchos sectores, la pesca y la acuicultura son actividades económicas, productoras de alimento y recursos, características de estas áreas.

Sin embargo, las zonas costeras se enfrentan a numerosos y variados problemas. Además de la presión y gestión humana sobre ellas, las costas se verán expuestas a un aumento de los riesgos durante las próximas décadas inducidas por un clima cambiante. La pesca y la acuicultura, como parte integrante de las costas, se verán afectadas por un clima marino cambiante. Las costas están experimentando consecuencias adversas por

el aumento del nivel del mar y otros efectos del cambio climático (IPCC-AR4, 2007). Cómo la gestión costera afronte estas problemáticas será un factor de vital importancia para el desarrollo sostenible, socioeconómico y ecológico, en estas áreas tan sensibles y dinámicas.

2. LAS ZONAS COSTERAS Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Son numerosas las evidencias que indican la subida del nivel del mar (Sea-Level Rise, SLR) durante las últimas décadas (ej. IPCC, 2007; Church y White, 2011; Houston y Dean, 2011; Meyssignac y Cazenave, 2012). Aunque es actualmente un asunto candente la posible aceleración del ascenso del nivel del mar que podría estar ocurriendo y qué cifras de elevación (escenarios) se podrían esperar para finales de siglo (ej. Bojanowski, 2011; De Santis *et al.*, 2012), así como sus efectos derivados (ej. Nicholls *et al.*, 2011), está fuera de toda duda que los efectos del SLR han de ser al menos tenidos en cuenta y analizados para una adecuada y eficiente gestión costera, incluyendo la pesca y la acuicultura.

El aumento del nivel del mar contribuye a aumentar los impactos en las zonas costeras, incluyendo la erosión, inundación de zonas someras, exacerbar los daños por tormentas, modificación de los estuarios y de los hábitats, modificación de los niveles freáticos e intrusión salina en los cauces fluviales y aguas subterráneas. En combinación con cambios en el clima marítimo, la erosión, la inundación, tanto la temporal como la permanente, y la afeción a las obras marítimas y la explotación de los puertos son consecuencias directas de los cambios en las dinámicas costeras. Entre otros elementos, los lugares de desembarque para productos pesqueros, embarcaciones y sistemas de cultivos marinos, así como la infraestructura en la línea de costa en las aguas costeras, se podrán ver afectados por cambios tanto en las condiciones medias (ej. temperatura) como en las extremas (ej. oleaje y nivel del mar en tormentas). Estos problemas, en concreto, tienen un carácter global y, sin duda, se están viendo acrecentados por efecto del cambio climático.

Otra consideración a tener en cuenta es que la suma de efectos supone un factor determinante a considerar en la problemática costera. Así, por ejemplo, las inundaciones en la costa son una combinación entre la contribución del nivel medio del mar, las sobrelevaciones debidas al efecto del viento y de la presión atmosférica (característica típica de los daños por tormentas tropicales) y la contribución del oleaje. En algunos casos, alguna de estas componentes domina provocando inundaciones en la costa, bien por uno u otro de los tres factores anteriores. Igualmente, en los problemas de erosión, la contribución entre el nivel del mar y los cambios en el oleaje generan distintos problemas erosivos, en muchos casos combinados, y exacerbados por la incorrecta acción humana en la costa.

Otro factor determinante en la problemática costera lo determinan las distintas escalas temporales de los problemas. La variabilidad inter-anual, o cambios en la escala de años, se une a cambios climáticos de largo plazo, en la escala de décadas, que interactúan conjuntamente. Resulta pues determinante establecer la influencia relativa de cada fenómeno y cada escala temporal para definir cuál es la adecuada gestión de los problemas. Considérese por ejemplo los fenómenos de erosión y/o inundación relacionados con el fenómeno ENSO detectados a lo largo de las costas del mundo (ej. Komar *et al.*, 2000; Ranasinghe, 2004; Hepner y Davis, 2004) frente a los cambios de más largo plazo (ej. cambios sostenidos a lo largo de décadas). En muchas ocasiones las soluciones a ambos problemas coinciden desde el punto de vista de la ingeniería de costas, pero no desde la perspectiva de su gestión.

Para afrontar los distintos problemas en las costas y en ambas escalas temporales, el procedimiento es claro y se resume en los siguientes pasos:

- 1) Detectar cambios en las dinámicas marinas, basados en bases de datos homogéneas y de suficiente recorrido temporal y resolución espacial.

- 2) Modelar cambios futuros, mediante técnicas de modelización dinámica o estadísticas.
- 3) Establecer impactos potenciales, es decir, traducir los cambios pasados y futuros en las dinámicas a términos de erosión, recurrencia de inundación, pérdida de fiabilidad en las obras, etc.
- 4) Analizar la vulnerabilidad de las costas, con el fin de determinar cuáles pueden ser las posibles consecuencias de producirse los impactos.
- 5) Evaluar el riesgo de los impactos, incluyendo las consecuencias potenciales, especialmente importante para los sectores socio-económicos, entre ellos la pesca y la acuicultura por su particular situación en la franja costera.
- 6) Toma de decisiones y establecimiento de estrategias de adaptación en función del análisis de riesgos costeros.

Este marco de actuación es extensible a otras áreas fuera de las zonas costeras y está basado en el análisis de riesgos, una aproximación a los problemas que permite el estudio combinado de la probabilidad de ocurrencia de los impactos y las consecuencias potenciales de los mismos. Varias, y cada vez más numerosas, son las experiencias en el mundo siguiendo esta aproximación al análisis de este tipo de problemas.

3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS COSTAS DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE – PROYECTO C3A – CEPAL

Las zonas costeras de América Latina y Caribe (ALC) son sumamente vulnerables a los potenciales impactos del cambio climático debido a diversos factores, entre otros el aumento de la población, incremento de las actividades socio-económicas en la costa incluyendo la pesca y la acuicultura, el desarrollo de infraestructuras marítimas, así como la configuración topográfica y geográfica de las islas caribeñas, que las hacen especialmente sensibles ante eventos meteo-oceanográficos extremos. A esto hay que añadir los efectos inter-anales, en la escala de años, de los efectos de patrones climáticos como el fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), entre otros muchos, que tienen una influencia determinante en los cambios en las costas de la región.

El aumento de la intensidad de los eventos extremos de oleaje, junto a un nivel del mar en ascenso, provocará daños en zonas que actualmente no se ven afectadas o aumentará la frecuencia en aquellas que ya lo están. Los riesgos de estos extremos para instalaciones marinas o infraestructuras en el mar, como puertos o estructuras para la acuicultura pueden ser significativos y dignos, al menos, de consideración. Al mismo tiempo, cambios sostenidos en el tiempo en las condiciones de oleaje pueden provocar cambios en el balance sedimentario y erosión costera. Igualmente, cambios suaves en la temperatura superficial del mar podría afectar en el largo-plazo a los recursos costeros como los corales, la pesca costera y la acuicultura. Estos impactos, entre otros muchos, deben tenerse en cuenta en aras de la sostenibilidad, el desarrollo y la adaptación en las zonas costeras.

El Instituto de Hidráulica de Cantabria – Universidad de Cantabria (IH-C) junto a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España han realizado una primera evaluación de potenciales impactos en las zonas costeras de la región. El trabajo se enmarca en el Estudio sobre los efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe, cuyos resultados apoyan los Estudios sobre la Economía del Cambio Climático para América latina y El Caribe (ALC) realizados por CEPAL, y proporciona un análisis a escala local, permitiendo a países y regiones identificar las implicaciones del cambio climático para sus economías y gestionar sus recursos consecuentemente con un criterio científico-técnico validado. Fueron objeto de estudio las costas de la región de ALC tanto de los estados miembros como los asociados a CEPAL.

El trabajo consta de cuatro documentos principales, dedicados a: (1) las dinámicas y sus cambios, (2) la vulnerabilidad de las costas, (3) los impactos y (4) los riesgos;

dos documentos auxiliares a modo de guías técnicas; y un visor de resultados. Los documentos y resultados pueden ser consultados a través de la web de CEPAL.

Con el fin de contribuir al entendimiento de los principales agentes sobre la zona costeras donde se encuentra una gran proporción de la acuicultura y la pesca, especialmente artesanal, el presente documento proporciona una visión resumida del proyecto y sus principales características, así como las principales conclusiones del estudio.

3.1 Escala de estudio

En primer lugar, el detalle de la escala espacial es determinante para la aproximación al estudio y la respuesta que se pretende dar. El estudio mencionado corresponde a una escala nacional e internacional, a efectos de comparación entre países o regiones, identificando las zonas con mayor o menor riesgo. En el caso del análisis de ALC, claramente supone una situación de macro-escala, con varios condicionantes para el tipo de información a analizar:

- Homogeneidad de la información para más de 72 000 km de estudio.
- Fuentes de información contrastadas y públicas (organismos internacionales).
- Escala espacial de estudio suficientemente detallada para alcanzar a identificar impactos en las costas (resolución de los procesos costeros) y suficientemente grande como para ser susceptible de un análisis continental a efectos comparativos inter-territoriales.

3.2 Dinámicas marinas

Para la consecución de los objetivos de obtener una correcta definición, tanto espacial como temporal, de los agentes físicos, o dinámicas marinas, que actúan en las costas de ALC. Como dinámicas se entienden aquellos agentes físicos marinos, como el nivel del mar, el oleaje o la temperatura superficial del mar, que pueden provocar impactos en las costas, es decir, definen el término de peligrosidad en las costas. Para su definición se ha recurrido a información de diversos organismos de todo el mundo. La información requiere ser de calidad contrastada y presentar una longitud temporal adecuada para permitir el análisis de tendencias de las variables. Pese a la abundante información disponible y que se resume en la Tabla 1, se ha identificado una importante carencia de información específica en cuanto a datos de marea meteorológica, marea astronómica y oleaje. Las causas son que los datos disponibles no cubren homogéneamente el área de estudio (ej. boyas instrumentales) o no tienen una resolución temporal adecuada (datos de satélite). Por esta razón, el IH-C desarrolló mediante simulación numérica, datos convenientemente calibrados y validados, de las tres variables mencionadas, con una cobertura espacial y temporal de alta definición en las costas de ALC (véase Tabla 2).

Algunos de los resultados en forma de atlas se muestran a continuación para el caso de la dirección del flujo medio de energía del oleaje (Figura 3 – izquierda) y el nivel correspondiente al cuantil 0.9 (ej. valor correspondiente a la probabilidad 0.9) de marea astronómica (Figura 3 – derecha).

TABLA 1
Bases de datos de información existente utilizada en el estudio

Tipo de información existente	Cobertura temporal	Resolución espacial	Fuente
Nivel Medio del Mar (NMM)	1950-2009 / mensual Variable	Global, 1° Global, dispersa	CSIRO Mareógrafos UHSLC
Subsistencia	-	Variable	DIVA (Peltier, 2000)
Marea Astronómica	Constantes armónicas	Global, 0.25°	TPXO
Salinidad (SAL)	1980-2009 / mensual 1948-2011 / mensual	Global, 1°x0.333° Global 2.5° (Malla Gaussiana)	NCEP-GODAS NCEP-NCAR

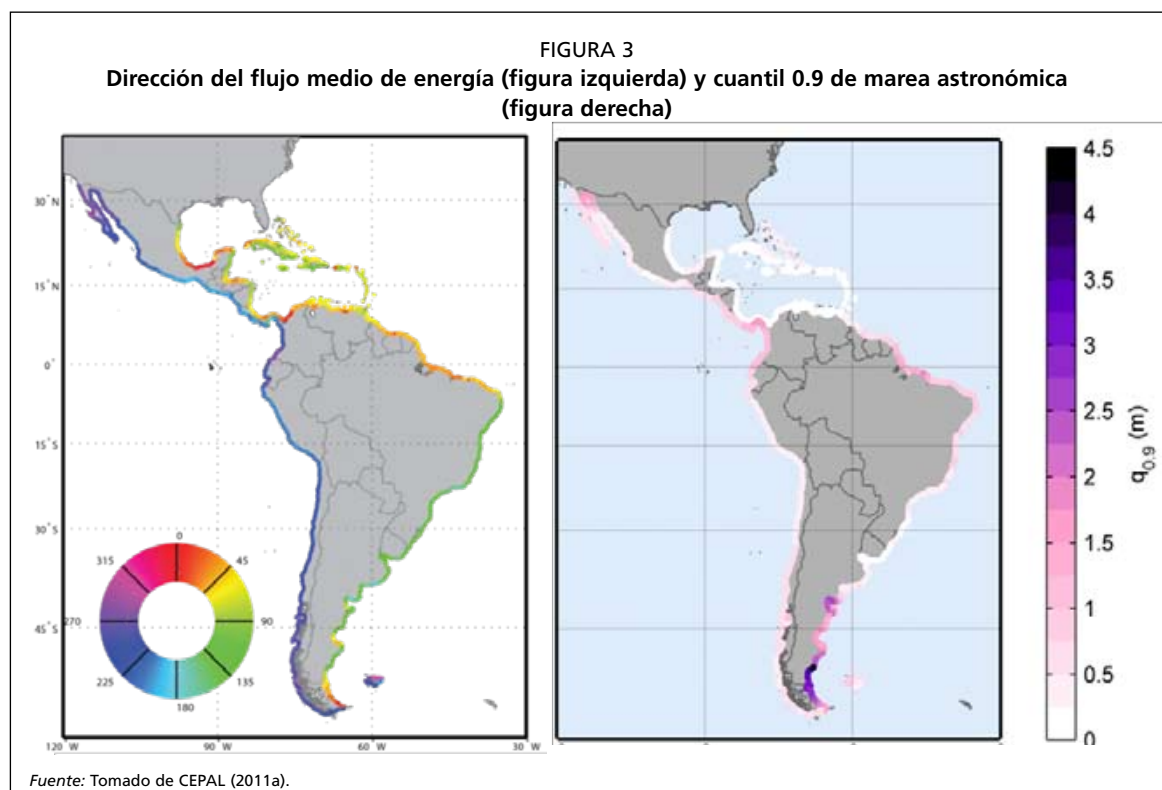
TABLA 1 (CONTINUACIÓN)

Tipo de información existente	Cobertura temporal	Resolución espacial	Fuente
Temperatura Superficial del Mar (SST)	1950-2009 / mensual	Global, 2°	ERSSTv3 - NOAA
Anomalía de la Temperatura del aire	1950-2005 / mensual	Global, 2°	GISS-NASA
Temperatura del aire	1948-2009 / mensual	Global, 2.5° (Malla Gaussiana)	NCEP-NCAR
Presión atmosférica	1948-2009 / 6h	Global, 2.5° (Malla Gaussiana)	NCEP-NCAR
Viento	1948-2009 / 6h	Global, 2.5° (Malla Gaussiana)	NCEP-NCAR
Huracanes	1950-2010	Global, dispersa	National Hurricane Center, NOAA
Oleaje	Variable	Global, dispersa	Datos de satélite CSIRO
	Variable	Global, dispersa	Boyas NOAA
	Variable	Global, dispersa	Boyas Puertos del Estado
Batimetría	-	Global, 2'	ETOPO
	-	Global, 0.5'	GEBCO

TABLA 2
Bases de datos generadas por IH-Cantabria

Tipo de información generada por IH-C	Cobertura temporal	Resolución espacial	Fuente
Oleaje	1948-2010	Global, ALC 0.25° (Caribe) y 0.5°	GOW-IHC
Marea Meteorológica	1948-2010	Global, ALC 0.25°	GOS-IHC
Marea Astronómica	1948-2010	Global, ALC 0.25°	GOT-IHC

Fuente: Reguero et al., 2011.



3.3 Cambios observados en las dinámicas

Los cambios en las dinámicas se obtuvieron a través del cálculo de las tendencias estadísticas de largo plazo. Este método presenta la principal ventaja de poder acotar la incertidumbre asociada al cálculo y mantenerla durante el estudio de impactos y

riesgos. No obstante, otras opciones son la simulación estadística o dinámica a partir de escenarios climáticos. En función del horizonte temporal de alcance los distintos métodos son complementarios o no. En concreto, los problemas costeros pueden considerarse en un horizonte de 3 o 4 décadas para su gestión, y por tanto, las técnicas estadísticas pueden suponer una adecuada aproximación al problema.

Se han obtenido los cambios posibles hasta la segunda mitad de siglo de: nivel medio del mar (Figura 4), nivel medio del mar relativo (incluyendo la subsidencia o elevación de la tierra por efecto del ajuste glaciár-isostático), la salinidad, la temperatura superficial del agua del mar, el viento, el oleaje (en diversos parámetros de altura y dirección) y de los eventos extremos de oleaje y marea meteorológica. La Figura 4 muestra a modo de ejemplo la tendencia media lineal estimada de ascenso del nivel del mar, asumiendo la tasa de cambio y el aceleramiento detectados en las últimas décadas, para dos periodos, de 2010 a 2040 y de 2040 a 2070.

Más resultados sobre los cambios pasados detectados, así como la caracterización dinámica actual y la correlación con los principales patrones climáticos se puede consultar en el primer documento de la serie de “Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe” (“Dinámica, tendencias y variabilidad climática”, accesible online, véase CEPAL, 2011a, b, 2012a, b, c).

3.4 Exposición y vulnerabilidad

La resolución de la ecuación del riesgo planteada en el estudio requiere la discretización de la costa en tramos o unidades de estudio (Figura 5). Teniendo en cuenta el alcance del estudio y la información disponible, se adoptó una escala de trabajo de 5 km sobre la línea de costa, aproximadamente, lo cual supone prácticamente un total de 15 000 unidades de estudio. Todos los cálculos de impactos y de riesgos se realizaron en tramos de costa como los representados en la Figura 6, donde cada celda tiene una anchura sobre la línea de costa aprox. 5 km y cubre una superficie delimitada por los vértices situados a 20 y 10 km de la costa hacia tierra y hacia el mar, respectivamente. Sin embargo, en aras de la representatividad de los resultados, las unidades de 5 km

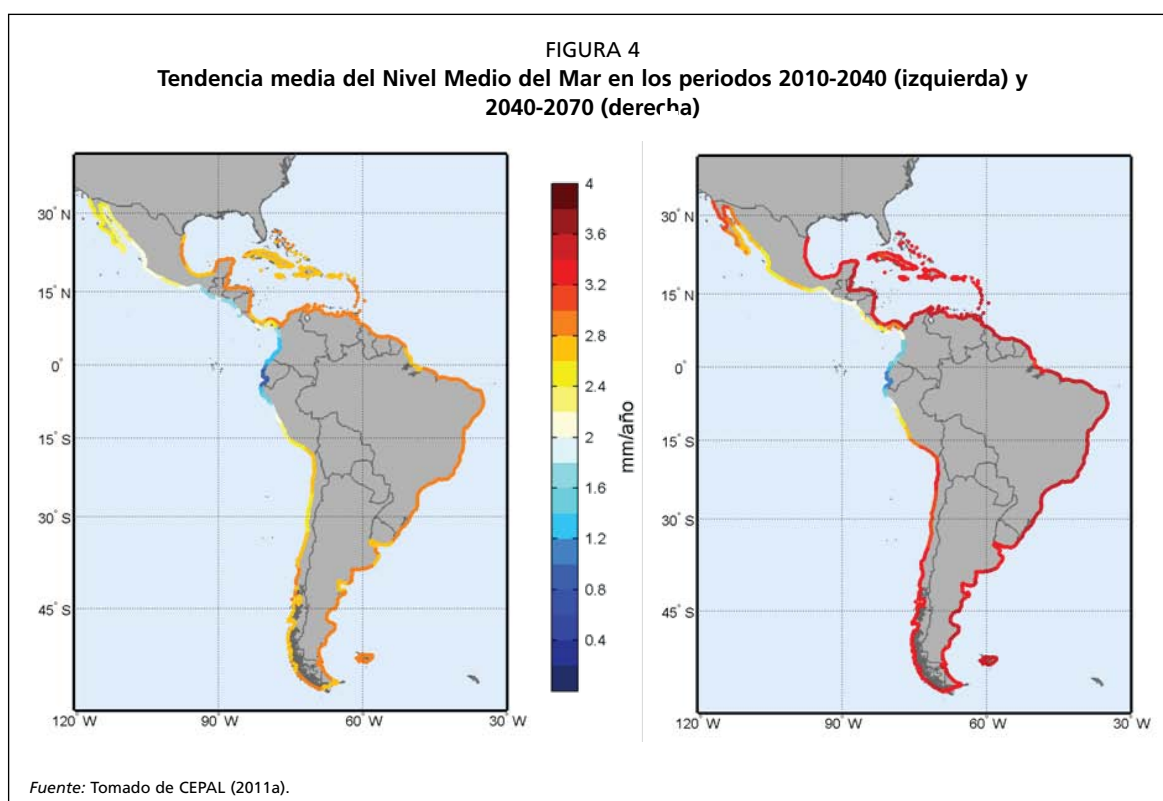
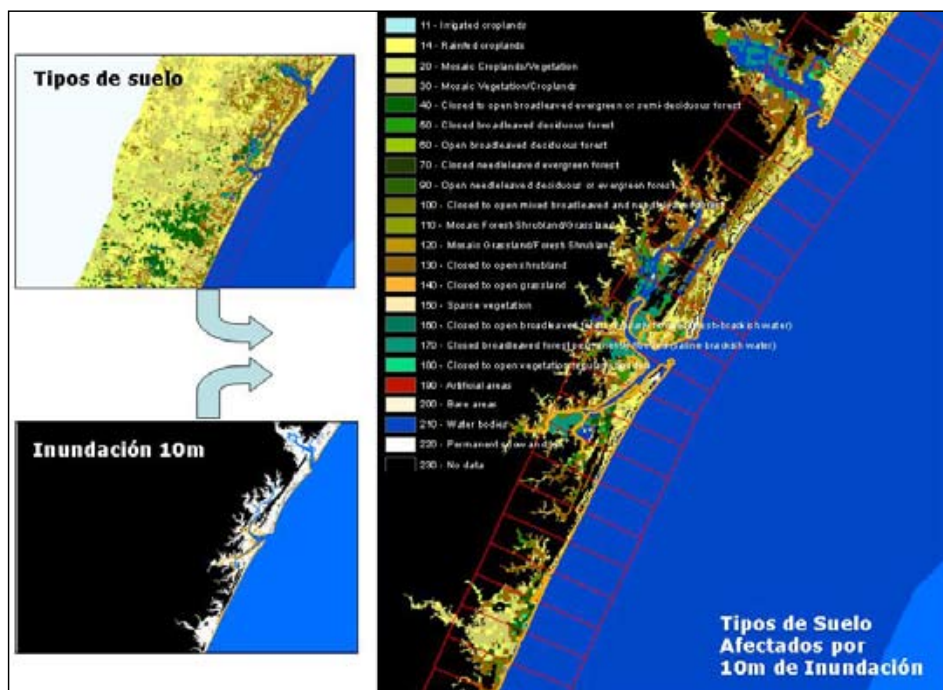


FIGURA 5
 Unidades de análisis e isolíneas de nivel de 1, 5 y 10 m en la desembocadura del río Uruguay



Fuente: Tomado de CEPAL (2012a).

FIGURA 6
 Ejemplo de cálculo de los tipos de suelo a la cota 10 m a partir del GlobCover



Fuente: Tomado de CEPAL (2012a).

TABLA 3
Resumen de bases de datos utilizadas para evaluar la vulnerabilidad y la exposición. Véase CEPAL, 2012b para más información*

Tipos de datos	Vulnerabilidad/exposición	Fuente
Usos del suelo	Socioeconómica	Land Cover
Tipos de suelo	Socioeconómica	Glob Cover
Áreas protegidas	Ecológica	WDPA y UNEP
Amenaza de los ecosistemas	Ecológica	WWF
Densidad de población	Socioeconómica	CIESIN
Producto Interior Bruto	Socioeconómica	CIESIN
Estadísticas nacionales	Socioeconómica	CEPAL-STAT
Datos de Turismo	Socioeconómica	WTO
Ranking de puertos en ALC	Socioeconómica	CEPAL-División de infraestructuras
Producción agrícola y maderera	Socioeconómica	FAO
Carreteras	Socioeconómica	DCW
Ferrocarriles	Socioeconómica	DCW
Explotación agrícola y maderera	Socioeconómica	ONU
Accesibilidad a núcleos de población	Socioeconómica	ONU
Arrecifes de coral	Ecológica y Socioeconómica	WRI
Información sobre distintos aspectos de la configuración de la costa	Exposición	
Tipología de playas	Exposición	Elaboración propia IH Cantabria a partir de imágenes de satélite
Ciudades costeras	Exposición	
Obras marítimas	Exposición /Socioeconómica	
Desembocaduras	Exposición	

* No se encontró información relevante a la pesca y la acuicultura en forma específica pero esta se encontraría enmascarada en varios tipos de de datos por ejemplo "accesibilidad a núcleos de población", ciudades costeras, desembocaduras etc.

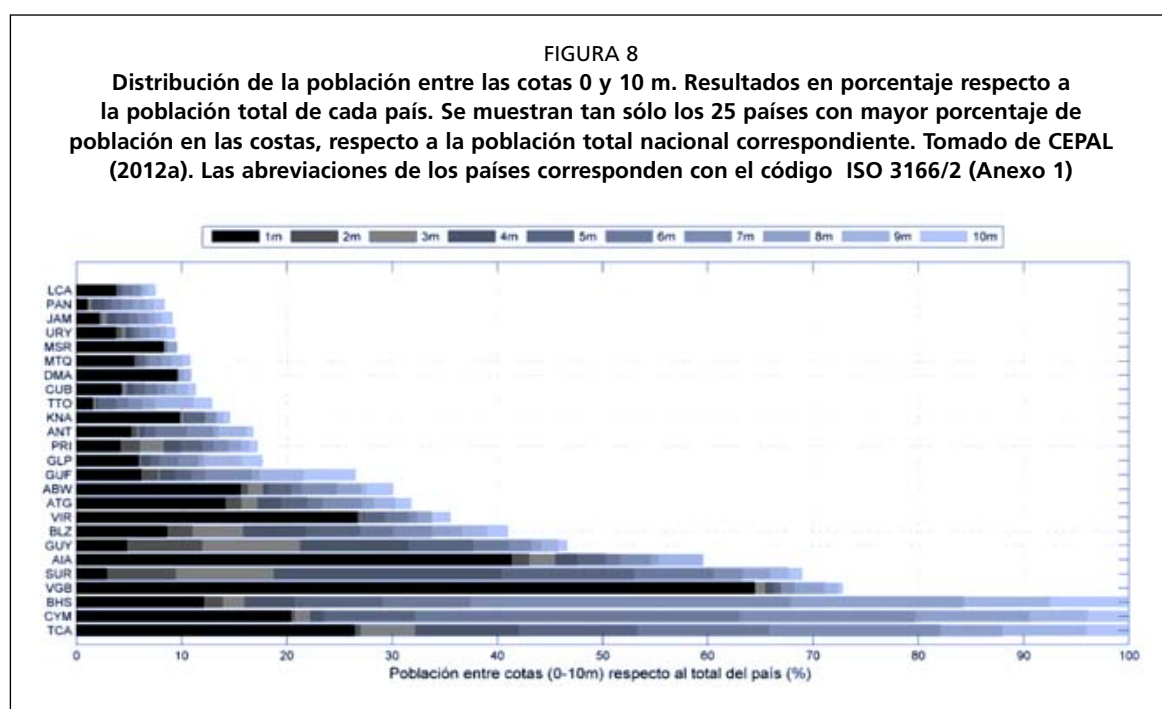
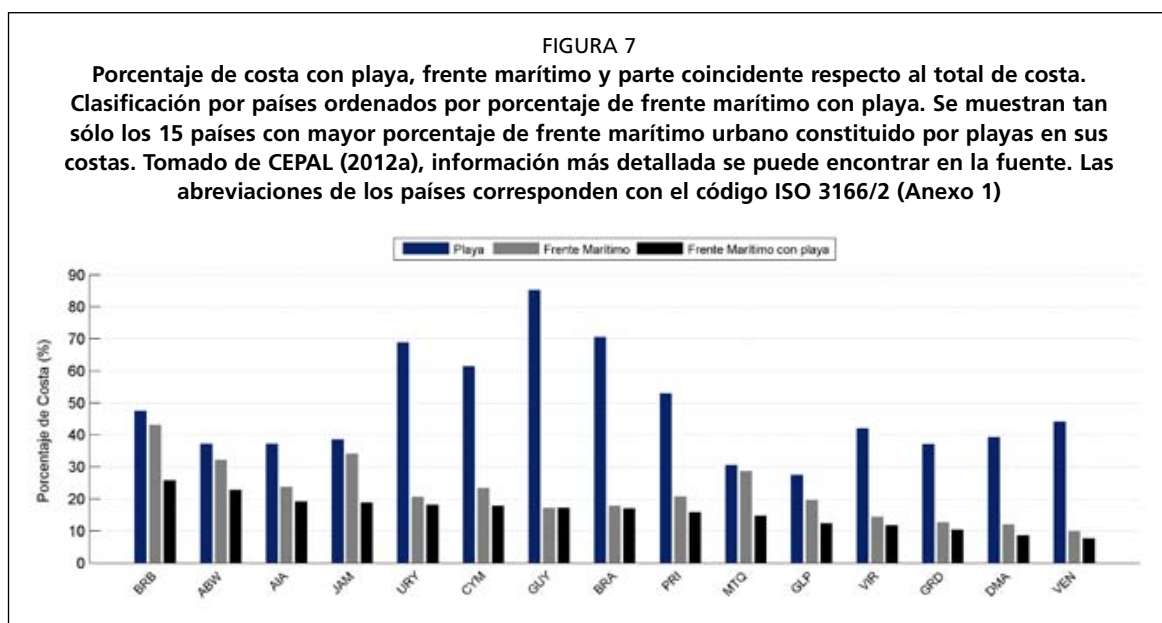
son agregadas a una escala de 50 km de tal forma que los resultados sean visibles espacialmente en forma de atlas.

Utilizando la topografía (a una resolución de 90 m) se obtuvieron las líneas de inundación cada metro entre las cotas de 0 a 10 m en las unidades de estudio. Una vez obtenidas las isolíneas topográficas, esta información se cruzó con las distintas capas de información (Tabla 3) sobre variables relacionadas con la vulnerabilidad de las costas tanto en el ámbito socioeconómico como ecológico.

El procesado y análisis geoespacial así como más resultados de vulnerabilidad se pueden consultar en el segundo documento, dedicado a la vulnerabilidad de las costas de ALC, en la serie de publicaciones "Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe" (CEPAL, 2011a,b, 2012a,b).

Respecto a las variables ecológicas, hay que destacar que para el análisis de ecosistemas se utilizan dos fuentes de datos diferentes: GlobCover y Landcover, para finalmente reducirlas a un número más sintetizado de ecosistemas en busca de la sencillez de análisis. Además, se analizaron otros usos del suelo, por su interés e incidencia, como las capas de cultivos y áreas artificiales (urbanas). La Figura 6 muestra un ejemplo del proceso para el caso de inundación de usos del suelo hasta una cierta cota.

La exposición de las costas ante los impactos se definió a partir de las características físicas de la costa que hacen de una determinada unidad de estudio sensible a un determinado impacto, como por ejemplo: los metros de playa erosionable (así como su tipología), la superficie de terreno inundable, o la superficie de coral, son variables que definen la exposición frente a diversos impactos. Como ejemplo, la Figura 7 muestra la proporción de los distintos tramos de costa de diversos países, organizados en orden decreciente de frente marítimo formado por playas.



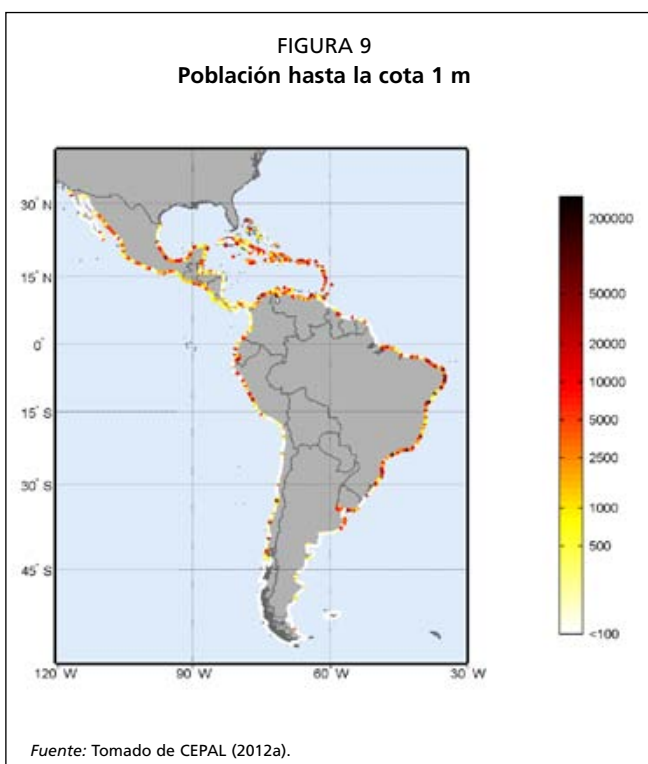
Los resultados del análisis de esta información se proporciona en forma de atlas y gráficos de diagnóstico para diversos países en los documentos finales del estudio (www.cepal.org/ddsah), como el mostrado en la Figura 8, donde se representa la distribución de la población entre cada cota para los distintos países (en porcentaje respecto a la población total del país). Se puede observar claramente el lugar destacado de los países insulares ante la problemática de tener gran parte de su población (en algunos casos la totalidad) en zonas costeras de baja elevación (por debajo de los 10 m de cota).

3.5 Impactos

Los impactos en las costas que se han considerado en el estudio se recogen en la Tabla 4, así como la relación de las variables cuyos cambios son los causantes de aquellos. Los distintos impactos se han evaluado en las poblaciones, los deltas, los ecosistemas afectados, las infraestructuras portuarias, los ferrocarriles y las carreteras,

TABLA 4
Resumen de impactos considerados y variables implicadas

Impacto	Variables implicadas
Inundación permanente	Subida del nivel del mar (SLR)
Inundación temporal	Marea meteorológica (Storm surge), subida del nivel del mar, marea astronómica, set-up del oleaje y estacionalidad del nivel del mar
Erosión de playas	Altura de ola superada 12 horas al año, subida del nivel del mar, dirección del flujo medio de energía
Actividad portuaria	Rebase y condiciones de navegación por oleaje
Seguridad de obras marítimas	Alturas de ola extremas (modificación de las alturas de cálculo)
Blanqueo de coral	Temperatura superficial del mar
Transporte potencial sedimentario	Oleaje y viento



mar y eventos extremos de inundación, así como erosión de playas. Como ejemplo, la Figura 10 muestra los niveles de riesgo para la población afectada en ALC ante un escenario de aumento del nivel del mar de 1 m.

Figura 10. Niveles de riesgo frente a inundación permanente por ascenso del nivel del mar de 1 m (obtenido en términos de habitantes afectados). Tomado de CEPAL (2012c).

4. PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

El estudio regional de los efectos del cambio climático en las costas de América Latina y el Caribe se ha desarrollado siguiendo una metodología integral de

las ciudades costeras, los cultivos y las playas. Los resultados se suministran en los documentos del estudio en forma de tablas y atlas espaciales, como el representado en la Figura 9 para la población afectada por un escenario de 1 m de elevación del nivel del mar.

3.6 Evaluación de riesgos

Como ejemplos de integración del riesgo a la metodología general planteada en el proyecto (CEPAL, 2011b) se evaluaron los riesgos en las obras marítimas, frente a inundaciones por subida del nivel del



evaluación del riesgo. El estudio se ha centrado principalmente en la evaluación de los impactos en las costas derivados de los cambios en las dinámicas costeras, teniendo en consideración la vulnerabilidad (socioeconómica y ecológica) y la exposición física de las costas de la región.

Un segundo rasgo característico del estudio ha sido la consideración de la incertidumbre en los cambios observados, mantenida y delimitada en la definición de los impactos y la evaluación última del riesgo. En el desarrollo del estudio se han considerado los impactos por inundación derivada de la subida del nivel del mar, eventos extremos, erosión de playas, afección a la actividad portuaria y a las obras marítimas, etc. El estudio abarca sectores tan variados como el análisis de los ecosistemas, deltas, ciudades costeras, infraestructuras viarias o cultivos, entre otros.

Con respecto a los cambios pasados en el oleaje, en su intensidad y en su dirección dominante, en el nivel medio y en otras componentes del nivel del mar, así como en la frecuencia e intensidad de los eventos extremos (descontando el efecto de los huracanes). En concreto, se han detectado cambios por encima de 2 mm/año de subida del nivel del mar en la región. La costa Pacífica ecuatorial, influenciada por el fenómeno ENSO (El Niño Southern Oscillation), muestra menor tendencia de variación (en torno a 1 mm/año), pero sin embargo, aumentos del nivel del mar en situaciones de El-Niño han demostrado ya en el pasado tener la misma magnitud que la subida de largo-plazo detectada en las últimas 5 décadas en la zona. Esto reafirma la necesidad de incluir el análisis de la variabilidad inter-anual junto a los cambios de más largo plazo con el fin de determinar la importancia relativa de cada efecto. Desde el punto de vista de la gestión de las zonas costeras esta característica tiene una clara implicación según cada región y los principales problemas a considerar. Claramente las actividades de pesca y acuicultura costeras son muy vulnerables a estos eventos en el corto plazo (ej. ENSO) y a cambios en el largo plazo.

La distribución de la población es un factor crucial para el impacto de inundación en ALC. La superficie de terreno afectada no se distribuye uniformemente, sino que áreas de especial preocupación son las islas del Caribe (ej. Bahamas e islas Turk y Caicos) con un gran porcentaje de su territorio por debajo de la cota 10 m. Un escenario de 1 m de aumento del nivel del mar implicaría un considerable impacto en términos de pérdida de terreno y población afectada en Brasil y las islas Caribeñas. Sin embargo, el valor de las tendencias pasadas de ascenso del nivel del mar está fuera del rango de tales consecuencias, aunque escenarios de 1 m de ascenso cada vez son más admitidos científicamente (ej. Vermeer y Rahmstorf, 2009; Nicholls *et al.*, 2011).

Considerando los eventos extremos de inundación (descontando el efecto de los huracanes), el área del Río de la Plata combina el efecto de las tendencias pasadas de 5 mm/año en los extremos de marea meteorológica (también denominada como *storm surge*) con las del nivel del mar. Al mismo tiempo, ésta área es la que muestra mayores cotas de inundación debida a la combinación de las distintas componentes del nivel del mar, asociadas a grandes variaciones de marea. Considerando el peso relativo del cambio pasado respecto a los valores del nivel del mar total, la región del Caribe mostró un gran porcentaje de cambio (por encima del 40 por ciento de cambio entre las décadas de 1950-60 y 1998-08) agregando todas las componentes del nivel del mar. Los eventos extremos de inundación serán más frecuentes dada que la tendencia actual que muestra este patrón. Las inundaciones extremas (sin considerar huracanes) se concentrarán en las áreas urbanas costeras de la costa este. Aunque episódicos, los daños de este tipo de inundación costera podrían ser de un orden de magnitud mayor que el de la inundación por el ascenso del nivel del mar en un plazo más largo.

La línea de costa en la región está en gran parte formada por playas arenosas, parte de las cuales protegen áreas urbanas de la acción del mar, en distinta proporción según el país. La erosión derivada del ascenso del nivel del mar, estimada entre 0.16 a 0.3 m/año, junto a los cambios detectados en los valores altos de la distribución de alturas

de ola, relacionadas con la región activa de transporte de sedimentos en las playas, y en la dirección predominante de la energía del oleaje, inducirán erosión en las playas de la región (en el entorno de 1 m/año para playas de 1000 m de longitud y limitadas por los contornos). Zonas de especial preocupación son las áreas del Caribe debido a la subida del nivel del mar y los cambios en la dirección dominante del oleaje, sur de Brasil y áreas específicas en la costa Pacífica por cambios en la dirección del oleaje principalmente y debido a que existen playas susceptibles de erosionarse por este motivo a la vez que cambios pasados de largo plazo. En conclusión, de persistir los cambios detectado en el clima marítimo, erosión de mayor magnitud que la esperada por la subida del nivel del mar podría producirse, principalmente asociada con eventos de tormentas (ej. relacionada con la intensidad del oleaje) y cambios de largo-plazo en la dirección de la energía dominante.

Se han detectado tendencias de largo plazo en los valores medios y altos de la distribución de alturas de ola cuyos patrones espaciales de cambio están de acuerdo con resultados previos. Los mayores incrementos se detectaron en el norte de la costa Pacífica y en la costa Atlántica sur. También se han producido cambios significantes en la dirección dominante de la energía del oleaje, muy relacionados con el transporte de sedimentos y la configuración de la costa, con los mayores cambios en la costa Atlántica Sur. El manejo del borde costero debe tener en cuenta estos cambios de largo plazo para una adecuada y eficiente respuesta en las distintas escalas temporales.

Derivados de los cambios en la intensidad del oleaje, problemas adicionales para la navegación y la explotación portuaria podrían esperarse en varios puertos de la región, principalmente localizados en la costa suroeste y sur de Brasil. El rebase sobre la estructuras marítimas debido a la acción conjunta de mayores olas y niveles del mar serán de consideración en la costa noreste y en la región del Río de la Plata. Un aumento del nivel del mar también inducirá mayor porcentaje de rebase, especialmente relevante en el área del Caribe debido a que el cambio debido al aumento del nivel del mar supone una gran proporción respecto a los niveles de variación mareales. La seguridad en el diseño de las estructuras se ha estimado que se está reduciendo un 10% por década en términos generales, aunque esta variación no es uniforme y de especial consideración en latitudes bajas de ambas costas de la región.

AGRADECIMIENTOS:

El trabajo fue financiado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas y la Oficina Española de Cambio Climático (OECC), dependiente del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente del Gobierno de España. Se agradecen también las distintas fuentes de información pública proporcionada por diversos organismos que se han utilizado en el estudio: NOAA, NASA, CSIRO, CIESIN, WTO, FAO, WWF, ONU, WRI, DCW, UNEP y WDPA.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPAL-STAT	Servicio de estadísticas de CEPAL (www.eclac.org/estadisticas)
CSIRO	Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (www.csiro.au)
DCW	Digital Chart of the World
DIVA	Dynamic Interactive Vulnerability Assessment. Software.
ETOPO	Earth Topography Digital Dataset. A global relief model of Earth's surface that integrates land topography and ocean bathymetry.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GEBCO	General Bathymetric Chart of the Oceans

GISS	Goddard Institute for Space Studies
GODAS	Global Ocean Data Assimilation System
GOS	Base de datos de marea meteorológica (Global Ocean Surges)
GOT	Base de datos de marea astronómica (Global Ocean Tides)
GOW	Reanálisis de oleaje global de IH Cantabria (Global Ocean Waves)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NCAR	National Center for Atmospheric Research
NCEP	National Center for Environmental Prediction
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ERSST	Extended Reconstructed Sea Surface Temperature
NMM	Nivel medio del mar
SAL	Salinidad
SST	Temperatura superficial del agua del mar (Sea Surface Temperature)
TPXO	Global model of ocean tides based on altimetry data from the TOPEX/POSEIDON mission
UHSLC	University of Hawaii Sea Level Center
UNEP	United Nations Environment Programme www.unep.org
WDPA	World Database on Protected Areas
WRI	World Resources Institute www.wri.org
WTO	Organización Internacional del Turismo
WWF	World Wildlife Fund

REFERENCIAS

- Bojanowski, A. 2011. *Accelerating debate*. Nature Geoscience 4, 657 Doi:10.1038/ngeo1280.
- CEPAL. 2011a. *Estudio del cambio climático para las costas de ALC: Dinámicas, tendencias y variabilidad climática*. www.cepal.org/publicaciones/xml/2/45542/W.447.pdf
- CEPAL. 2011b. *Estudio del cambio climático para las costas de ALC: Guía metodológica*. www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/46389/2011-788-W.450_Guia_metodologica_WEB.pdf
- CEPAL. 2012a. *Estudio del cambio climático para las costas de ALC: Vulnerabilidad y exposición*. www.eclac.org/publicaciones/xml/0/46750/2011-786-W.460_Vulnerabilidad_y_exposicion_WEB.pdf
- CEPAL. 2012b. *Estudio del cambio climático para las costas de ALC: Efectos teóricos*.
- CEPAL. 2012c. *Estudio del cambio climático para las costas de ALC: Riesgos*.
- Hepner, T.L. y Davis, R. 2004. *Effect of El Niño (1997-98) on Beaches of the Peninsular Gulf Coast of Florida*. Journal of Coastal Research, 203 (1): 776–791.
- Komar, P.D., Allan, J., Guillermo, M.D., Marra, J.J. y Ruggiero, P. 2000. *El Niño and La Niña : Erosion Processes and Impacts*. Coastal Engineering, 2414–2427.
- Nicholls, R.J., Marinova, N., Lowe, J., Brown, S., Vellinga, P., de Gusmao, D., Hinkel, J. y Tol, R.S.J. 2011. *Sea-level rise and its possible impacts given a 'beyond 4°C world' in the twenty-first century*. Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 369(1934):161–81. Doi: 10.1098/rsta.2010.0291 References.
- Peltier, W.R. 2000. *ICE4G (VM2) Glacial Isostatic Adjustment Corrections*, in Sea Level Rise; History and Consequences, Douglas, B.C., Kearney, M.S. and Leatherman, S.P. (Eds.). Academic Press, San Diego. International Geophysics Series, 75.
- Ranasinghe, R. 2004 *The Southern Oscillation Index, wave climate, and beach rotation*. Marine Geology, 204(3-4):273–287.
- Reguero, B.G., Abascal, A.J., Menéndez, M., Castanedo, S., Méndez, F.J., Medina, R. y Losada, I.J. 2011. *GOW y GOS: Reanálisis de oleaje y marea meteorológica en la costa española*. XI Jornadas españolas de costas y puertos. Las Palmas de Gran Canaria.
- Vermeer, M. y Rahmstorf, S. 2009. *Global sea level linked to global temperature*. Proc. Natl Acad. Sci. USA 106, 21 527–21 532. Doi:10.1073/pnas.0907765106.

ANEXO 1

Códigos de abreviatura de países

Id.	Nombre del País	Abreviatura	Código ISO	Id.	Nombre del País	Abreviatura	Código ISO
1	Antigua y Barbuda	ATG	28	23	Honduras	HND	340
2	Argentina	ARG	32	24	Jamaica	JAM	388
3	Bahamas	BHS	44	25	Martinique	MTQ	474
4	Barbados	BRB	52	26	México	MEX	484
5	Brasil	BRA	76	27	Montserrat	MSR	500
6	Belize	BLZ	84	28	Las Antillas	ANT	530
7	Islas Vírgenes - Británicas	VGB	92	29	Aruba	ABW	533
8	Islas Caimán	CYM	136	30	Nicaragua	NIC	558
9	Chile	CHL	152	31	Panamá	PAN	591
10	Colombia	COL	170	32	Perú	PER	604
11	Costa Rica	CRI	188	33	Puerto Rico	PRI	630
12	Cuba	CUB	192	34	Saint Kitts y Nevis	KNA	659
13	Dominica	DMA	212	35	Anguilla	AIA	660
14	Rep. Dominicana	DOM	214	36	St. Lucía	LCA	662
15	El Ecuador	ECU	218	37	St. Vincent and the Grenadines	VCT	670
16	El Salvador	SLV	222	38	Suriname	SUR	740
17	Guiana	GUF	254	39	Trinidad and Tobago	TTO	780
18	Grenada	GRD	308	40	Islas Turks y Caicos	TCA	796
19	Guadalupe	GLP	312	41	Islas Vírgenes Estadounidenses	VIR	850
20	Guatemala	GTM	320	42	Uruguay	URY	858
21	Guyana	GUY	328	43	Venezuela	VEN	862
22	Haití	HTI	332	–	–	–	–

Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático en el Golfo de Fonseca

El Salvador, Honduras y Nicaragua

Arlen del Rosario Martínez Ortiz
y Juan Ramón Bravo Moreno

Universidad Centro Americana, Managua, Nicaragua
E-mail: jbravo@ns.uca.edu.ni

RESUMEN

El Golfo de Fonseca está situado en el área del pacífico centroamericano compartido por tres países, El Salvador, Honduras y Nicaragua, con una población de aproximadamente un millón de personas. Las actividades económicas se concentran en la industria camaronera, azucarera, salineras, agrícola, pesquera y ganadera. La pesca y la acuicultura representan para la economía trinacional más del 3 por ciento de su PIB total y el 30 por ciento del sector primario.

El territorio del Golfo de Fonseca se encuentra amenazado por la variabilidad climática y acciones de origen antrópico. Adicionalmente el cambio climático representa un gran desafío para el sector pesca y acuicultura.

La gobernabilidad enfrenta tres desafíos: 1) emprender procesos de manejo territorial donde aún hay situaciones limítrofes sin resolver; 2) promover una estrategia conjunta que permita la conservación y el uso sostenible de los recursos en un espacio compartido; y 3) abrir paso a las acciones locales coordinadas con la acción estatal.

Los escenarios climáticos para la región centroamericana indican que el incremento de la temperatura media estarían entre el rango de 1 a 2°C para las primeras décadas (2020-2050), sin embargo, para finales de siglo XXI, el incremento podría alcanzar de 3 a 4°C. En el caso de las lluvias, en la mayor parte de la región las proyecciones indicarían reducciones.

El cambio climático está modificando la distribución de las especies marinas y -su productividad. Las temperaturas afectarán también a los procesos fisiológicos de los peces y especies de cultivo. El sector acuícola enfrentará una potencial escasez de agua en el futuro y una mayor competencia con otros usuarios como la agricultura y la ganadería. La capacidad de adaptación presenta diversos obstáculos, barrera cultural, diferencias políticas y condiciones socioeconómicas diferentes.

EL Golfo de Fonseca es un ecosistema frágil y en ese contexto, para calcular el nivel de vulnerabilidad se revisó y analizó indicadores biofísicos y socioeconómicos tomando como referencia la actualidad y disponibilidad de la información en los tres países. El Salvador a pesar de tener el mayor nivel de capacidad de adaptación en relación a los otros países su grado de exposición y de sensibilidad deja al descubierto su elevado grado de vulnerabilidad. Nicaragua es el país que le sigue en mayor nivel de vulnerabilidad pero con menor capacidad de adaptación.

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

América Central es responsable por menos del 0,3 por ciento de las emisiones sin cambio de uso de tierra y menos del 0,8 por ciento de las emisiones brutas totales de gases efecto invernadero (GEI) pero es una de las regiones potencialmente más afectadas por el Cambio Climático (CEPAL, 2010). Se estiman aumentos de la temperatura atmosférica y del agua del mar (entre 0,4 °C y 1,8 °C en 2020), la reducción de la precipitación (hasta un 15 por ciento en 2020) y un régimen de lluvias más inestable, la subida del nivel del mar (entre 0,18 y 0,59 m antes del 2100), afectando ampliamente la producción primaria, infraestructuras, medios de vida y salud de estas poblaciones.

En la Costa Occidental de Centroamérica, los últimos datos (UNEP IPCC, 2007) muestran tendencias estables en variables meteorológicas fundamentales, en especial la menor precipitación anual y aumentos significativos (hasta 1°C) de la temperatura atmosférica. Algunos de los aspectos climáticos más estudiados y potencialmente más “sensibles” al cambio (como las características de la Oscilación del Sur El Niño, o la temperatura de la Corriente del Golfo), son fuertes determinantes de la ocurrencia de eventos climáticos extremos, que generan significativos daños por inundaciones costeras y de las llanuras, deslizamientos, y sequías. La cantidad y diversidad de efectos obliga al desarrollo de mecanismos versátiles de preparación y respuesta, por el desafío de adaptación tecnológica e institucional, y porque deben ser viables y eficaces bajo las condiciones débiles de gobernanza y escasez de recursos materiales y financieros.

El incremento de la vulnerabilidad ambiental es visible en la degradación de las franjas costeras y condiciones fluviales, fruto de la deforestación del manglar (el área más extensa del Pacífico Centroamericano) y de la erosión en las partes altas de las cuencas; la recalificación del suelo para actividades económicas y asentamientos poblacionales; y la mala gestión de los recursos hídricos, con elevada contaminación y desperdicio del potencial de riego.

Siendo la pesca y acuicultura dos de las principales actividades económicas del Golfo de Fonseca la FAO realizó el presente estudio de caso en el Golfo de Fonseca, espacio compartido entre las Repúblicas de El Salvador, Honduras y Nicaragua teniendo como objetivos:

- Definir la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura al cambio climático a nivel del Golfo de Fonseca a partir de los potenciales impactos, la sensibilidad del sistema y la capacidad de adaptación
- Recomendar estrategias de adaptación locales/nacionales (en base a la información disponible y análisis realizado en el caso de estudio)
- Aportar con información relevante al desarrollo de directrices globales para el desarrollo de políticas de adaptación

2. LÍMITES GEOGRÁFICOS (FÍSICOS) Y ANTECEDENTES DEL SISTEMA EN CONSIDERACIÓN

El Golfo de Fonseca está situado en el área del Pacífico Centroamericano estando compartido por tres países, El Salvador, Honduras y Nicaragua. (AECI, 2006), de norte a sur, el Golfo de Fonseca, está bordeado, al noroeste por el departamento de La Unión en El Salvador, al noreste y este, por los municipios el Valle y Choluteca en Honduras y al sur, por el departamento de Chinandega en Nicaragua.

El Golfo de Fonseca tiene un área de 8 245 km², incluyendo un área acuática de 2 015 km² y una línea litoral de 409 km. (PROGOLFO, 2001). Es un estuario tropical, ubicado en las coordenadas 13° 10' latitud norte y 87° 40' longitud oeste. Su boca tiene una orientación SE-NO y una longitud de 35,50 km. (AECI, 2006).

Está compuesto por la bahía de la Unión, al noroeste, las bahías de Chismuyo y de San Lorenzo, al este, y una gran bahía al sureste. Existen 13 islas que cubren un área de 473 km² en El Salvador y 74,5 km² en Honduras, ya que Nicaragua no tiene islas (solo islotes). (AECI, 2006).

Entre las islas más importantes destacan: Meanguera del Golfo, Zacatillo, Conchagua y Martín Pérez, pertenecientes a El Salvador; Zacate Grande, Coyote y Ascensión, perteneciente a Honduras; y, los Islotes de Cosigüina (pertenecientes a Nicaragua), y El Tigre el cual se encuentra en discusión entre El Salvador y Honduras.

Las cuencas prioritarias de la región son: la subcuencas de los ríos Goascorán, Sirama, Conchagua y Santa Cruz (El Salvador); Goascorán, Nacaome, Choluteca y Negro (Honduras); y Negro y Villanueva (Nicaragua).

Entre los puertos importantes se encuentran La Unión, en El Salvador; San Lorenzo, en Honduras; y Puerto Morazán, en Nicaragua.

En el Golfo de Fonseca hay 6 conos volcánicos formados por roca volcánica cuaternaria. El más grande corresponde al volcán Cosigüina en Nicaragua, el siguiente es el volcán Conchagua en el Salvador. Los otros cuatro pertenecen a islas del Golfo de Fonseca: Meanguera, Conchagüita, Isla Zacate Grande y la Isla del Tigre, conformadas todas ellas por rocas basálticas. (AECI, 2006).

En el área de estudio se encuentran 29 áreas protegidas, que comprenden: Volcán Cosigüina, Volcán San Cristóbal, Estero Real, y Estero Padre Ramos en Nicaragua; Archipiélago del Golfo de Fonseca, Isla del Tigre, Bahía de Chismuyo, San Lorenzo, Los Delgaditos, Las iguanas, Punta Condega, El Jicarito, San Bernardo, La Berberia, Cerro Guanacaure en Honduras; y, en El Salvador, Bahía de La Unión, Complejo Conchagua, Morrales de Pasaquina, Los negritos, El Tamarindo, El Icacal, El Socorro II, Las Tunas, Complejo Insular, El Infiernillo, El Coyol, El Maquigue y Managuara, Laguna de Olomega.

Administrativamente, el Golfo de Fonseca está organizado en 20 municipios pertenecientes a cuatro departamentos.

La población de los departamentos y municipios que rodean al Golfo, según los datos disponibles, son las siguientes:

Datos Poblacionales de los municipios costeros del Golfo de Fonseca

País	Dpto.	Municipio	Extensión km ²	Población				
				Urbana	Rural	Total	Hombre	Mujer
Nicaragua	Chinandega	El Viejo	1 274,91	39 178	37 597	76 775	38 486	38 289
		Puerto Morazán	517,34	5 949	7 379	13 328	6 685	6 645
		Villanueva	779,88	7 684	17 976	25 660	13 093	12 567
		Somotillo	724,71	13 290	15 740	29 030	14 486	14 544
		Chinandega	686,61	95 614	26 176	121 793	58 921	62 872
Honduras	Choluteca	Choluteca	1 037	75 486	45 305	120 791	59 076	61 715
		El Corpus	233,9	0	21 856	21 856	11 095	10 761
		Marcovia	466	6 459	31 365	37 824	18 913	18 911
		Namasigue	194	2 271	22 873	25 144	12 753	12 391
	Valle	S,A, Yusguare	71,8	0	10 186	10 186	5 100	5 086
		Nacaome	496	16 054	30 726	46 780	23 042	23 738
		Alianza	203	0	6 923	6 923	3 357	3 566
		Amapala	75	2 203	7 484	9 687	4 973	4 714
		Goascorán	188	0	13 262	13 262	6 410	6 852
El Salvador	La Unión	Sn, Lorenzo	221	20 653	7 933	28 586	14 043	14 543
		Pasaquina	259,28	3 553	12 822	16 375	7 561	8 814
		San, Alejo	251,64	2 972	14 626	17 598	8 120	9 478
		Conchagua	209,09	17 025	20 337	37 362	18 021	19 341
		La Unión	144,38	18 046	15 999	34 045	16 093	17 952
	Isla Meanguera	16,68	452	1 946	2 398	1 124	1 274	
TOTAL			8 050,22	326 889	368 511	695 403	341 352	354 053

Fuente: VI Censo de Población y V de Vivienda, 2007 El Salvador. XVI Censo de Población y de V de Vivienda, 2001 Honduras. VIII Censo de Población y IV de Vivienda, 2005 Nicaragua.



2.1 Antecedentes del sector pesca y acuicultura en el Golfo de Fonseca¹

2.1.1 El Salvador

El Salvador es el único país de Centroamérica que no tiene costa en el Caribe, pero cuenta con una costa pacífica de 332 km. La actividad pesquera Salvadoreña se basa en recursos marinos de alto valor comercial y cultivos acuícolas, cuyos productos se ubican en el mercado externo y también surten la demanda nacional.

La pesca industrial

Hasta finales de los años 90 la pesquería del camarón y su fauna acompañante sustentaron la pesca industrial salvadoreña, sin embargo el estado de sobreexplotación, los efectos de los fenómenos naturales, la fuerte presión y algunas prácticas nocivas tales como la pesca en zonas estuarinas y con artes de pesca no permitidos han hecho que el recurso pierda posicionamiento.

Las principales especies objetivo de pesca son: camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* y *L. occidentalis*); tití o camaroncillo (*Trachipenaes sp.* y *Xiphopenaeus riveti*), camarón café y rojo (*P. californiensis* y *P. brevirostris*). El auge de la pesquería de los pelágicos mayores comenzó a partir del año 1999; las principales especies de captura son: atún aleta amarilla, barrilete, patudo y tiburón.

Actualmente, en El Salvador, la principal pesquería comercial es la industria atunera, la cual se encuentra a cargo de dos empresas españolas, cuyo aporte a la producción industrial es de gran importancia, permitiendo el abastecimiento del mercado español y la demanda nacional.

En 1979 se realizaron las primeras capturas comerciales de langostino (*Pleuoncodes planipes*), decreciendo en 1984 por diferentes razones; sin embargo, a partir del 2002 la captura comercial del Langostino ha vuelto a tomar auge. Actualmente, dos empresas, una de ellas localizada en el Puerto La Unión (Municipio La Unión costero al Golfo de Fonseca) y la otra en el Puerto de Acajutla (Departamento de Sonsonate costero al Golfo de Fonseca) exportan langostino a Europa y Estados Unidos. En 2005 se prohibió la práctica de pesquería de tiburón debido a regulación comerciales por la alta demanda del mercado asiático.

La pesca artesanal

Desde los años 50 a los años 80, la pesca artesanal experimentó un crecimiento continuo pero gradual; sin embargo, a finales de los años 80's e inicio de años 90, se produjo un crecimiento de ingreso de pescadores artesanales, debido ael conflicto social ocurrido en El Salvador en ese período.

En los años 1990-92, los pescadores artesanales utilizaron redes trasmallo para la captura de camarones con propósitos comerciales, actividad que solamente era desarrollada por la pesquería industrial. La competencia sobre el mismo recurso ocasionó conflictos entre los pescadores industriales y artesanales, que duró hasta el último siglo.

Tradicionalmente la pesca a pequeña escala la ejercen personas de bajos recursos que habitan en zonas costeras y ribereñas, siendo el principal fuente de ingresos para la seguridad alimentaria. El número de pescadores ha disminuido respecto a los años 90.

La pesca artesanal aporta un 50 por ciento de la producción pesquera total. La actividad se desarrolla en zonas estuarinas y mar abierto en un área de 8 000 km² desde la costa, con embarcaciones de 18 a 25 pies de eslora y motor fuera de borda; los aparejos utilizados son: redes de enmalle, atarrayas y palangres. Sus principales recursos de pescason: los camarones costeros y su fauna acompañante, pargo, róbalo, corvina, macarela, tiburón y conchas o curiles (*Anadara sp.*) que extraen manualmente las mujeres y los niños.

¹ Perfiles del sector pesquero y acuícola de los países del Golfo de Fonseca, FAO, 2004.

Ha habido una disminución de los recursos pesqueros, debido a la sobreexplotación y fenómenos naturales como; el huracán Mitch de 1998, los terremotos de enero 13 y febrero 13 del 2001 y frecuentes movimientos telúricos que al parecer han modificado la dinámica de los recursos. Según los pescadores posterior a los terremotos del año 2001, la fauna marina se alejó de la costa debido a cambios en la plataforma marina.

La acuicultura

El cultivo de camarón marino (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) fue desarrollado en los años 80, teniendo un acelerado desarrollo a partir del año 1998, estimando un potencial de desarrollo de 4 000 ha para su desarrollo (Currie, David 1995, PRADEPESCA). Exportaba semilla a Honduras, Guatemala y Nicaragua; las larvas del medio natural se utilizaban para sembrarlas en las fincas; sin embargo, en octubre de ese año El Salvador sufrió los efectos del huracán Mitch que afectó gravemente estos cultivos y desaceleró sus posibilidades de expansión.

Desde el año 2003 se ha disminuido el desarrollo de la camaronicultura; debido a que no existe producción de larvas, sólo un 10 por ciento de los productores industriales importa semilla desde Guatemala y los medianos acuicultores dependen del laboratorio de maduración de CENDEPESCA. La industria se ha visto afectada por la enfermedad de la Mancha Blanca y no hay laboratorios de análisis patológico, teniendo una mínima capacidad de respuesta a los virus. Ya no hay exportaciones y sus productos se venden al mercado nacional; esta problemática se inició con el huracán Mitch cuando el camarón escapó de las fincas e infectó algunas poblaciones marinas, crisis que también sufrieron Guatemala y Honduras. Otras especies objeto de cultivo son la tilapia (*Oreochromis sp.*), camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), carpa (*Cyprinus carpio*) y guapote (*Cichlasoma sp.*).

La promoción de la piscicultura de agua dulce comenzó en los años 90, una vez culminó el conflicto bélico. Hasta el 2002 su desarrollo era muy limitado, se empleaban los sistemas de estanques de tierra y jaulas flotantes y sus productos se destinaban al mercado nacional, pero en ese año se instaló al norte del país una empresa salvadoreña que introdujo tecnología israelí, desarrolla cultivos súperintensivos y exporta sus productos a Estados Unidos. Los demás piscicultores son pequeños comerciantes y productores de subsistencia que venden pescado fresco entero y están diseminados a lo largo del país, además de catorce proyectos de tilapia en jaulas flotantes.

2.1.2 Honduras

Parte de la actividad pesquera de Honduras se realiza en la costa pacífica con una longitud de 162 km, que comprende parte de las aguas del Golfo de Fonseca, el litoral costero y las islas que pertenecen a Honduras, siendo las más importantes, El Tigre, Zacate Grande, Exposición, San Carlos e Inglesera. La pesca que se realiza en esta zona es solamente artesanal, cuyos desembarcaderos están localizados a lo largo del litoral y en las islas mencionadas; la pesca artesanal de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) es considerada la más importante, debido a su alta productividad anual. En el sector artesanal también se incluye la captura de poslarva realizada por más de 4 000 larveros que hasta el 2009 aproximadamente proveían hasta el 30 por ciento de la poslarva utilizada por las fincas camaroneras. En la costa pacífica la actividad más relevante es el cultivo industrial de camarón, cuya producción en los últimos años sobrepasó a la producción industrial de camarón del Caribe.

En el Golfo de Fonseca, el esfuerzo pesquero en número de pescadores, embarcaciones y redes ha aumentado, y por consiguiente las poblaciones de peces han disminuido y con ello también las capturas.

La pesca artesanal

La Pesca Artesanal de la Costa Pacífica es realizada por un número estimado de 11 700 pescadores (año 2000), incluidos los capturadores de post larva de camarón para las fincas camaroneras. Las comunidades pesqueras más representativas son San Carlos (Bahía de Chismuyo) y Guapinol en el municipio de Marcovia a lo largo del litoral y en islas principales.

Las especies aprovechadas van desde peces, crustáceos, moluscos hasta huevos de tortuga. La captura de camarón blanco con trasmallo es un caso particular, donde los ejemplares capturados se encuentran en tallas desde U-6 y U-7 hasta U-25. Existe un grupo de armadores artesanales, que poseen entre 10 y 20 lanchas, y de 20 a 40 trasmallos camaroneros.

El mercado principal para la producción de pescado, crustáceos y moluscos son los intermediarios quienes venden el producto a las pescaderías o supermercados de Tegucigalpa, de donde es obtenido por el consumidor final o empacadoras hondureñas y salvadoreños.

Acuicultura

La camaronicultura en Honduras inicia con un proyecto piloto en la costa norte del país en el año de 1969, por medio de la empresa Armour United Fruit Company, posteriormente se trasladaron estos esfuerzos al sector del Golfo de Fonseca en 1972 (ANDAHN).

En 1970 se inició el primer cultivo de camarón de agua salobre en la *costa del Golfo de Fonseca*. Ese inicio lo dio la “Empresa Sea Farm en El Jicarito, Municipio de Marcovia, Departamento de Choluteca de Honduras” (empresa privada en conjunto con capital extranjero) a través de investigaciones científicas en camarón blanco de dos especies *Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*. Los datos obtenidos por Sea Farms fueron utilizados por inversionistas nacionales, iniciando como industria establecido en 1980, el cultivo del camarón blanco, en la costa sur de Honduras. Actualmente la camaronicultura, se divide en productores artesanales, medianos productores y productores industriales.

Los proyectos camaroneros, están agrupados en la Asociación Nacional de Acuicultores de Honduras (ANDAH). En 1999, en la costa del Golfo de Fonseca había un total de 185 pequeños y medianos proyectos con un total de 4 3285 ha en producción y 123 proyectos industriales con un total de 10 490,4 ha en producción. Estos proyectos están dedicados al cultivo de dos especies de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) en primer lugar, y en menor porcentaje el *Litopenaeus stylirostris*. De la postlarva utilizada por la industria camaronera, un 30 por ciento proviene del medio natural, y un 70 por ciento es larva producida laboratorios del exterior (Estados Unidos de América, El Salvador, Panamá, Costa Rica, etc.) y aclimatada en laboratorios nacionales.

En el caso de los larveros, estos han aumentado, debido al aumento del número de proyectos y número de hectáreas cultivadas; aun cuando la industria acuícola ha incrementado significativamente el uso de larva de criadero, mas del 80 por ciento en la actualidad.

La acuicultura industrial de camarón en los últimos años ha tenido un descenso debido a la aparición de dos enfermedades, el Síndrome de Taura y la Mancha Blanca, asimismo el Huracán Mitch en octubre de 1998, dejó grandes pérdidas en aproximadamente el 60 por ciento de la infraestructura y de los estanques de cultivo. A partir del año 2000 la acuicultura comenzó a recuperar los rendimientos de producción.

La acuicultura industrial de tilapia, que enfrentó problemas con el Huracán Mitch en 1998, para el año 2001 la producción para exportar comenzó a recuperarse, y actualmente las fincas industriales, continúan exportando filete de tilapia o pescado entero congelado.

Los medianos y pequeños proyectos acuícolas de camarón y tilapia, que abastecen el mercado nacional, también fueron afectados por las enfermedades causadas por virus y por el Huracán Mitch. En 1999 reiniciaron sus actividades y actualmente producen camarón comercializarlo en las empacadoras o para suplir el mercado nacional.

2.1.3 Nicaragua

Nicaragua posee características físicas de importancia para el desarrollo poncial de la pesca, tanto por la longitud de su línea costera: 1 710 km, como por su amplia plataforma continental (0-200 m) de 79 600 km² y un talud marino (200-800 m) de 21 650 km². Desde 1965 tiene establecido el principio de las 200 millas náuticas como “Zona Pesquera Nacional”. Todo este conjunto, ofrece pues, un enorme potencial de recursos acuáticos que el país está en capacidad de aprovechar. En el conjunto centroamericano, ocupa un lugar bastante destacado después de El Salvador y casi a la par con Costa Rica. ELAC, UCA.

Después de los años críticos de los ochenta, y durante la década de los noventa, la pesca se recuperó con bastante celeridad, gracias a políticas de ayuda y promoción a la actividad pesquera y acuícola, debido a que se facilitó a la iniciativa privada la introducción de flotas pesqueras y la instalación de plantas procesadoras. El fuerte dinamismo de crecimiento se dio entre los años 1993 y 1998².

A diciembre del 2000 las capturas se habían multiplicado por casi ocho en diez años producto de la privatización sectorial y de la desregularización. Como consecuencia de ello la contribución de la pesca al PIB se multiplicó por ocho entre 1990 y 2000, a pesar de los daños causados por el huracán Mitch. Durante el año 2003 el sector pesquero mostró una caída de 1,7 por ciento. Sin embargo, en 2004 el sector experimentó una recuperación³.

La pesca industrial

La pesca industrial en Nicaragua se concentra básicamente en la captura de crustáceos, de muy alta demanda comercial, y en muy poca medida en la de escamas. Las **pesquerías de camarón** se desarrollan en el Océano Pacífico y en el Mar Caribe. Son las pesquerías industriales más antiguas del país ya que se iniciaron a principio de los años 60. El camarón sirve al mismo tiempo como recurso base para el sostén de pesquerías artesanales. (MARENA 2003).

Aunque en la captura del camarón predomina la pesca industrial, en los últimos años ha surgido un componente creciente de pescadores artesanales que operan dentro de las lagunas costeras especialmente en la zona del Golfo de Fonseca y lagunas litorales del Pacífico. Debe mencionarse que desde 1992 existe una pesca artesanal de post-larvas de camarón blanco que abastece a las granjas camaroneras de semilla silvestre. En el Pacífico también la captura de camarón se distribuye en toda la costa y así mismo dependiendo de la especie se pesca desde las aguas someras hasta los 60 m. de profundidad. (ELAC, UCA).

La pesca artesanal

La pesca artesanal está dedicada principalmente a la captura de pescado de escamas, con un claro predominio de la actividad del Pacífico sobre el Caribe. La pesca artesanal está conformada por pescadores individuales, grupos, comunidades y algunas cooperativas, los cuales trabajan con unas condiciones de infraestructura básica algo deficientes (vías de acceso, energía eléctrica, transporte, hielo, combustibles, acopio, etc.). Aunque últimamente se han hecho progresos, aún falta mejorar dichas condiciones lo cual afecta

² Cap. 10. La pesca. Pág. 192. ELAC, UCA. <http://elac.uca.edu.ni/pd/economia/files/82/341/10+-+pesca.pdf>

³ Guía País Nicaragua. 2005. ICEX (Instituto Español de Comercio Exterior). www.icex.es/staticFiles/Nicaragua_11351_.pdf

la productividad, la calidad del producto, el acceso al mercado y el nivel de ingreso de. En 1995 se inició la pesca de mediana altura de grandes pelágicos como atunes, dorados y tiburones con buen éxito en la costa pacífica, y ello se ve reflejado en el progresivo aumento en las capturas de ese océano. (ELAC, UCA).

Acuicultura

Tradicionalmente Nicaragua ha sido un país agrícola ganadero, con actividad de pesca extractiva en ambos océanos. En 1982 el Gobierno inicia un programa de agroacuicultura y de repoblamiento de embalses, actividad que se desarrolló durante toda la década de los 80. En esos años se trabajaba con tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y tilapia aurea (*Oreochromis aureus*), guapote (*Cichlasoma managuense*), y se introdujo carpas al país. Sin embargo, el Gobierno a finales de los 80 decidió cerrar el programa piscícola y concentrar los esfuerzos en el cultivo de camarón, que parecía más promisorio.

En 1988 se realizó con apoyo de FAO la primera aproximación evaluativa de los terrenos aptos para la actividad camaronera en la costa del Pacífico. Los resultados del estudio indicaron un área aproximada de 39 250 ha, de las cuales el 72 por ciento (28 150 ha) se concentran en el Estero Real cerca del Golfo de Fonseca; el resto se distribuye en terreno cercanos a los esteros de Aserradores, Padre Ramos y Río Tamarindo en la costa del Pacífico. Todos ellos en la zona noroccidental de Nicaragua. La actividad camaronera, se desarrolla en su totalidad en la zona noroccidental del país, en los departamentos de Chinandega y un porcentaje muy pequeño en el de León.

Durante la primera mitad de la década de los 80 hubo algunas iniciativas aisladas de cultivo extensivo de camarón en salineras y sistemas de encierro que fueron abandonados por la inestabilidad política y problemas técnicos. No fue sino hasta 1987 que algunas cooperativas manejaron 100 ha de estanquería rústica, incrementándose a partir de ese año el número de cooperativas.

A partir de 1990, inversionistas nacionales y extranjeros se interesaron en la camaronicultura, llegando a solicitar concesiones de terrenos que suman actualmente 19 869 ha en el Estero Real, de las cuales 5 115 ha están en manos de cooperativas y 13 538 ha les pertenecen a empresas y personas naturales.

A inicios de 1998 existían 8 299 ha en producción. Sin embargo en octubre, después de la tormenta tropical que azotó Nicaragua y especialmente del Huracán Mitch, las hectáreas en producción se redujeron en un 25 por ciento, lo que equivale a la pérdida en área de producción de 2 108 ha en ese año. Durante 1999 la camaronicultura tuvo un decrecimiento debido a los efectos del Mitch en año anterior y a la afectación del virus de la mancha blanca, que se presentó en ese año.

Sin embargo, en el año 2001 la industria hace paulatinamente cambios en sus sistemas para enfrentar técnica y económicamente la nueva situación. Las granjas semiintensivas que sembraban usualmente entre 15 a 25 postlarvas por metro cuadrado, bajan significativamente sus tasas de siembra a no mayores de 10. Adicionalmente los recambios de agua que para esos sistemas estaban alrededor de 10 a 20 por ciento de recambio diario, se convierten en cero recambio de agua o solamente cuando es necesario. Algunas empresas comienzan a probar la utilización de aereadores y también incrementan y mejoran las filtraciones de agua. Todo este cambio se traduce en sobrevivencias mayores y mejores resultados productivos.

Desde esa fecha el cultivo de camarón ha ido creciendo constantemente hasta tener en el 2010 aproximadamente 13 500 ha en producción con aproximadamente 16 000 toneladas de producción, de las cuales mas del 85 por ciento son producidas por empresarios de forma semiintensiva y el resto por cooperativas, las que producen mayormente de forma extensiva.

3. EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA

3.1 Cambios biofísicos esperados en el sector pesca y acuicultura

La costa del pacífico centroamericano que comparten El Salvador, Honduras y Nicaragua en el Golfo de Fonseca, reúne una gran diversidad de hábitats marinos y costeros; tales como bosque de manglar, lagunas, pastizales, pantanos e islas. Estos hábitats aportan al mantenimiento de poblaciones de aves migratorias y diversas especies e invertebrados de importancia no sólo biológica sino socioeconómica como sustento de las poblaciones humanas locales⁴.

Esta diversidad biológica se encuentra amenazada por actividades humanas no ejecutadas apropiadamente, lo que está provocando deterioro en los bosques de manglar, sobre pesca, disminución de la calidad de las aguas y agotamiento de los suelos. El proceso de degradación y pérdida de la calidad del hábitat ha sido acelerado en la década de los años noventa, quedando solo pequeñas áreas naturales aisladas⁵.

Adicionalmente a esta problemática, la variabilidad climática y el cambio climático sin duda representan un gran desafío para el sector pesca y acuicultura. La creciente incidencia de catástrofes naturales, inundaciones, ciclones, sequías son cambios abruptos que afectan la pesca y acuicultura en su distribución y productividad generando mayor vulnerabilidad tanto del sector como de las comunidades pesqueras.

3.1.1 Escenarios climáticos

El estudio del clima actual y futuro se sustenta en el comportamiento histórico de las variables climáticas de precipitación y temperatura. El análisis de la evolución del clima ha sido un tema de investigación desde el siglo diecisiete cuando surgían hipótesis que relacionaban las emisiones de dióxido de carbono con el aumento de la temperatura. En la medida que las evidencias científicas han comprobado la existencia real del cambio climático una diversidad de autores se han dado a la tarea de realizar modelaciones sobre un clima cambiante a futuro.

El Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por su nombre en inglés) (IPCC-WGI, 2007; Pachauri y Jallow, 2007) establece que “el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como es evidente de las observaciones de las temperaturas globales promedio de la atmósfera y los océanos, del derretimiento de la nieve y hielo generalizado y del aumento global del nivel medio del mar”. Las temperaturas promedio del aire han aumentado 0,74°C [0,56 a 0,92] entre 1906 y 2005.

Los escenarios futuros proyectan que para las próximas dos décadas el calentamiento puede ser de aproximadamente 0,2°C por década, para un rango de escenarios de emisiones (Special Report on Emissions Scenarios-SRES1), y que para el 2100 la temperatura puede incrementarse entre 1,8 a 4,0°C por encima del promedio de 1980-1999. Aún si las concentraciones de gases de efecto invernadero se mantuvieran constantes a los niveles del año 2000, un incremento de 0,1°C por década puede presentarse. Se proyecta un aumento del nivel del mar entre 0,18 y 0,59 m, y es muy probable que los extremos de calor y las precipitaciones torrenciales continúen siendo más frecuentes. Es probable que en el futuro los ciclones tropicales sean más intensos, con mayores vientos máximos y precipitaciones más intensas.

El calentamiento en América Latina para finales del siglo, de acuerdo con diferentes modelos, será de 1° a 4°C para los escenarios de emisiones B2⁶ y de 2 a 6 °C para el

⁴ Corredor Biológico Golfo de Fonseca, PROARCA COSTAS, 2001.

⁵ Caballero, B. y Paniagua. 2002. Informe técnico “Plan Ambiental Municipio El Viejo, Nicaragua”. Alcaldía municipal El Viejo. Chinandega. PROGOLFO.

⁶ El escenario B2 es una familia de escenarios de emisiones que describe un mundo futuro con énfasis en las soluciones locales para el logro de la sustentabilidad económica, social y ambiental. Se orienta hacia la protección ambiental y la equidad social.

escenario A2⁷ (confianza media). Para el horizonte 2020s, entre 7 y 77 millones de personas sufrirán por estrés hídrico debido al cambio climático (confianza media)⁸.

En el Tercer Informe de Evaluación del IPCC⁹ hay una primera estimación regional de las proyecciones de cambio climático para Centroamérica y México con base en los escenarios de emisión globales considerados (A2 y B2) que a la vez refleja las diferencias en las construcciones mismas de los Modelos de Circulación General de la Atmósfera. De acuerdo a dicho análisis la temperatura media será entre 1,5 y 3 °C para el clima del período 2010-2039. Para la misma climatología, la tendencia de la precipitación es relativamente más incierta, pues las proyecciones varían, de manera general entre 5 por ciento de aumento y 10 por ciento de disminución dependiendo de la época del año¹⁰.

Pronósticos locales de cambio climático

Durante los años 2006 y 2007 se realizaron dos tipos de estudios sobre proyecciones del clima para la región Centroamericana, mismos que se detallan a continuación.

En el primer estudio¹¹, se proyectaron los patrones de cambio climático para América Central, estimándose los cambios en la temperatura y precipitación para la región norte (N), desde Guatemala hasta la parte septentrional de Costa Rica, y para el sur (S), desde la parte central de Costa Rica hasta Panamá. (Aguilar, 2011). El Golfo de Fonseca en este caso se localiza en la región norte.

Si comparamos ambos escenarios de emisiones A2 y B2, resulta que entre 2010 y 2050, los cambios de temperatura serían ligeramente mayores en el B2 que en el A2, invirtiéndose el patrón de manera notoria entre 2050 y 2100. Se muestra un incremento de la temperatura que varía desde 0,3°C en el año 2010, hasta 1,2°C en 2050. Posteriormente a 2050, los cambios son más significativos entre los dos escenarios, ya que en 2075 varía de 2,2°C a en el escenario A2, mientras que en el B2 la oscilación es de 1,8°C; en el 2100 varía de 3,3°C en el escenario A2 y de 2,3°C en el escenario B2. IMN-MINAE, 2006.

Al igual que la temperatura, el comportamiento del déficit en las precipitaciones bajo ambos escenarios (A2 y B2) demuestran que entre 2010 al 2050 el déficit hídrico es ligeramente mayor en el B2 que en el A2, invirtiéndose este patrón en 2075 y 2100 a favor del escenario A2.

El estudio nos muestra una tendencia de aumento entre 1,99°C (escenario B2) y 2,95°C (escenario A2) en la temperatura en un período de 100 años y una reducción en la precipitación entre -7 por ciento (escenario B2) y -10,41 por ciento (escenario A2) para la región o sector norte de Centroamérica. Independientemente de la magnitud del cambio y de los escenarios de emisiones, tanto la temperatura experimenta aumentos como la precipitación disminuye.

Un segundo estudio realizado por CATHALAC por el Proyecto Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba desarrolló escenarios climáticos para la región. Las proyecciones de la temperatura media para las próximas décadas indican que los aumentos serán mayores hacia las latitudes subtropicales. A nivel centroamericano, la costa del Pacífico, cerca de Guatemala, El Salvador y Nicaragua, se observa que los aumentos podrían ser mayores. Los rangos en los incrementos en la temperatura media estarían entre 1 y 2°C para las

⁷ El escenario A2 es una familia de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero que describe un mundo futuro muy heterogéneo, en el cual el desarrollo económico se orienta primariamente hacia las regiones y el crecimiento económico por habitante y el cambio tecnológico son más fragmentados y lentos que en otras sociedades.

⁸ IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001 - Complete online versions America Latina. www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/

⁹ www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg2/en/ch2s2-4-6-1.html

¹⁰ Síntesis Regional del Proyecto Fomento de las Capacidades II para la Adaptación al Cambio Climático en México, Centro América y Cuba. CATHALAC, 2008.

¹¹ Escenarios del Cambio Climático para Costa Rica, 2006.

primeras décadas (2020-2050), pero para finales de siglo XXI, los incrementos podrían alcanzar los 3 o 4°C.

En el caso de las lluvias, en la mayor parte de la región las proyecciones indicarían reducciones. Los escenarios futuros de cambio climático son consistentes, ya que las disminuciones en las lluvias implican mayor radiación solar y por ende, mayores temperaturas máximas¹².

En el área que comprende el Golfo de Fonseca se muestran los resultados para dos horizontes de tiempo 2020 y 2080. Durante el 2020, la zona costera de Nicaragua y Honduras tienden hacia un aumento de 2°C en la temperatura, mientras las costas del pacífico y costas del Golfo de Fonseca de El Salvador alcanzan los 4°C. Para el año 2080, ocurre el mismo fenómeno, las costas del golfo de Honduras y Nicaragua muestran una temperatura de 4°C, mientras en El Salvador se eleva a 4,8°C.

El campo de las precipitaciones bajo condiciones de cambio climático muestra disminuciones en la mayor parte de la región. Utilizando los mismos dos horizontes de tiempo (2020, 2050) se observa una tendencia local bien marcada a menor precipitación en -10 por ciento para las zona del Golfo de Fonseca, mientras en el 2080 hay probabilidades de que las precipitaciones aumente entre +5 y +10 por ciento.

3.1.2 Principales amenazas

El territorio del Golfo de Fonseca se encuentra amenazado, por diferentes fenómenos naturales, tanto de origen meteorológico como geológico, y otros asociados a estos dos fenómenos que son conocidos como deslizamientos de tierra. Los de origen meteorológico están relacionados con las inundaciones cuando se producen altas precipitaciones, el impacto directo e indirecto de los huracanes y la sequía. Las amenazas de origen geológico, están relacionadas con las erupciones volcánicas y sismos¹³.

Existen amenazas de origen antrópico, que generan contaminación y degradación del medio ambiente debido a los desechos contaminantes de las poblaciones asentadas en el área, más las derivadas de las actividades agrícolas y actividades industriales que producen pérdida del hábitat y cambios en el uso del suelo¹⁴. Pese a que el presente estudio está más orientado a desarrollar las amenazas de origen hidrometeorológico producto de la variabilidad climática o variabilidad natural del clima, se hablará un poco de otros tipos de amenazas que son relevantes para la zona. A continuación se detalla los tipos de amenazas identificadas en el Golfo de Fonseca:

Amenaza por huracanes

El huracán es el más severo de los fenómenos meteorológicos, afectan el territorio mediante sistemas de baja presión con actividad lluviosa y eléctrica con vientos que rotan anti horariamente, la temporada de huracanes comprendida (1 de junio al 30 de noviembre). Sean tormentas tropicales, depresiones tropicales o huracanes estos han impactado fuertemente en la zona del Golfo de Fonseca, todos con diferentes características pero desarrollando el mismo efecto, pérdidas en infraestructura, pérdidas de vidas, daños a la salud y a la economía.

Del Pacífico podemos mencionar que han surgido eventos hidrometeorológicos de grandes magnitudes que han afectado directamente la economía local del Golfo de Fonseca, tal es el caso del huracán Gert (1993), huracán Mitch (1998), tormenta tropical Alma (2008), Wilma (2005) y en el año 2010 el huracán Matthew.

¹² Síntesis Regional del Proyecto Fomento de las Capacidades II para la Adaptación al Cambio Climático en México, C.A y Cuba. CATHALAC, 2008.

¹³ Corredor Biológico del Golfo de Fonseca, PROARCA COSTAS, 2001a.

¹⁴ Caballero, B. y Paniagua. 2002. Informe técnico "Plan Ambiental Municipio El Viejo, Nicaragua". Alcaldía municipal El Viejo. Chinandega. PROGOLFO.

Amenaza por inundación

Las inundaciones son producidas por intensas precipitaciones de origen climatológico durante el período de invierno o ante la presencia de un evento extremo (La Niña) pueden ser esporádicas o aisladas y se encuentran en función de la frecuencia y magnitud del evento que las origina, (el clima, la geología, la morfometría fluvial y la influencia humana). Las inundaciones constituyen los desastres naturales más frecuentes de Centroamérica. De los aproximadamente 850 eventos desastrosos registrados entre 1960 y 1995 en Centroamérica, más de dos tercios (68 por ciento) fueron causados por inundaciones¹⁵.

Por lo que hemos visto en Centroamérica han ocurrido huracanes, tormentas tropicales, ciclones tropicales los cuales han traído consigo inundaciones en las regiones, causando así catástrofes en áreas determinadas. Podemos ver que las inundaciones más grandes han sido causa de los huracanes más significativos en la región, como es el caso del huracán Mitch (1998). Las zonas susceptibles a inundaciones son las zonas aledañas entre las curvas de nivel de 1 y 10 metros sobre el nivel del mar.

En El Salvador se han identificado zonas con amenaza por inundación (permanente y estacional), deslizamientos, sequía y terremotos. Las áreas sujetas a inundación cubren una superficie de 17 101,10 ha, principalmente en Bahía de La Unión, El Tamarindo y Los Negritos, el factor se vuelve más crítico debido al flujo de agua que arrastra el río Goascorán. Las zonas de deslizamientos moderados suman una extensión de 9 486,48 ha, localizándose en Conchagua, Intipucá, El Infiernillo, El Gavilán, y cerro Yayantique.

En Nicaragua, las zonas que presentan alta vulnerabilidad a inundaciones de suelos por fuertes precipitaciones, conllevando los riesgos por deslizamientos o lahar y erosión de los frágiles suelos volcánicos¹⁶. La afectación por inundación tiene una amplia representación territorial, ocupando amplios sectores de topografía llana, y cercanos a la costa en El Viejo, Chinandega, relacionados a esteros, e igualmente áreas de cauces permanentes y temporales. Así los esteros de Palo Grande, en el Golfo de Fonseca, y los del Padre Ramos, y Aserradores en el sector del Pacífico, suponen zonas afectadas por este fenómeno. El área afectada alcanzaría hasta aproximadamente la cota de 10 metros sobre el nivel del mar¹⁷.

En Puerto Morazán, las inundaciones tienen una espacial relevancia en el ámbito del Estero Real, esto incluye a la isla El Chinito, Playa Grande, isla Canta Gallo y Puerto Morazán. Se deben considerar igualmente los asentamientos temporales, vinculados a explotaciones camaroneras situadas en las áreas de manglar y que no se encuentran reportados como núcleos poblacionales¹⁸.

En Honduras la comunidad de Agua Fría, la Bahía de Chismuyo, Los Llanos ubicadas en una zona baja, próxima al Golfo de Fonseca corren riesgo de ser inundada debido a su cercanía al Río Nacaome. La comunidad El Conchal, caserío El Cubulero (estero), comunidad La Sonora, Comunidad Las Playitas, Costa de los Amates, comunidad Playa Grande, Piedra de Agua, Los Llanitos, Pueblo Nuevo son áreas inundables debido a su cercanía al Río Goascorán y Choluteca, mientras, la proximidad a las costas del Golfo y de los esteros aledaños a la comunidad hace de la aldea Cedeño un área de alta vulnerabilidad¹⁹.

Amenaza por Tsunamis

La fuente de tsunamis se deriva directamente de la actividad sísmica a consecuencia de las placas Coco y Caribe por una parte, e indirectamente debido a grandes explosiones

¹⁵ Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador (SNET), 2006.

¹⁶ Corredor Biológico del Golfo de Fonseca, PROARCA COSTAS, 2001.

¹⁷ Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2005.

¹⁸ Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), 2005.

¹⁹ Centro Regional de Información sobre Desastres en América (CRID), 2009.

volcánicas debido a la presencia de volcanes muy activos como lo son el Cosigüina, San Cristóbal, (Nicaragua), Conchagua (El Salvador), así como los volcanes que forman las islas en el Golfo de Fonseca.

La estimación empírica sugiere que las áreas con mayor potencial tsunamigénico están en la costa pacífica donde, debido a la topografía del lecho oceánico para la zona del Pacífico, toda la costa está expuesta a tsunamis, algunos de ellos tsunamigénicos (productos de sismicidad), siendo las regiones más susceptibles la zona del Golfo de Fonseca. En ocasiones, las olas generadas en la zona del pacífico pueden ser amplificadas enormemente cuando alcanzan la playa costera o terreno seco. Grandes sismos en otras partes del océano, como las zonas de Fracturas (Caribe Guatemalteco o sur de Panamá), pueden generar oleajes peligrosos debido a que la falla, aunque horizontal, perturba el desnivel de los taludes continentales donde se dan entonces manifestaciones verticales (SNET, 2006).

Amenaza Sísmica

Las erupciones volcánicas y los sismos constituyen un factor de peligro ambiental por la constante actividad presentada en el área. Las placas Coco y Caribe afectan directamente la zona oceánica del pacífico recreando movimientos verticales u horizontales en zonas de subducción, de acomodamiento en forma natural, generando sismos desde mediana hacia alta intensidad.

El Departamento de La Unión y las Islas del Golfo de Fonseca es una zona de riesgo sísmico, se identifican al menos tres sistemas de fallas, a inmediaciones de Los Negritos, se agrupan 4 fallas que tienen una longitud de 2,5 a 4,5 km. Un segundo sistema de fallas en Intipucá agrupa cuatro fallas con una longitud de 1,5 a 5,5 km y en Pasaquina –El Infiernillo se localizan 5 fallas. Los municipios de La Unión, El Carmen y Conchagua históricamente de acuerdo a registros desde 1859 se han caracterizado por la ocurrencia de sismos, tsunamis, inundaciones, avalanchas y sequías, particularmente el volcán Conchagua de sismicidad activa, posee registros recientes de temblores que han ocasionado destrucción de viviendas y derrumbes²⁰.

En Nicaragua particularmente el municipio de El Viejo es el más amenazado tanto por la actividad sísmica generada por el Volcán Cosigüina, como por las proyecciones de cenizas, en este caso el Volcán San Cristóbal, también es considerado muy amenazante principalmente en el sector municipal situado al Oeste, la población de la Esperanza en la costa Sur, el Congo en el sector central, y la playa de los Mangles Altos en la costa del Golfo de Fonseca²¹.

Amenaza por sequía

En El Salvador durante la época lluviosa (21 de mayo-16 de octubre) se presenta una disminución de la precipitación de hasta 30 días, denominada canícula. Este fenómeno ocurre en la zona oriental del país (territorio del Golfo de Fonseca), casi todos los años, generando una sequía severa, ocasionando impactos negativos sobre la economía regional.

En Nicaragua, el período canicular ocurre entre los meses de julio y agosto, produciendo un estrés hídrico en los suelos, que en dependencia del grado de severidad puede afectar parcial ó totalmente la capacidad productiva de los cultivos, máxime cuando éste período ocurre en las fases críticas de abastecimiento de agua, tales como crecimiento, floración y llenado de granos. La parte donde la canícula es más severa es en la parte norte de los municipios de Somotillo y Villanueva²².

²⁰ Corredor Biológico del Golfo de Fonseca, PROARCA COSTAS, 2001a.

²¹ Sistema Nacional de Atención, Prevención y Mitigación de Desastres (SINAPRED), Nicaragua.

²² Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), Nicaragua, 2009.

La recurrencia del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur) ha afectado significativamente a la región en los últimos 20 años con sequías de hasta 8 meses como ha ocurrido con la aparición del fenómeno El Niño en el período 97-98 y la iniciación de La Niña en noviembre de 1998 que afectó toda el área del Golfo de Fonseca. El comportamiento climático en toda la zona del Golfo de Fonseca es homogéneo, la sequía afecta todo el territorio, con mayor fuerza en áreas muy deforestadas o con suelos degradados como consecuencia de la actividad agrícola.

Amenazas antropogénicas

Existen las amenazas de origen antrópico, que generan contaminación y degradación del medio ambiente debido a los desechos contaminantes de las poblaciones asentadas en el área, más la derivada de las actividades agrícolas y actividades industriales que producen pérdida del hábitat, y cambios en el uso de suelo. La expansión camaronera, expansión agropecuaria, la eliminación del bosque de manglar para su conversión a camaroneras y salineras y causas subyacentes ligadas a las condiciones socioeconómicas y sistemas productivos están contribuyendo a la marginalización y paupérrima situación económica de los pobladores del Golfo.

3.1.3 Potenciales Impactos

Los impactos que se podrían manifestar asociados al cambio climático se pueden valorar para los sistemas biofísicos a partir de los cambios que se puedan producir en la productividad, en la calidad o en los números o rangos poblacionales de ecosistemas, especies, poblaciones, etc., mientras, en los sistemas sociales el impacto se puede medir como un cambio en los valores (por ejemplo, ganancia o pérdida de ingresos), en el estado de salud, en la mortalidad o muchas otras variables que permiten medir la calidad de vida del ser humano. Milán, 2010.

La descripción de los impactos del cambio climático en el Golfo de Fonseca se delimita al sector de estudio (pesca y acuicultura) el cual incluye el entorno que sustenta al ecosistema marino. A continuación podemos ver los posibles impactos para el recurso pesca, acuicultura, bosque de manglar y vida silvestre.

Impactos en el sector pesca

La pesca forma parte de las actividades económicas que más sufren por el cambio climático. Los ecosistemas marinos, de los que la pesca depende, cambian y pueden continuar cambiando profundamente con la evolución del clima. La migración de las especies marinas es ya una realidad. Así pues, es esencial reforzar las poblaciones para poder hacer frente a este cambio. Hoy, más que nunca, es necesario parar la sobreexplotación pesquera para dejar de debilitar dichas poblaciones²³.

El IPCC en sus informes de evaluación no especifica como tal, cuáles serán los impactos del cambio climático en el sector pesquero ni del ecosistema marino, pero si muestra una serie de evidencias científicas que reflejan la realidad de un aumento de temperatura y la reducción de las precipitaciones en ciertas zonas del planeta, lo cual pone de manifiesto que el cambio climático ya ha tenido repercusiones en los ecosistemas marinos, las poblaciones de peces y la pesca.

Los ecosistemas están amenazados por una combinación de perturbaciones sin precedentes asociadas al cambio climático, como el calentamiento del lecho marino, la acidificación de las aguas de las superficies, la subida del nivel del mar, y el aumento de manifestaciones meteorológicas extremas, así como el desplazamiento de las especies. Estos impactos sobradamente constatados, tienen consecuencias observables sobre algunas especies.

²³ Pesca y acuicultura en Europa. Boletín No. 35, Agosto, 2007 - Unión Europea.

En lo que respecta a las repercusiones físicas y biológicas, según el Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura 2006, el cambio climático está modificando la distribución de las especies marinas y de agua dulce: desplazando las especies de aguas más cálidas hacia los polos y experimentando cambios en el tamaño de su hábitat y en su productividad. Asimismo, el aumento de las temperaturas afectará también a los procesos fisiológicos de los peces, dando lugar a efectos tanto positivos como negativos sobre las pesquerías y los sistemas de acuicultura, como se analizó en un estudio realizado por OLDEPESCA (2009a).

Estos cambios afectan la estacionalidad de determinados procesos biológicos, modificando con ello las redes tróficas marinas y de agua dulce, con consecuencias imprevisibles en la producción de la pesca y la acuicultura, cuya intensidad dependerá de la vulnerabilidad del sector afectado, la cual está determinada por:

- la capacidad de adaptación para afrontar los cambios climáticos reales o previstos; y
- las posibles repercusiones en función al grado de exposición a las alteraciones climáticas y de la sensibilidad como resultado del grado en que las economías nacionales dependan del sector.

El estudio citado arriba²⁴ centra su atención sobre las consecuencias que tienen las alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre los principales recursos pesqueros de los países miembros de la Organización, mediante el análisis de la ocurrencia de los eventos y el volumen de pesca y desembarque de los países miembros, a fin de determinar cuáles son las áreas que deben recibir mayor atención para mejorar la respuesta regional y nacional del sector pesquero ante la ocurrencia de las alteraciones atmosféricas y oceanográficas presentadas (Fenómeno El Niño, huracanes y los tsunamis, corrientes marinas). El estudio parte del supuesto que la magnitud de las capturas determina la importancia del recurso hidrobiológico. De este informe se derivan los siguientes resultados: *Los tres países que conforman el Golfo de Fonseca son severamente afectados por alteraciones atmosféricas y oceanográficas incidiendo en el desarrollo del recurso pesquero y acuícola.*

En El Salvador

1. Fenómeno el Niño

Se observa que la pesca del listado y el rabil ha sido afectada positivamente por el Fenómeno El Niño por el incremento de la temperatura del mar. Estas pesquerías, sin embargo, estuvieron bajo una veda biológica que duró hasta el año 2000, la cual fue suspendida por el aumento de la biomasa a partir del 2001.

2. Corrientes

Los túnidos para el caso de El Salvador son afectados directamente por las corrientes marinas, debido a que estas especies son muy susceptibles a cambios de temperatura y salinidad. La corriente de mayor influencia es la corriente de Panamá.

3. Huracanes

En el caso de los huracanes el Listado y Rabil no se afectarían ya que en los meses en que se desarrollan esta (primavera y este verano), estos inician su migración hacia diferentes zonas del océano pacífico y atlántico, sin embargo si ocurrieran estos se profundizan hasta profundidades de 400 metros.

²⁴ Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera de los países miembros del OLPEPESCA. Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA). XXI Conferencia de Ministros, San Francisco de Campeche, México. 2010.

4. Oleajes

En cuanto a los oleajes, estas especies tienen la particularidad de moverse de acuerdo a la termoclina (cambio brusco de la temperatura con respecto a la profundidad) por lo que el recurso tiende a profundizarse en donde la columna de agua es más estable.

En Honduras

1. Fenómeno el Niño

Se aprecia un descenso en las capturas de langostinos *penaeus* esto se aprecia en los eventos de 1982, 1988, 1997 (al término de este empieza un descenso muy pronunciado). Para las especies Listado y Rabil se aprecia que también se afectan de forma negativa con los años El Niño de tal manera que luego de El Niño del 2000-2001 las descargas son muy pequeñas, luego se aprecia una etapa de recuperación de estas dos especies a partir del año 2003.

2. Corrientes

En cuanto a las corrientes Honduras (en el Atlántico), es afectada directamente por la corriente del Golfo que trae aguas cálidas lo que es muy beneficioso para todas las especies principales de este país, en especial en los meses de primavera y verano.

3. Huracanes

La langosta común del Caribe y el langostino *penaeus* tienden a refugiarse y disgregarse ante la ocurrencia de huracanes, lo cual dificulta su captura. Sin embargo, no se ha encontrado que estos eventos afecten al listado y al rabil puesto que se da en épocas de migración de estos recursos.

En Nicaragua

1. Fenómeno el Niño

Las descargas de langosta común del Caribe son afectadas positivamente los años que siguen al inicio del fenómeno el Niño como se aprecia en los años 1998 y 2001. Sin embargo, las descargas de langostino *penaeus* aumentaron al inicio de estos eventos. El Rabil como todos los túnidos se benefician con este evento, como se aprecia en los años 2000 y 2001. El Pargo tropical se beneficia debido a que aumenta su área de distribución y siendo una especie de pesquería costera y de época de desove en verano, se produce un mayor desove, esto se ve reflejado en sus descargas en los años 1998 y 2001. Los róbalo se benefician positivamente con la ocurrencia de este evento.

2. Corrientes

La pesca de estos recursos se ve afectada directamente por dos corrientes principalmente, la del Caribe en el Atlántico y la de Panamá en el Pacífico. Los pargos tropicales se benefician con la corriente del Caribe ya que esta trae nutrientes y aguas cálidas. El Rabil también se beneficia con estas dos corrientes debido a que aportan aguas cálidas a ambas costas de este país.

3. Huracanes

La ocurrencia de un huracán afecta negativamente a los pargos tropicales y róbalo, ya que estos al ser costeros hace que se dispersen. El Rabil, como se ha mencionado anteriormente, tiende a profundizarse.

Impactos en la acuicultura²⁵

El crecimiento acuícola ha sido superior a otros sectores de producción de alimentos de origen animal, cuya importancia radica en la provisión de proteína en las raciones alimenticias, incluso ha superado el ritmo de crecimiento poblacional y se espera que supere a la pesca de captura en cuanto a volumen, como fuente de pescado para la alimentación. Sin embargo, en el crecimiento del sector en los últimos años, se observa una disminución en sus tasas, en relación a aquellas experimentadas en las décadas de 1980 y 1990 (mientras que la tasa media de crecimiento anual había sido del 11,8 por ciento en el período 1985-1994, en el decenio siguiente fue del 7,1 por ciento), debido a la creciente preocupación pública respecto a las prácticas acuícolas y la calidad del pescado de origen acuícola, temas que vienen siendo analizados en diversos ámbitos especializados a nivel internacional. A pesar de esta consideración, la producción acuícola ha superado siempre las previsiones, y hay pocos motivos para creer que no vaya a continuar haciéndolo (OLDEPESCA, 2009b).

La desaceleración en el crecimiento de la producción acuícola no sólo ha sido producto de una inminente preocupación pública en cuanto a la forma práctica de obtener piensos, las alteraciones climáticas también han ocasionado menor productividad, cabe señalar que después de 1990 se han registrado los años más calurosos y por consiguiente las corrientes marinas se han modificado. Es decir, estas condiciones ejercen presión sobre el sector demandando cambios tecnológicos de climatización para una mejor adaptación de las especies a los nuevos desafíos que el cambio climático está generando.

Según reciente estudio de OLDEPESCA mencionado arriba las especies identificadas como las más importantes en la zona centro del océano pacífico (incluye El Salvador, Honduras y Nicaragua), son la tilapia, carpa, camarón blanco y la concha de abanico. Estas especies son fuertemente amenazadas por alteraciones atmosféricas y oceanográficas tales como el fenómeno El Niño/La Niña, huracanes, corrientes marinas, lluvias/sequías.

Las afectaciones de las principales especies acuícolas en la región debido a la incidencia de eventos extremos y alteraciones oceanográficas resultado del estudio de OLDEPESCA (2009b) se describen a continuación:

Tilapia

Temperatura

Este parámetro se afecta principalmente durante la ocurrencia de los Fenómenos del Niño y la Niña. En el primer caso, se pueden alcanzar temperaturas extremas de hasta +5° C, lo que genera en esta especie estrés derivando en altas mortalidades; en el caso de la Niña, los valores no son tan extremos aunque puede darse, que por un cambio brusco de temperatura en forma negativa, que esta especie aumente el tiempo de crecimiento, es decir que no alcance su tamaño normal, debido a que al disminuir la temperatura, la especie tiende a utilizar los recursos que tiene para compensar el cambio en el clima.

Oxígeno disuelto

Este parámetro se afecta solamente cuando se dan altas temperaturas, ya que se muestra de forma inversamente proporcional, es decir, a mayor temperatura disminuye la cantidad de oxígeno en el agua, por lo que su afectación ocurre principalmente en situaciones del Fenómeno del Niño. En este caso, la temperatura puede llegar a valores extremos lo que conllevaría a valores muy bajos de oxígeno disuelto que podrían ser letales para la especie o afectar su crecimiento.

²⁵ Estudios sobre los efectos del cambio climático en las especies acuícolas más importantes de la región. Junio, 2009. Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA). XXI Conferencia de Ministros, San Francisco de Campeche, México. 2010.

pH

Ante la ocurrencia de lluvias, este parámetro no se ve afecto, debido a que estas contienen un pH neutro, ideal para el cultivo de esta especie. El caso de temperaturas extremas durante el Fenómeno el Niño podría producir evaporación y generar una mayor concentración de carbonatos, alcalinizando el agua, lo que resultaría en estrés par el cultivo, elevando el nivel de enfermedades y mortandad.

Dureza

Durante el Fenómeno del Niño se producen sequías debido a la ausencia de huracanes, lo que se traduce en la disminución de los caudales de los ríos. Esto impide la erosión en los ríos, creando un déficit de carbonatos, alterando la dureza del agua y por consiguiente el rango optimo del agua empleada en los cultivos. Ante el Fenómeno de la Niña, cuando se presentan las lluvias, los caudales de los ríos aumenten ocurriendo una mayor erosión y ocasionan una mayor cantidad de carbonatos, afectando el equilibrio del sistema.

Carpa Común:

Carpa común

Temperatura

Durante el Fenómeno del Niño, esta especie no se afecta en episodios no tan intensos, sin embargo en episodios excepcionales, puede llegar a beneficiarse por el incremento de temperatura, aunque en algunos casos podría exceder el rango óptimo de 30° C. A partir de entonces, os individuos podrían estresarse, no comer y por lo tanto disminuir su crecimiento o de lo contrario enfermarse. En casos de Fenómenos de la Niña, el rango mínimo óptimo se podría afectar en durante el invierno, y a pesar que la especie es muy resistente, podría sobrevivir, aunque su tiempo de crecimiento sería ligeramente mayor.

Oxígeno disuelto

La alteración de este parámetro no es tan significativa en la especie debido a que esta tiene la capacidad de sobrevivir a bajos niveles de oxígeno disuelto (cuando hay temperaturas altas).

pH

El potencial de hidrógeno ideal de esta especie es muy amplio y va desde 6,5 (ácido) hasta 8,5 (básico) por lo que los cambios bruscos que pudieran ocurrir por algún fenómeno no afectarían directamente a la especie.

Camarón blanco:

Temperatura

El cultivo de esta especie se desarrolla muy cerca a la costa, por lo que está muy ligado a lo que suceda en esta; por eso es que durante el Fenómeno del Niño, su cultivo se favorece por el aumento de temperatura y por lo tanto se desfavorece durante la Niña.

Oxígeno disuelto

Este parámetro se afecta ante aumentos en la temperatura del agua de manera inversa: una disminución del el oxigeno disuelto en el agua. Si este desciende a menos de 1,2 ppm se podrían producir mortalidades.

Salinidad

Los huracanes provocan fuertes lluvias en las zonas de cultivos de esta especie, provocando que la salinidad de estas aguas que alimentan estos cultivos disminuya,

impidiendo un desarrollo normal. En algunos casos ante ausencia de lluvias, se produce una mayor concentración de sales en el agua, generando estrés lo que repercute en menores tallas de crecimiento.

Concha de abanico:

Temperatura

En esta zona del Océano Pacífico, la temperatura se ve afectada principalmente por las corrientes oceánicas reinantes en la zona, lo que genera que este parámetro varíe según la estación del año; sin embargo, durante el Fenómeno el Niño, las temperaturas aumentan considerablemente, lo que conlleva a que la especie se afecte negativamente en cuanto a su crecimiento. Por otro lado, esta alteración genera un efecto positivo, debido a que induce la reproducción y desove de una manera más activa, pudiendo repercutir en una mayor producción durante los siguientes años.

Oxígeno Disuelto

Los cambios bruscos en el clima tales como el Fenómeno el Niño, la Niña o el ingreso de aguas oceánicas, pueden generar la proliferación de fitoplancton (mareas rojas) las cuales pueden ocasionar que la capacidad de la zona de cultivo se sature consumiendo todo el oxígeno disuelto ocasionando mortalidades por hipoxia (valores bajos de Oxígeno disuelto) o anoxia (no hay oxígeno disuelto).

Salinidad

Este parámetro se ve afectado principalmente por los huracanes que afectan a la zona, debido a que cuando se da grandes precipitaciones la salinidad tiende a disminuir (como sucede con La Niña). Por otro lado, durante el Fenómeno de el Niño, caracterizado por la ausencia de huracanes, podría darse, en casos extremos, un aumento de este parámetro. Asimismo el ingreso de aguas oceánicas al mezclarse con las costeras, puede ocasionar cambios en la salinidad. Cabe destacar que debe monitorearse el estado de este parámetro porque pueden darse formaciones de mareas rojas por variaciones de la salinidad.

Según los expertos, el cambio climático generará la aceleración de los eventos oceanográficos y atmosféricos con incidencia en el clima mundial y regional, afectando la estacionalidad, intensidad y frecuencia de los eventos climáticos, por lo que es necesario considerar al cambio climático como una amenaza compleja para el desarrollo de la acuicultura, habiendo visto las repercusiones sobre la producción y los medios de producción.

Impactos en el bosque de mangle

Se ha observado una clara tendencia de pérdida de bosque de manglar en la región del Golfo de Fonseca ocasionado en diferentes formas y niveles de afectación por aumento de la agricultura, actividad camaronera, extracción de corteza para colorantes, salineras y uso de leña como fuente de energía.

Como se ha comentado anteriormente se producen las mismas actividades de uso del suelo en los tres países que conllevan disminución de la cobertura del mangle, pero estas varían en intensidad según los países. Así, en Honduras la tala de mangle para la cocción de la sal es una actividad muy importante, mientras que en los otros países ésta se ha reducido.

Además de la presión antropogénica que se ejerce sobre el bosque de mangle en la zona del Golfo de Fonseca, las alteraciones atmosféricas y oceanográficas producto del cambio climático han hecho también su trabajo incrementando la pérdida de área de mangle.

En octubre de 1998, el huracán Mitch azotó Centroamérica, matando a miles de personas, destruyendo hogares y devastando las economías agrícolas. En el Golfo de Fonseca, sobre la costa hondureña del Pacífico, el huracán Mitch trajo consigo un diluvio que provocó inundaciones, desprendimientos de tierra y aluviones, y enterró extensas áreas de manglar bajo una gruesa capa de lodo.

Como consecuencia de las alteraciones ecológicas sufridas, se presentaron algunos cambios en los patrones de conducta para la utilización de los recursos marinos:

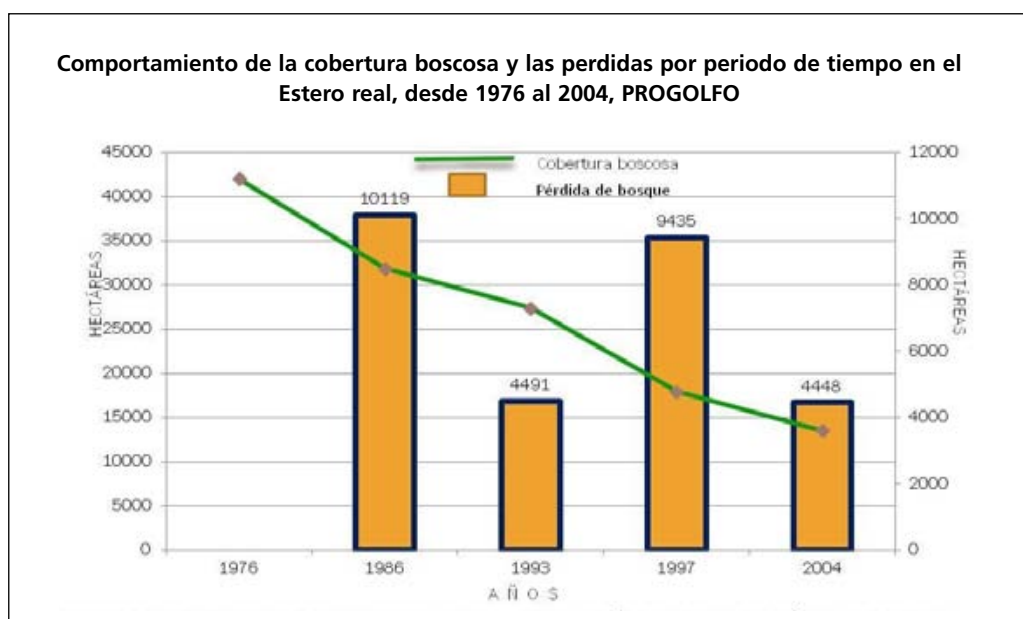
- Los pescadores artesanales se ubicaron en áreas específicas donde las aguas no estaban turbias y donde la facilidad de captura era mayor debido a la disminución de los recursos pesqueros en los lugares habituales en donde desarrollaban su actividad, esto trae consigo una presión sobre el recurso y en consecuencia, se ve alterada la capacidad de sustentación del ecosistema.

En el caso de los pescadores industriales, pese a que su recuperación es mucho más acelerada en relación a los pescadores artesanales, estos sufrieron grandes pérdidas en sus materias primas, infraestructura y en producción, así que se vieron forzados a resembrar la mayoría de las fincas con larvas producidas en laboratorios y en otros casos importadas de los Estados Unidos.

El huracán Mitch no fue el primero en arrasar la zona del Golfo de Fonseca, y tampoco será el último. Los manglares son ecosistemas robustos que forman una línea natural de defensa contra los embates del mar, pero incluso estos robustos ecosistemas son vulnerables ante el poder de los huracanes. El huracán Mitch devastó extensas superficies, con consecuencias ecológicas y sociales potencialmente serias para Honduras en el largo plazo²⁶.

Sin lugar a duda, la magnitud con que impactó este fenómeno hidrometeorológico acabó parcialmente con la biodiversidad encontrada en el área del Golfo de Fonseca, posiblemente más de estos eventos en cortos periodos de tiempo acabara con el hábitat natural de gran cantidad de especies que se anidan en la zona gracias a las condiciones que el bosque de manglar les proporciona.

Los manglares son importantes áreas de anidación y alimentación para diversas especies, representan un vínculo verde entre el mar y la tierra, son áreas de protección para las costas ya que absorben la energía de las olas y el viento, regulan la calidad del agua en estuarios y litorales mediante la sedimentación y la absorción de nutrientes,



²⁶ Manglares un mar de riquezas. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), 2003.

protegen los lechos de algas marinas y corales previniendo el entarquinamiento y absorbiendo los contaminantes acarreados por los efluentes industriales y urbanos.

El manglar es un ecosistema extraordinario y diverso que sirve de criadero, vivero, área de alimentación y refugio faunístico: un lugar rebosante de vida. Las hojas y raíces de los mangles vivos y en descomposición proporcionan nutrientes para plancton, algas, mariscos, peces, cangrejos y camarones. Muchos de los peces pescados a escala comercial en las regiones tropicales viven temporalmente en los manglares o dependen de cadenas alimentarias vinculadas a estos ecosistemas costeros.

Sin embargo, la tala, la degradación del ecosistema manglar producto de los efectos de las alteraciones climáticas amenaza con el agotamiento de especies marinas a la vez que pone en peligro el sustento de miles de habitantes de la zona costera.

Diferentes estudios se han realizado en el Golfo en su totalidad como en franjas por país con diferentes metodologías y valores la tendencia definida y clara en todos es una pérdida de cobertura del bosque manglar. Más del 50 por ciento de la cobertura original registrada mediante fotos satelitales en el año 1970 se han perdido, aun cuando también ha habido regeneración y reforestación a partir del 2004.

*Impactos para la Vida Silvestre*²⁷

A pesar de que los efectos de un huracán pueden ser cuantiosos, los residentes y visitantes ubicados en la trayectoria de la tormenta pueden proteger sus hogares y desplazarse a lugares más seguros pero la vida silvestre es la más afectada por este fenómeno. Los científicos del Servicio Nacional Biológico de Estados Unidos (NBS) han encontrado en sus investigaciones que, aunque pueda haber algunos cambios estructurales en el hábitat y las poblaciones pueden sufrir pérdidas notables, la mayoría de las poblaciones de plantas y animales que viven en zonas de tormentas son capaces de sobrevivir y recuperarse con el tiempo de estos fenómenos:

- Especies inmóviles como los mejillones y ostras puede ser completamente eliminados en la zona de impacto. Algunas de estas especies pueden ser transportadas con los restos del huracán a localidades distantes a lo largo de la costa y tierra dentro, con frecuencia a hábitats donde es difícil, sino imposible, que sobrevivan.
- Los hábitats terrestres pueden inundarse totalmente, eliminando por arrastre o ahogamiento a su fauna residente, especialmente a pequeños mamíferos como ratones y conejos. Los lugares de anidamiento, con huevos y/o polluelos, de aves acuáticas coloniales (garzas, gaviotas, pelícanos) pueden quedar completamente destruidos.
- Los mamíferos marinos, adaptados al ambiente acuático, usualmente pueden encontrar áreas protegidas durante tiempo tormentoso.

3.1.4 Falencias de información

Regularmente sucede que existen áreas geográficas que han sido estudiadas totalmente aunque no de forma sistémica, en ocasiones las áreas son estudiadas para sectores específicos o bien no son objeto de estudio por la sencilla razón de ser concebido como prioridad por distintas razones.

En el caso del Golfo de Fonseca, existen innumerables fuentes de información que de distintos enfoques estudian el área, a la vez encontramos organizaciones dedicados al fomento de medios de vida sostenibles orientando acciones para el fortalecimiento del sector de importancia económica local, y con la misma visión están siendo ejecutados proyectos de desarrollo.

²⁷ Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera de los países miembros del OLPESCA. Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA). XXI Conferencia de Ministros, San Francisco de Campeche, México. 2010.

Con tanta información y con organizaciones interesadas en continuar trabajando en el Golfo de Fonseca, sería muy interesante realizar un mapeo de actores y proyectos. Pese a que no se cuenta con esta información es palpable admirar que los datos localizados mayormente en internet está dispersa, desactualizada, no es sistemático y en muchos de los casos las instituciones líderes del sector pesca y acuicultura no facilitan públicamente datos estadísticos razón por la cual se debe recurrir a fuentes no oficiales.

De hecho, acceder a la información de un país es un poco complicado pero no difícil; cuando tratamos con enfoque transfronterizo y con municipios priorizados acceder a esa información se vuelve casi una misión titánica. En principio encontramos una variedad de entidades que se crean con el mismo propósito. Existen múltiples cooperativas, organizaciones, federaciones, comisiones, confederaciones, todos con el fin de “favorecer al sector pesca y acuicultura” pero atendiendo sus principios rectores.

Para caracterizar los orígenes de la pesca y acuicultura en la zona costera del Golfo de El Salvador se utilizaron varias fuentes. Lo mismo sucedió con el área de competencia a Nicaragua, en este país particularmente no está muy claro lo que respecta a cómo ha evolucionado la pesca artesanal e industrial, no siendo el caso para la acuicultura.

Para estudiar los cambios biofísicos experimentados en el Golfo, fue posible establecer estimaciones debido a recientes estudios regionales que se han dado a la tarea de modelar el clima futuro. Partiendo de los escenarios climáticos globales del IPCC, seguidos por los escenarios climáticos de Costa Rica (cuyo enfoque fue el análisis regional) y los escenarios generados por CATHALAC permitieron analizar el comportamiento climático futuro en el Golfo de Fonseca.

En cuanto a la identificación de las amenazas para los tres países ha sido fácilmente localizable, ya que el tema de gestión de riesgo en Centroamérica (a raíz del huracán Mitch) ha sido ampliamente divulgado, practicado e investigado.

Con lo anterior no sucede lo mismo para el análisis de los impactos. Pese a que la región ha tenido muchas experiencias catastróficas generadas por huracanes, tsunamis y sequias, se ve poca documentación de evaluación de impactos principalmente para el sector pesca y acuicultura.

En general, para este capítulo se puede aseverar que es una realidad que las entidades oficiales encargadas del sector pesca y acuicultura en las tres naciones no tienen la capacidad técnica ni los recursos económicos para dar un seguimiento estadístico sostenido. Y viendo que el empuje del sector varía un poco pero se mantiene entre los años 80 y 90 todavía hay serias falencias de información que no permiten una caracterización más realista de la condición del sector pesquero y acuícola.

3.2 Evaluación de la sensibilidad del sector pesca y acuicultura

*Nociones Generales*²⁸

El Golfo de Fonseca reúne una gran diversidad de hábitats terrestres y costero-marinos. Esta diversidad contribuye a mantener un conjunto de ecosistemas en equilibrio que aporta materia y energía para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos, aves residentes y migratorias, reptiles, anfibios, peces, crustáceos, moluscos y otros invertebrados de importancia biológica propios de la región.

Destacan dentro de este gran humedal los manglares, playones y marismas. En las áreas adyacentes hacia tierra firme encontramos escasos reductos de bosque seco tropical muy degradado, y mezcla de sistemas de cultivos (melón y sandía, hortalizas, ajonjolí, café, caña de azúcar, frutas (banano en Nicaragua), barbechos y zonas más o menos arboladas dedicadas a pastos para el ganado (potreros). La interrelación estero manglar constituye un ecosistema acuático imprescindible para la zona, gracias a toda

²⁸ Ambrosio de L. et al. *Identificación de un proyecto Araucaria XXI en el Golfo de Fonseca*. AECI, 2006.

la serie de beneficios y servicios que ésta representa. De ahí que la pesca artesanal, el marisqueo y otra serie de actividades resulten tradicionales en la zona del Golfo de Fonseca.

Respecto a la pesca, está considerado como el principal rubro económico del área. La actividad pesquera es de carácter 100 por ciento artesanal y su importancia radica más en el número de pescadores que la practican que en los ingresos económicos que genera directamente en la población. Un número importante de pescadores realizan la actividad como único método de subsistencia familiar. Dentro de la pesca se incluye a los denominados curileros o mariscadores. La fuerte presión ejercida sobre el recurso, la utilización de técnicas ilegales como la dinamita y la falta de vigilancia y control de las actividades pesqueras son las principales causas de la sobre explotación del recurso y la fuerte reducción de capturas.

Alrededor de 2 000 pescadores artesanales se desempeñan en el Golfo, en su mayoría organizados en pequeñas cooperativas. En los años recientes se han venido instalando en la región empresas extranjeras que se dedican a la pesca y comercialización del atún (La Unión) y camarones de criadero (Valle, Choluteca, Chinandega)²⁹.

La acuicultura del camarón y más recientemente de la tilapia es una actividad pujante dentro del Golfo. Sin embargo, el beneficio de esta actividad está reservado a los grandes productores industriales instalados en la zona, en muchos casos de capital extranjero y que dedican su producción a la exportación. Esta actividad es muy conflictiva debido a la ocupación de grandes extensiones de terreno, el manejo inadecuado del agua y las restricciones que imponen a los pescadores artesanales.

Otras actividades económicas importantes en el área del golfo son la ganadería extensiva, la agricultura y la extracción de madera. Este último aspecto es especialmente problemático dentro del Golfo. La extracción de maderas nobles en las áreas naturales ha provocado la pérdida de grandes extensiones de bosque natural. Por otra parte, la extracción de madera de mangle, pese a ser una actividad regulada en toda el área del Golfo, se sigue realizando. Una parte de esta madera va destinada al consumo propio en las casas de los que la extraen pero gran parte de ella es vendida a terceros. La madera de mangle es muy utilizada para cocinar y para arreglar y construir las viviendas en las zonas ribereñas.

Así, la agricultura, la ganadería y la pesca y la acuicultura son rubros que se encuentran en diferentes fases de explotación dentro del área del Golfo. En el caso de la pesca, existe una fuerte explotación de los recursos debido a las malas prácticas pesquera (dinamita, artes dañinas) y sobre todo al esfuerzo pesquero real que se da en el área. No existe un número de pescadores reales, pero solo en Honduras se calcula que hay más de 15 000 de los que solo menos de una tercera parte se encuentran censados. Tanto en Nicaragua como en El Salvador, los problemas son similares.

En el caso de la acuicultura, el desarrollo de la actividad parece haber tocado techo o estar a punto de hacerlo. El área del Estero Real es la zona principal para la instalación de granjas tanto para Honduras como para Nicaragua. Se calcula en más de 50 000 ha la superficie concesionada en todo el Golfo para llevar a cabo esta actividad, aunque en la actualidad solo una parte de ellas se encuentra instalada.

3.2.1 Estado Actual del recurso pesquero y acuícola *El Salvador*³⁰

La actividad pesquera Salvadoreña se basa en recursos marinos de alto valor comercial y cultivos acuícolas, cuyos productos se ubican en el mercado externo y también surten la demanda nacional.

²⁹ Fronteras Abiertas, 2007. Cooperación Transfronteriza e integración en América Latina. La experiencia del proyecto Fronteras Abiertas.

³⁰ FAO Perfiles de pesca y acuicultura.

Hasta finales de los años 90 la pesquería del camarón y su fauna acompañante sustentaron la pesca industrial salvadoreña, sin embargo el estado de sobreexplotación, los efectos de los fenómenos naturales, la fuerte presión y algunas prácticas nocivas tales como la pesca en zonas estuarinas y con artes de pesca no permitidos han hecho que el recurso pierda posicionamiento además en el corto plazo no se notarán los efectos de las medidas de ordenación tales como la limitación al esfuerzo de la flota industrial en 1999 cuando se mantuvo abierto el acceso de la flota artesanal y la veda bimensual desde el 2002.

Las principales especies objetivo son: camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*, *L. stylirostris* y *L. occidentalis*); tití o camaroncillo (*Trachipenaeus sp.* y *Xiphopenaeus riveti*), camarón café y rojo (*P. californiensis* y *P. brevirostris*). A diciembre de 2004 había 87 motonaves autorizadas de las cuales operaban 47, sumadas a 3 600 embarcaciones artesanales. La fauna acompañante está compuesta por unas 155 especies de peces, crustáceos y moluscos.

En su lugar, la industria atunera es ahora la principal pesquería comercial y gracias a su aporte la producción industrial creció el 638 por ciento entre los años 2002 y 2003. En septiembre de 2003 se establecieron dos empresas españolas en el puerto de La Unión; una de ellas dedicada a la pesca (con dos barcos propios de bandera Salvadoreña de 1 400 y 1 800 toneladas de acarreo) y otra al procesamiento.

Procesan lomos de atún que exportan a sus filiales en España donde elaboran productos de alto valor agregado, algunos de los cuales se importan luego en El Salvador para abastecer la demanda nacional. La flota autorizada del 2004 son 17 motonaves de las cuales sólo operan 10, además de 62 embarcaciones artesanales.

La pesca en pequeña escala la ejercen personas de bajos recursos que habitan en zonas costeras y ribereñas, que encuentran en ésta su principal fuente de ingresos y de seguridad alimentaria. El número de pescadores ha disminuido respecto a los que había a principios de los años 90.

La pesca artesanal aporta un 50 por ciento de la producción pesquera total y se estima que el país tiene 13 000 pescadores marinos con 5 700 embarcaciones, además de 34 cooperativas y dos federaciones que aglutinan las cooperativas. La actividad se desarrolla en zonas estuarinas y mar abierto en un área de 8 000 km² desde la costa, con embarcaciones de 18 a 25 pies de eslora y motor fuera de borda. Los aparejos utilizados son: redes de enmalle, atarrayas y palangres. Sus principales recursos objetivo son: los camarones costeros y su fauna acompañante, pargo, róbalo, corvina, macarela, tiburón cuya captura aumentó desde 1999 y conchas o curiles (*Anadara sp.*) que extraen manualmente las mujeres y los niños.

Desde los años 80 el cultivo de camarón marino (*Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*) ha sido el más representativo y hasta 1998 tuvo un acelerado desarrollo, se estimaba el potencial en 4 000 ha sin embargo en octubre de ese año El Salvador sufrió los efectos del huracán Mitch que afectó gravemente estos cultivos y desaceleró sus posibilidades de expansión. Desde el 2003 se ha deprimido aún más la camaronicultura; ya no hay producción de larvas, sólo un 10 por ciento de los productores industriales importa semilla desde Guatemala y los medianos acuicultores dependen del laboratorio de maduración de CENDEPESCA. El sector sufre la enfermedad de la Mancha Blanca. Ya no hay exportaciones y sus productos se venden al mercado nacional. Otras especies objeto de cultivo son la tilapia (*Oreochromis sp.*), camarón de agua dulce (*Macrobrachium rosenbergii*), carpa (*Cyprinus carpio*) y guapote (*Cichlasoma sp.*).

La promoción de la piscicultura de agua dulce comenzó en los años 90, una vez culminó el conflicto bélico. Hasta el 2002 su desarrollo era muy limitado, se empleaban los sistemas de estanques de tierra y jaulas flotantes y sus productos se destinaban al mercado nacional, pero en ese año se instaló al norte del país una empresa salvadoreña que introdujo tecnología israelí, desarrolla cultivos súperintensivos y exporta sus productos a Estados Unidos. Los demás piscicultores son pequeños comerciantes y

productores de subsistencia que venden pescado fresco entero y están diseminados a lo largo del país, además de catorce proyectos de tilapia en jaulas flotantes.

Honduras

La parte hondureña del Golfo de Fonseca tiene una costa de 162 km, que incluyen bosques de manglares, playones, una bahía, desembocaduras de ríos, esteros, islas, islotes, etc. En su mayoría la población de las comunidades ribereñas vive de la pesca, dedicándose en un menor porcentaje a labores agrícolas o a trabajar en las fincas camaroneras. A diferencia de los pescadores del Caribe, los pescadores artesanales del golfo realizan una pesca más tecnificada, con lanchas y motores fueraborda y con redes que en su mayoría son fabricados por ellos mismos con material comprado en El Salvador.

La mayoría de especies existentes en el Golfo de Fonseca son objeto de captura, las principales categorías son: 1) peces: robalos, corvinas, jureles, caguachas, meros, pargos, lisas, tiburones, rayas, etc.; 2) crustáceos: camarones, langostas, chiquirines, etc.; 3) moluscos: ostras, ostiones, cascós de burro, curiles, mejillones, etc.). Asimismo los huevos de tortuga durante la llegada de las tortugas marinas a las playas del golfo, son objetivo de recolección por los pescadores. Como artes de pesca son utilizados trasmallos para peces, trasmallos camaroneros, chinchorros, atarrayas, anzuelos, etc.

En aguas del golfo el sistema pesquero asociado a la explotación de dos especies de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei* y *Litopenaeus stylirostris*) se presenta en tres vías: 1) la explotación artesanal de juveniles y adultos de las poblaciones de camarón; 2) la explotación de larvas de camarón blanco para las fincas de cultivo; y 3) la pesca de camarón juvenil y adulto con atarrayas en las lagunas de invierno durante los meses de mayo a septiembre.

La cadena productiva del sector está dividido en tres etapas: la etapa de Pesca Artesanal, Pesca Industrial (alta mar), camaronicultura integran la fase primaria; cuyas características se describen en las tablas siguientes:

TABLA 1
Características pesca y acuicultura en Honduras

Tipo de actividad	Recursos humanos	Capital	Principales características
Pesca artesanal	12 400 pescadores (microempresarios)	201 lanchas 7 944 pangas 3 263 botes	Nivel educativo máximo, educación primaria. La capacitación la reciben en forma empírica, traspasada de padre a hijo Están reunidos en comunidades pesqueras Las artes de pesca son la red agallera (trasmallo), la atarraya, cuerda de mano y el anzuelo Las especies que capturan son el Camarón, Tiburón, Snapper, Jurel, Robalo, Pargo, Corvina, Mero, etc. Estos pescadores no son sujetos de crédito por el sistema financiero
Pesca Industrial	25 317 empleos	327 barcos empresarios medianos y grandes.	Tienen su base en la zona Norte del país en las Islas de la Bahía, La Ceiba y la Mosquitia Utilizan infraestructura de desembarque (muelles) La capacitación la reciben en forma empírica Las artes que utilizan para pescar son las nasas, anzuelo, redes y buzos Las especies que capturan son: camarón, Langosta, Caracol y Escamas
Camaronicultura	27 750 empleos	Unidades productivas: 213 pequeñas 19 medianas 22 grandes	Producen Camarón cultivado y Están ubicados en la región Sur en el Golfo de Fonseca en los departamentos de Valle y Choluteca La capacitación es impartida por las empresas o productores con éxito el nivel es de primera Se apoya con técnicos calificados, programas de investigación y extensión, convenios Nacionales e Internacionales El 99,5% de su producción es exportada a los EEUU y Europa Área de cultivo 18 500 ha. De las cuales 6000 se encuentran sin producir por problemas financieros

Fuente: Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras, 2002.

La pesca artesanal se realiza en las dos áreas costeras, dedicándose a esta labor, 186 comunidades: 65 en el litoral pacífico; la edad promedio de los pescadores artesanales es de 33 años y no tienen acceso a los programas de seguridad social del Estado, el nivel educativo máximo es el de educación primaria; sus conocimientos los adquieren en forma empírica y no de educación formal. La labor de pesca la realizan en cayucos, botes, pangas y pequeñas lanchas y se impulsan por medio de motores fuera de borda que utilizan gasolina como combustión y las artes que utilizan son los trasmallos (red agallera), atarrayas etc. Aproximadamente el 80 por ciento de la captura es utilizada para consumo nacional y el 20 por ciento para exportación por medio de las empacadoras.

La pesca industrial tiene su base en Islas de la Bahía y realiza sus actividades de captura en el área comprendida entre el paralelo 15 y el paralelo 17, a partir de tres millas de la costa; esta actividad la realizan con una flota de 309 embarcaciones, de las cuales, 109 capturan langosta, 156 camarón, 15 caracol y 29 pescado de escamas. Esta actividad se viene realizando desde 1950, con una flota de barcos que en los últimos 6 años se ha reducido como resultado de la sobre explotación de los recursos pesqueros.

Actualmente el cultivo de camarón cuenta con un área acuífera de 18 500. Hectáreas de superficie de las cuales únicamente se encuentran en producción, 12 500 ha, lo que representa una reducción en áreas productivas. Las 6 mil hectáreas restantes no se encuentran en producción por problemas de financiamiento que enfrentan los pequeños empresarios. La etapa de transformación industrial está integrada por las plantas de procesamiento industrial, que se detallan en la tabla 2:

TABLA 2
Pesca y cultivo de camaron

Tipo de actividad	Recurso humanos	Capital	Principales características
Pesca (captura)	17 970 empleos	15 plantas procesadoras (empresarios grandes y medianos).	Se encuentran ubicados en los Departamentos de Cortes, Islas de la Bahía y Atlántida La totalidad de sus productos es para la exportación Existen 15 empresas empacadoras autorizadas, de las cuales 8 de ellas han sido inspeccionadas por la "FDA" de los Estados Unidos calificándolas con cero deficiencias. La capacidad instalada es de cinco veces la producción existente Los productos que procesa son Pescado de escama, caracol, Camarón, y Langosta
Cultivo	7 030 empleos	14 laboratorios larvarios, 3 unidades de maduración, 8 plantas procesadoras de tamaño grande	Las plantas procesadoras de camarón cultivado están ubicadas cerca de las ciudades de Choluteca y San Lorenzo La mano de obra es capacitada por las mismas empresas Las instalaciones cuentan con infraestructura y equipos modernos dotados de áreas de descabezado y de clasificación Cuentan con frigoríficos, plantas de hielo y laboratorios microbiológicos Los técnicos con que cuentan las plantas están capacitados en los procedimientos del FDA de los Estados Unidos

Fuente: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Honduras, 2002. Las estimaciones de empleo por camaricultura podrían incrementarse por aproximadamente un 20% debido al aumento de la producción al 2011.

La tercera etapa la completa la "comercialización"

La estructura de comercialización local se encuentra ubicada principalmente en las ciudades de Tegucigalpa, San Pedro Sula y la Ceiba. Las ventas al detalle: supermercados, restaurantes, pescaderías hasta el consumidor final. Los detallistas reciben el producto directamente por medio de los intermediarios y de los productores. Comercialización internacional—Las empresas que adquieren los productos hondureños se encuentran especialmente en Miami y los productos son distribuidos al detalle (cadenas de restaurantes y supermercados) al resto de los Estados Unidos por medio de "Brokers".

Insumos intermedios

- Proveedores de larva las cultivan localmente y venden directamente a los productores.
- Proveedores de alevines los cultivan localmente, una parte en laboratorios del Estado y particulares también producen y los venden a los productores.
- Proveedores de alimento es una sola empresa que monopoliza los precios los alimentos significan entre el 60 por ciento al 70 por ciento de los costos de producción.
- Los empaques para los industriales son comprados mayormente en el mercado local y en el exterior.

Con relación a los Servicios Financieros y de Transporte, que utiliza el sector, presentan problemas y obstáculos para el normal desarrollo del sector y en consecuencia se detallan en el capítulo de problemas del rubro.

Nicaragua³¹

Existen 21 comunidades pesqueras localizadas en el departamento de Chinandega, de los cuales, 18 se ubican en los 4 municipios que son parte del Golfo de Fonseca.

Estas comunidades pesqueras conforman 3 grandes centros comunitarios de pescadores: 1. Estero Real; 2. Puerto Morazán y Tonalá; y 3. Zona Costera Noroccidental (Tabla 3):

a) Comunidades del Estero Real - Las comunidades están ubicadas bordeando la parte este, sur y oeste del cuerpo de agua del Estero Real y sus afluentes, cuatro de ellas (9-11) sobre la carretera panamericana entre El Viejo y Somotillo.

TABLA 3

Pescadores por Municipio

Comunidades		Municipio	1	2
Estero Real	Palo Grande	Somotillo	60	79
	La Cuarentena	Somotillo	30	-
	Santa Paula	Somotillo	25	-
	Asentamiento Carlos Núñez	Somotillo	40	-
	Las Mesas	Somotillo	25	20
	Jícara Bonito	Somotillo	22	-
	El Embudo	Somotillo	20	-
	El Chorro	Somotillo	10	-
	Villanueva	Villa Nueva	90	18
	Villa 15 de Julio	Villa Nueva	60	27
	Ranchería	Villa Nueva	60	34
Mokorón	Villa Nueva	80	66	
Los playones de Catarina	El Viejo	150	143	
Puerto Morazán y Tonalá	Puerto Morazán	Puerto Morazán	350	268
	Tonalá	Puerto Morazán	150	139
Zona Costera Noroccidental	Potosí	El Viejo	200	89
	Mechapa	El Viejo	100	96
	Jiquilillo	El Viejo	450	182
	Los Zorros	El Viejo	30	75
	Padre Ramos	El Viejo	50	126
	Nahualapa (El Manzano)	El Viejo	30	118
	Aserradores	El Viejo	120	190
TOTAL			2 153	1 571

Nota: 1 = No. Estimado de pescadores; 2 = No. De Pescadores Registrados.

Fuente: propia del autor con datos de AdPesca, 2002 y estimaciones mas recientes de terreno.

³¹ AdPesca-AECI-2002. Diagnóstico de la actividad pesquera y acuícola. I Censo Nacional de Actividad Pesquera, AdPesca, 2002.

b) Comunidad Puerto Morazán y Tonalá - Ambas comunidades se encuentran al nordeste de Chinandega cabecera departamental, a una distancia de ésta aproximadamente de unos 28 y 15 kilómetros respectivamente.

c) Comunidad zona costera Noroccidental - Todas las comunidades pertenecen al municipio de El Viejo, departamento de Chinandega y están a lo largo de la zona costera. Potosí está situada en el área del Golfo de Fonseca frente a Honduras, las demás comunidades están a lo largo del litoral, en la zona costera inmediata al mar, todas las comunidades tienen acceso directo a los sitios de pesca vía navegación.

Artes de Pesca

a) Comunidades del Estero Real - Se registraron un total de 763 artes de pesca y utensilios para capturar las distintas especies reportadas en esta zona. De ellas el 35,9 por ciento corresponden a atarrayas, 13,6 por ciento trasmallos, 12,8 por ciento bolsas y mangas, 11,9 por ciento redes de arrastre, 9,7 por ciento ganchos (bichero) en el buceo, 9,7 por ciento líneas de mano y anzuelos, y el 6,5 por ciento de otras artes como canastos y bandejas (lift net) (P/camarón de río y cangrejos). Las redes de arrastre son exclusivas de Los Playones de Catarina, así mismo, es la comunidad que presentó mayor variedad de artes de pesca. No se están incluyendo los instrumentos que utilizan para la colecta de larvas de camarón.

b) Comunidades de Puerto Morazán y Tonalá - Los Pescadores de estas dos comunidades utilizan las mismas artes de pesca que las comunidades del interior del estero, sin embargo son mucho más numerosas en casi el doble con menos pescadores estimados. Se registraron 1 037 artes de pesca de las cuales el 42,6 por ciento corresponden a atarrayas, 20,1 por ciento a líneas de mano y anzuelos, 12,7 por ciento a trasmallos, 12,6 por ciento a ganchos (bicheros) utilizados en el buceo, 9 por ciento a bolsas y mangas y el 2,9 por ciento son artes varios como redes de arrastre (6), chinchorro playero (5), y bandejas.

c) Comunidades de la zona costera noroccidental - Para esta zona se registraron un total de 3 350 artes de pesca de las cuales el 35 por ciento corresponden a redes agalleras, el 24 por ciento a anzuelos y palangres, 17,5 por ciento a trasmallos de estero, 10,5 por ciento a redes langosteras, 5,2 por ciento a trasmallos de deriva, 2,9 por ciento son atarrayas y el 4,7 por ciento son otras artes como bolsa (1,3 por ciento), arrastre (1,1 por ciento), nasas (1,7 por ciento), buceo (0,6 por ciento) y chinchorro playero (0,1 por ciento).

Embarcaciones

a) Comunidades del Estero Real - Se registraron un total de 156 embarcaciones de los cuales el 91.02 por ciento corresponden a cayucos, el 3.20 por ciento son pangas y 5.76 por ciento lanchas. Independientemente del tipo de embarcación, el 57.69 por ciento de estas embarcaciones son impulsadas por remos, y el 42.3 tienen propulsión mediante motores fuera de borda, generalmente utilizan la marca Yamaha con potencia entre 15 y 25 h.p, otros 3 motores con 2 h.p de potencia, 1 motor Suzuki de 50 h.p y 1 motor Tohatsu de 8 h.p. Los cayucos se caracterizan por ser pequeños (hasta 21 pies de eslora) y medianos (de 22 a 30 pies de eslora), generalmente están contruidos de una sola pieza de árbol, socavado hasta darle la estabilidad necesaria. Los botes son más elaborados que los cayucos, llevan reglas adicionales y algunos depósitos, las lanchas utilizan casetas y las pangas están mejor diseñadas y son de fibra de vidrio.

b) Comunidades de Puerto Morazán y Tonalá - Las embarcaciones también son más numerosas en estas dos comunidades que en las anteriores. Se registraron un total de 201 embarcaciones de las cuales el 85.57 por ciento son cayucos y el 14,42 por ciento son lanchas. Independientemente del tipo de embarcación, el 64.67 por ciento son

impulsados por motores fuera de borda y el 35.32 por ciento son impulsados a remo. La marca más usada es la Yamaha, y la potencia del motor es 15 h.p, otras marcas son Mariner, Suzuki y Tohatsu, y otras potencia del motor son 2, 5, 8, 25 y 40 h.p.

c) **Comunidades de la zona costera noroccidental** - Se registraron 212 embarcaciones de las cuales el 52.61 por ciento corresponden a cayucos, el 21.32 por ciento son pangas de fibra de vidrio, 26.06 por ciento lanchas y el 3,4 por ciento son botes. Cayucos los hay grandes (más de 30 pies de eslora), medianos (de 22 a 30 pies de eslora) y pequeños (hasta 21 pies de eslora). Independientemente del tipo de embarcación, el 76. 78 por ciento poseen motor fuera de borda como medio de propulsión y el 23.22 por ciento es impulsado por remos. Los motores se caracterizan por ser de gran potencia, en su mayoría son motores Yamaha de 30, 40 y 65 h.p, Mariner 55 h.p. Otras marcas son Evinrude, Mercury y Suzuki con potencia de 40, 60 y 75 h.p. En Jiquilillo se confirmaron 150 equipos de trabajo que incluye medios y aparejos de pesca, cada equipo es manipulado por 3 pescadores.

El total de embarcaciones y motores utilizado para la pesca en las comunidades del Estero Real, Puerto Morazán y Tonalá (Zona costera noroccidental), se encuentran reflejadas en la tabla 4:

TABLA 4

Embarcaciones en las comunidades costeras

Comunidades		Embarcaciones			Motores	
		Cayucos*	Lanchas	Panga	Fuera de Borda	Remo
Estero Real	Palo Grande	28	4	3	18	17
	Las Mesas	2	2	1	4	1
	Buena Vista	19			9	10
	Villa Nueva	1	1	1	3	
	Villa 15 de Julio	8	-	-	-	8
	Ranchería	13	2	-	7	8
	Mokorón	28	-	-	4	24
	Playones de Catarina	43	-	-	21	22
Puerto Morazán y Tonalá	Puerto Morazán	127	25	-	111	41
	Tonalá	45	4	-	19	30
Zona costera noroccidental	Potosí	40	12	3	28	27
	Mechapa	25	25	-	47	3
	Jiquilillo	15	-	27	38	4
	Los Zorros	12	7	3	17	5
	Padre Ramos	13	10	9	27	5
	Nahualapa	6	1	3	5	5
Total	425	93	50	358	210	

Fuente: elaboración propia, con datos de AdPesca, 2002.

Nota: (*) los botes son conocidos como cayucos.

Comercialización

a) **Comunidades del Estero Real** - Los pescadores prefieren vender su producción en Honduras y El Salvador, de hecho venden la mayor parte en esos países; También venden la producción en Somotillo, en los sitios de pesca, o bien lo llevan por medio fluvial a través del Estero Real a Puerto Morazán donde hay acopiadores establecidos. En temporadas de buenas capturas, llegan los comerciantes hasta las comunidades. Algunos pescadores reservan producto para unas 20 mujeres promedio por comunidad, las cuales van a vender al menos tres veces por semana a localidades cercanas entre los pobladores, restaurantes, comedores y mercados populares. Estas son conocidas como “paneras” y están emparentadas o son cónyuge de los pescadores.

La mayor parte del producto que se comercializa se trata de especies en estado juvenil, principalmente los peces marinos con tallas no van más allá de los 20 centímetros de

longitud total, y camarones en su fase estuarina. En algunas temporadas del verano se logran capturar especies adultas de gran tamaño en peces y camarones.

b) Comunidades de Puerto Morazán y Tonalá - En Puerto Morazán la producción se comercializa localmente, donde hay aproximadamente unos 10 centros de acopio intermediarios y unas 100 “paneras” los que se encargan de llevar el producto a su destino final. Generalmente la producción sale hacia Honduras, El Salvador, Somotillo, Chinandega, El Viejo y León. La mayoría de los pescadores de Tonalá venden su producto (camarón y pescado) en Morazán, otros incluyendo los colectores exclusivos de punche tienen compradores fijos que llegan al pueblo procedentes de Somotillo, El Viejo y Chinandega.

c) Comunidades de la zona costera noroccidental - Potosí es un caso especial y crítico, la principal especie objeto de captura es el camarón blanco (todas las especies), camarón tigre y camarón tití, los principales mercados son El Salvador y Honduras, comerciantes de ambos países tienen pangas nacionalizadas que van a desembarcar a sus respectivos países llevando además producto que compran a los demás pescadores. En todos los centros pesqueros hay acopiadores particulares (intermediarios) que trabajan directamente con los pescadores, hacen sus propios arreglos y generalmente cada acopiador lidera un determinado grupo de pescadores.

Los acopios están equipados con capital efectivo, termos, hielo, combustible, equipos y materiales de pesca para comprar el producto y avituallar a sus pescadores respectivamente, facilidades que les brindan las empresas Expomar, Nicafish, y Nicanor, quienes compran la mayor parte del producto principalmente el de exportación, el resto del producto los intermediarios lo venden localmente a restaurantes, comerciantes, paneras y particulares.

La empresa Neptuno está presente en Aserradores exclusivamente para el acopio de langosta. Comerciantes de El Salvador y Honduras también visitan estos centros pesqueros entrando al país vía Potosí. Los centros de acopio están distribuidos en Mechapa (3), Aserradores (3), Nahualapa (2), Padre Ramos (8), Los Zorros (1), Jiquilillo (6). Hay muchos compradores de pescado y mariscos que visitan estos centros pesqueros para llevarlos a vender a sus lugares de origen.

Logística

a) Comunidades del Estero Real - Los sitios de pesca están situados a unos 10 km de sus comunidades, por lo que viajan hasta ellos a caballo, en bicicleta o a pié, permaneciendo en los sitios hasta dos noches y tres días, pescando al ritmo de las mareas. Generalmente la mayoría de los pescadores carecen de embarcaciones para realizar sus faenas, por lo que tienen que formar grupos de tres personas, y realizan roles periódicos utilizando los mismos equipos de pesca y embarcaciones. Un grupo puede salir a pescar en dos turnos al mes.

b) Comunidades de Puerto Morazán y Potosí - Los pescadores de Morazán se dedican más tiempo a la pesca que los pobladores de Tonalá, cambiando el patrón de pesca (temporada, duración, artes y sitios de pesca) en función de la especie objetivo.

En verano se dedican a la pesca de escamas, para lo cual utilizan palangres, líneas de mano y redes agalleras, trasmallos y atarrayas, visitando principalmente los sitios de la zona marina. Los pescadores se trasladan a los sitios de pesca por tres días aproximadamente dos veces a la semana. Son jornadas intensivas (dejan los equipos trabajando día y noche) con revisión por la mañana y por la tarde. Cuando las capturas se bajan sólo revisan por la mañana. En invierno se dedican a la pesca del camarón blanco y de río, utilizando bolsas, tranques y atarrayas en sitios propios del Estero Real. Dependiendo de los rendimientos los pescadores se internan al estero y la jornada

puede durar hasta dos días, con buena producción cerca de la comunidad las jornadas son diarias.

En Tonalá la mayoría se dedican a la camaronicultura, labores de limpieza, descabezadores(a) y larveros(a), hay pescadores(a) que solamente en invierno se dedican a la pesca del camarón blanco, y en el verano trabajan en las granjas camaroneras como peones en labores de limpieza y mantenimiento. Son pocos los que están dedicados en sociedad/cooperativa a la producción en granjas camaroneras. También hay pescadores que se dedican exclusivamente a la colecta de punches en jornadas nocturnas de 3 a 4 días por semana.

c) Comunidades de la zona costera noroccidental - La pesca del camarón en Potosí se realiza mayormente en horas de la madrugada aunque hay temporadas que se puede pescar todo el día o sólo de noche. Todos los pescadores coinciden que “depende de muchas condiciones”. Es una pesca activa, la red deriva con el movimiento de las aguas y los lances pueden durar alrededor de una hora. Los pescadores con trasmallos o redes agalleras para langosta y escamas (Pargo y Corvina) en sitios marinos, en general realizan jornadas intensivas revisando los equipos por la mañana y por la tarde, las redes quedan en el agua las 24 horas del día, hasta cuando ameriten reparaciones mayores o cambio de sitio de pesca.

También realizan jornadas nocturnas para pargo, calando redes por la tarde y recuperando por la mañana del día siguiente con revisión a medianoche. Pescadores de los esteros Padre Ramos y Los Zorros, en temporadas bajas de la langosta, pargo y corvina, se dedican a la colecta de concha negra y punche. También en estas comunidades hay pescadores exclusivos de los esteros, capturando una variedad de especies marinas que se caracterizan por ser de menor tamaño (peces jóvenes). En Aserradores hay colectores exclusivos de concha negra y casco de burro que realizan jornadas diarias desde la madrugada hasta las diez de la mañana aproximadamente.

Los pescadores marinos utilizan pangas de fibra de vidrio de 25 pies o lanchas de madera de 18 pies, todos con motores fuera de borda con potencia en un rango de 25 a 75 h.p. En Mechapa, Aserradores, Jiquilillo, y Padre Ramos forman tripulaciones de 3-4 personas por panga (1 capitán que maniobra la panga y tres marinos que operan las redes). En estos mismos sitios también hay dueños de pangas y equipos (armadores en pequeña escala) que contratan a los pescadores a los que pagan con un determinado porcentaje de la captura de la jornada.

En muchos casos los armadores son dueños de un centro de acopio, ó al menos asociado. En Jiquilillo, y Padre Ramos hay muchos pescadores que no tienen equipos de pesca ni embarcación, éstos salen a pescar como tripulantes asalariados. Los pescadores en los esteros utilizan cayucos impulsados por remos y generalmente van dos pescadores por cayuco.

3.2.2 *Función social y económica del sector pesquero y acuícola*

En el Golfo de Fonseca el índice agregado de Desarrollo Humano es de 0,649. Siendo los datos de cada departamento: el IDH de La Unión es 0,673, frente a 0,747 de El Salvador; los IDH de Valle y Choluteca son respectivamente 0,649 y 0,627, siendo el de Honduras 0,714; el IDH de Chinandega es 0,649, comparado con el 0,699 de Nicaragua³².

En el Golfo de Fonseca, las actividades económicas se encuentran concentradas en la industria camaronera, la industria azucarera y la producción de sal, las plantaciones de melón, sandía, la agricultura tradicional de granos básicos, la ganadería y la pesca artesanal³³.

³² Los datos se refieren a informes PNUD sobre 2006.

³³ CCAD, 2002.

Los recursos naturales del Golfo de Fonseca han sido el principal reclamo para los nuevos pobladores del Golfo de Fonseca. El área marina es compartida por los tres países ribereños y la fisonomía paisajística costera y climática es similar, por eso se entiende que las actividades económicas para toda el área del Golfo sean las mismas independientemente del país en el que nos encontremos³⁴.

En general, los recursos naturales del Golfo no son suficientes para generar los ingresos necesarios para todos los actores económicos (AECI, 2006). De ahí la necesidad y el surgimiento de fuentes alternas que aporten a la economía local. El ecoturismo ha sido una de estas fuentes de empleo, está surgiendo como una actividad pujante y promisoría en la región.

En el Golfo de Fonseca se localizan áreas protegidas con alto valor paisajístico cuyo potencial turístico está vinculado a su biodiversidad especialmente la marina y de vida silvestre, por ende representa un nicho negocio alternativo para los comunitarios. Por otra parte, hay que destacar la importancia de las remesas familiares en el mantenimiento de la economía superficial de cara al mejoramiento de las condiciones de vida de los lugareños. En ese sentido, a continuación se describe brevemente el aporte de cada uno de los sectores económicos en los tres países que forman parte del Golfo de Fonseca.

Sector Agropecuario

Los tres países dado su carácter ribereño poseen una alta tradición agrícola. La economía de los departamentos del Golfo se basa fundamentalmente en el sector primario (agricultura, ganadería, silvicultura y pesca). Aunque, en este punto nos centramos en el aporte económico de la agricultura y la ganadería.

En El Salvador, para el año 2005 el PIB Nacional correspondía a 8420 millones de dólares (de 2000), en donde la actividad agropecuaria proporcionó el 10,6 por ciento, desglosados en 575 millones de dólares del sector agrícola y 323 millones de dólares provenientes del sector pecuario³⁵. Durante el mismo año 444 447³⁶ personas fueron empleadas por el sector agropecuario, representando el 19,5 por ciento de la población total del país. La actividad agrícola se deriva de los granos básicos (maíz, frijol, maicillo, arroz). Entre los productos no tradicionales más importantes se cultivan ajonjolí, sandía y marañón. La implementación de este tipo de cultivos genera una alternativa económica en la diversificación del agro³⁷.

Después de dos décadas y media (80's año de referencia) la economía salvadoreña pierde la capacidad para generar divisas, las agro exportaciones tradicionales contribuyen escasamente con un 6 por ciento, las remesas familiares 70 por ciento y la actividad maquiladora (12 por ciento). El empleo que se genera en la actividad agropecuaria con el pasar del tiempo ha percibido una disminución debido a la estructura productiva que ha contribuido al desplazamiento de la población ocupada en el sector agropecuario a otros sectores productivos como la industria, servicios y comercio³⁸. La limitada dotación de tierras de este país ha provocado que el país más que productor sea un importador neto de productos agropecuarios.

Las exportaciones agropecuarias se ha venido orientando más en los últimos años hacia productos que antes no tenían tanta importancia (no tradicionales), como hortalizas y frutas, legumbres e incluso leche y carne de cerdo, y con decreciente importancia para los históricamente más tradicionales como café, fibras textiles y tabaco, por ejemplo, aunque manteniéndose la importancia del azúcar y de algunos

³⁴ Ambrosio de L. et al. *Identificación de un proyecto Araucaria XXI en el Golfo de Fonseca*. AECI, 2006.

³⁵ Subregión Norte de América Latina y El Caribe: Información del Sector Agropecuario. Las tendencias alimentarias 1995-2007. CEPAL. 2008.

³⁶ Dirección de Estadísticas y Censos. Estadísticas Laborales. El Salvador.

³⁷ Corredor Biológico Golfo de Fonseca Nicaragua. Junio 2001. PROARCA.

³⁸ Raúl Moreno, 2006, CAFTA-DR, Agricultura y soberanía alimentaria.

cereales (el más importante frijol) en la canasta exportadora. El Salvador, aún con una limitada dotación de tierras, tiene un importante potencial agroexportador en ciertos nichos específicos y en mercados de productos étnicos, especiales y orgánicos³⁹.

En Honduras, el sector agropecuario es el más importante generador de producción, ingresos, exportaciones y empleo de la economía hondureña, además que aporta valiosos servicios ambientales. Las actividades agrícolas generaron durante el año 2005, 1901 millones de lempiras (constantes de 1978) y las actividades pecuarias 374 millones de lempiras (constantes de 1978). El PIB Nacional ese mismo año ascendía a los 8 507 millones de lempiras. El aporte del sector agropecuario al PIB fue de 22,3 por ciento. Las exportaciones agroindustriales representaron el 11,8 por ciento mientras las exportaciones agropecuarias 33,7 por ciento⁴⁰.

Dentro de las actividades agrícolas de la zona, las más significativas y de las que la población depende son: la agricultura de subsistencia con cultivos de sorgo, maíz, frijol, ajonjolí, papa, marañón, camote, chile, malanga, ayote, yuca, tomate y coliflor; cultivos agroindustriales como la caña, melón y sandía que son explotados en escala

Según el Banco Central de Honduras, la actividad agropecuaria tuvo un leve crecimiento de 0,5 por ciento, explicado particularmente por el crecimiento en la producción de granos básicos, dentro de los cuales, según las encuestas de pronósticos realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), destacan la producción de maíz (18,5 por ciento), sorgo (10,0 por ciento) y frijol (9,7 por ciento). Adicionalmente, el rubro de palma africana incrementó su producción en 17,6 por ciento; la producción de caña de azúcar creció en 2,7 por ciento. Asimismo, los subsectores de ganadería y avicultura crecieron en 3,2 por ciento y 7,1 por ciento respectivamente.⁴¹

En Nicaragua, la producción agrícola es principalmente de subsistencia, los cultivos de agro exportación que sobresalen son la caña de azúcar, maní y banano que se producen principalmente en el Municipio de El Viejo. Se desarrolla café a pequeña escala principalmente en las faldas del Volcán San Cristóbal, también se cultiva ajonjolí, arroz de secano y granos básicos.⁴² Mientras, los municipios de Somotillo y Villanueva se caracterizan por tener vocación ganadera ya que dedican sus pastos en un 70 y 67 por ciento de superficie respectivamente. De acuerdo al Censo agropecuario⁴³, en el año 2001 se generaron 30 189 puestos de trabajo, 22,55 por ciento como trabajadores permanentes y 77,45 por ciento como trabajadores temporales.

El salario mínimo oficial del sector agropecuario para el año 2005 fue de 44,96 USD dólares americanos (al tipo de cambio vigente a diciembre de 2005).

Ese mismo año, las actividades agrícolas generaron al país una producción equivalente a 3 231,7 millones de córdobas (de 1994), y 2 245 millones de córdobas (de 1994) derivadas de las actividades pecuarias.⁴⁴ De esta manera el sector agropecuario contribuyó en un 17,29 por ciento al crecimiento del PIB Nacional, a pesar que este año contó con la presencia de condiciones climáticas poco favorables que causaron resultados mixtos. En los principales cultivos de exportación (ajonjolí, caña de azúcar) mostraron una reducción en su producción, mientras los destinados al consumo interno se expandieron, principalmente el maíz y el arroz.

³⁹ Equipo Consultor RUTA. Gasto Público Agropecuario para el desarrollo de El Salvador: Evaluación y marco estratégico para mejorar su eficiencia y eficacia (Volumen I). 2010. Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador.

⁴⁰ Serna B. Honduras: tendencias, desafíos y temas estratégicos del desarrollo agropecuario. CEPAL, 2007.

⁴¹ Memoria Anual 2005. Banco Central de Honduras.

⁴² PROARCA COSTAS. 2002. Corredor Biológico Golfo de Fonseca Nicaragua.

⁴³ INIDE. Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO) 2001. Nicaragua.

⁴⁴ Anuario de Estadísticas Económicas 2001-2008. Banco Central de Nicaragua.

Se manifestó un buen desempeño de las actividades pecuarias favoreciendo la tasa de crecimiento del PIB. El valor bruto de producción asociado a las exportaciones de reses en pie registró, por segundo año consecutivo, el mayor crecimiento interanual (20,2 por ciento) dentro de esta actividad. Los principales destinos de estas exportaciones fueron Guatemala, El Salvador y Honduras.

Sector pesca y acuicultura⁴⁵

Las cuentas nacionales que miden el PIB dividen la economía en tres grandes sectores: Primario (explotación de recursos naturales), Secundario (producción de bienes que tienen procesamiento o transformación industrial) y Terciario (comercio y servicios). La pesca y la acuicultura forman parte del sector primario, que en la mayoría de países se conoce como “Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca”.

El PIB trinacional (El Salvador, Honduras y Nicaragua) en el año 2006 fue de 33 862,8 millones de USD anuales, siendo los mayores aportes generados por El Salvador (55,08 por ciento), seguido de Honduras (29,28 por ciento) y Nicaragua (15,63 por ciento). A nivel regional el volumen de la producción pesquera y acuícola ha tenido una tendencia decreciente después del período 2002/2003, en 2006 alcanzó los 103 361 TM. El volumen al consolidado regional está liderado por Honduras (47,2 por ciento), seguido por El Salvador (33,9 por ciento) y Nicaragua (18,9 por ciento).

Las pesquerías más representativas por su importancia comercial y participación en la producción total son: atún, camarón y camaroncillo, pesca de escama, etc. En cuanto a la acuicultura, el cultivo de camarón marino y de tilapia son los que han tenido mayor desarrollo. La captura de camarón que hasta inicios de la década del 2000 fue estratégica para Centroamérica, cada año es menor debido a los problemas de sobreexplotación de la pesquería y pese a las medidas de ordenación implantadas.

En el caso de la pesca de camarón como de otros recursos marinos, el factor que más ha afectado la rentabilidad es la variabilidad del costo del combustible, lo cual ha desanimado principalmente a la industria a continuar enfocándose en este recurso y por ello actualmente la mayor proporción de las capturas provienen de la pesca artesanal.

El valor total de la producción pesquera y acuícola durante el año 2006 fue de 1 076,38 millones de dólares, la contribución de los países es encabezada por Honduras (58,8 por ciento), seguido de Nicaragua (23,7 por ciento) y El Salvador (17,46 por ciento). El fuerte aporte tanto de Honduras como de Nicaragua estuvo asociado a un aumento del precio de la langosta en más del doble. En el caso del camarón de pesca y de cultivo, la fuerte caída de su precio internacional a causa de la sobreoferta del camarón asiático, ha motivado a los pescadores a ofrecer en los mercados internos y en particular vender al segmento de restaurantes y hoteles; no obstante el camarón de cultivo si continúa exportándose, siendo Estados Unidos el principal mercado.

La pesca y la acuicultura representó para la economía regional (El Salvador, Honduras y Nicaragua) el 3,1 por ciento de su PIB total, equivalentes a 1 076,4 millones de dólares anuales, así como el 30,2 por ciento del sector primario “Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca”. El crecimiento histórico del sector obedece a la importancia de pesquerías como langosta, camarón, así como cultivos de camarón y tilapia.

Puede observarse que quien lidera la producción es el país de Honduras seguido por Nicaragua y El Salvador. En este último, su contribución es aún más discreta a causa del impacto de sectores más dinamizadores como servicios, comunicaciones, transporte, manufacturas y la agricultura (Tabla 5).

El saldo de la balanza comercial fue positivo durante el 2006, con una amplia

⁴⁵ Indicadores macroeconómicos del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano. Período 2000-2007. Octubre 2009. Proyecto “Fortalecimiento de la investigación interdisciplinaria para la pesca responsable en los países centroamericanos”. FIINPESCA – OSPESCA/FAO/SUECIA - GCP/RLA/150/SWE.

TABLA 5
Indicadores Macroeconómicos del sector pesquero y acuícola

Países	PIB Nacional Millones de USD	Aporte del sector pesquero y acuícola al PIB nacional (%)	PIB sector primario Millones de USD	Aporte del sector pesquero y acuícola al PIB del sector primario		Volumen producción TM	Valor producción Millones de USD
				Millones de USD	(%)		
El Salvador	18 653,6	1,01	1 399	187,5	13,4	35 042	187,94
Honduras	9 915,1	6,39	1 287,3	633,35	49,2	48 747	633,24
Nicaragua	5 294,1	4,82	878,2	255,55	29,1	19 572	255,20
Total	33 862,8	3,17	3 564,5	1 076,4	30,2	10 3361	1 076,38

diferencia entre el valor de las exportaciones (380,5 millones de dólares) y las importaciones (62,2 millones de USD). Esto se debe a que los países exportan productos de alto interés comercial tales como atún, langosta, camarón, tilapia, caracol, pargos, meros y otras especies demersales, mientras que la mayoría de las importaciones son productos congelados y procesados para consumo humano, aunque en menor volumen y valor que las exportaciones. Honduras es uno de los mayores exportadores de productos de consumo humano, con el 56,7 por ciento del total de las exportaciones.

En cuanto a las importaciones, los productos más destacados son las conservas para consumo humano (atún, sardinas), el pescado congelado y en menor escala fresco. Los países que más compran productos pesqueros para consumo humano son: Panamá, Costa Rica y El Salvador.

TABLA 6
Valor de las exportaciones e importaciones de productos pesqueros y acuícolas

	Exportaciones Millones de USD	Importaciones Millones de USD
El Salvador	69,8	36,9
Honduras	215,7	21
Nicaragua	95	4,3
Total	380,5	62,2

Si bien el mercado exterior es el principal destino de los productos pesqueros centroamericanos de mayor valor comercial, no en todos los países son igualmente representativos para el grueso de las exportaciones nacionales. Las exportaciones pesqueras y acuícolas aportan el 9,3 por ciento del total de las exportaciones en Nicaragua, ocupando con esta cifra el cuarto lugar entre los principales rubros de exportación del país después del resto de manufacturas, el café y la carne. En el caso de Honduras las exportaciones pesqueras y acuícolas representaron el 4,1 por ciento y en el Salvador el 1,9 por ciento del total de las exportaciones nacionales.

Por otra parte, tomando como base las estadísticas de producción, importaciones y exportaciones de productos pesqueros para consumo humano, se realiza el cálculo de consumo aparente para los tres países. Los resultados indican que la región se caracteriza por un bajo consumo de productos pesqueros, este oscila entre 1,77 y 6,40 kg per cápita, es decir entre 3,9 a 14 libras anuales, demostrando así, que únicamente en el caso de El Salvador pese a su baja producción para exportación y relativo nivel de importación, la población se abastece de este tipo de productos en mayores cantidades en relación a Honduras y Nicaragua, quienes proveen mayores cantidades de productos pesqueros para el comercio internacional.

Tanto en Honduras como en Nicaragua el consumo aparente proviene de la pesca artesanal y fundamentalmente de pescados que se presentan frescos enteros, congelados o en chuletas, aunque se comercializan algunos productos como tortas de pescado o de camarón, almejas, calamares y pulpos. También se consume poca cantidad de productos de mayor valor como camarones y langostas y existe una oferta interesante de productos importados, mayormente conservas constituidas en su mayoría por atún y sardinas.

TABLA 7

Estimación del consumo aparente de productos pesqueros y consumo per cápita

Descripción	El Salvador	Honduras	Nicaragua
En miles de libras	35 043	48 746	19 572
Producción o desembarques TM			
Mas: Importaciones TM	20 179	5 592	3 756
Menos: Exportaciones TM	15 432	39 615	14 853
Consumo aparente TM	39 790	14 236	8 498
No. de habitantes en miles (población entre 5-80 años)	6 213	5 974	4 807
kg/per cápita/año	6,40	2,38	1,77
Lbs./per cápita/año	14,55	5,24	3,9

En relación a los niveles de empleo, Honduras y Nicaragua son los países que mayor cantidad de empleos generan a nivel de toda Centroamérica además de Panamá. Hay generación de empleo tanto en la pesca industrial como artesanal siendo esta última la más representativa.

3.2.3 Tendencia actual de la gobernanza⁴⁶

Los municipios salvadoreños, nicaragüenses y hondureños que se asoman al Golfo de Fonseca comparten muchos problemas: la contaminación de las aguas marinas, ríos y lagunas, el impacto de las actividades productivas en el ecosistema, la distancia de los centros de poder de sus respectivos países, los fuertes flujos migratorios hacia adentro y hacia afuera.

La nueva articulación de la viabilidad mesoamericana a lo largo del eje Puebla-Panamá y, en lo específico, la puesta en función del nuevo puerto salvadoreño de La Unión, integrado con un canal seco que desembocaría en el hondureño Puerto Cortés, en el Atlántico, abren escenarios inéditos para las pueblos que viven en la región del Golfo de Fonseca: cualquier perspectiva de desarrollo en el área tendrá que tomar en cuenta los cambios futuros generados por el puerto y, más en general, por la creación de la nueva articulación logística que el puerto determinará: también en Centroamérica, igual que en América del Sur, las infraestructuras jugarán un papel dinamizador para la integración regional⁴⁷.

La Declaración de los presidentes Ortega de Nicaragua, Zelaya de Honduras y Saca de El Salvador firmada en Managua el 4 de octubre 2007 bajo el lema Golfo de Fonseca, una Zona de Paz, Desarrollo Sostenible y Seguridad, marca un hito histórico al proponerse abrir “una nueva era de colaboración para abordar y resolver integralmente los temas relacionados con el Golfo de Fonseca, por medio de un diálogo franco y constructivo” e invitando a la vez a la Comunidad internacional para que apoye un proceso de desarrollo equitativo en la región.

Sin embargo, hay que considerar siempre que la percepción de los efectos de la apertura de espacios transfronterizos y la integración regional no es unívoca: a menudo entre la población se originan preocupaciones y resistencias, que tienen razones legítimas y que obligan a los gobiernos a tomar medidas en favor de los sectores que se sienten afectados, los cuales en la mayoría de los casos pertenecen a las capas más vulnerables. Este episodio indica una vez más la necesidad de una armonización de leyes y reglamentos entre los países que participan en los procesos de integración transfronteriza.

⁴⁶ Fronteras Abiertas, 2007. Cooperación Transfronteriza e integración en América Latina. La experiencia del proyecto Fronteras Abiertas.

⁴⁷ En realidad, a finales del 2009 el Puerto de La Unión todavía no está en función, debido a la falta de una decisión política sobre la modalidad de gestión del mismo, lo cual ha despertado mucha preocupación en el gobierno de Japón, que ha contribuido con un préstamo de 103 millones de dólares, de un total de 183 millones.

En la región del Golfo de Fonseca existe una extensa red de relaciones entre las poblaciones de los tres países municipios dentro de cada país, a la vez que hay poco diálogo entre las entidades locales y territoriales a través de las fronteras, más allá de algunas experiencias sostenidas por la cooperación internacional, que se han disuelto o estancado al terminar la colaboración externa.

En la actualidad entre los municipios del Golfo es muy escaso el diálogo transfronterizo; es de señalar además que en todos los gobiernos del istmo prevalece una concepción de las relaciones externas como ámbito exclusivo de los gobiernos centrales, lo cual no favorece el desarrollo de experiencias desde abajo. Existen también experiencias llevadas a cabo por asociaciones y ONG's, como es el caso de ACTRIGOLFO, red trinacional con enfoque ambientalista.

El contexto institucional

De los tres países del Golfo, solamente Honduras posee una ley que regula el traspaso de competencias desde el Gobierno central a los municipios. En general, en ninguno de los tres países el proceso de descentralización del Estado y el fortalecimiento de los gobiernos locales se ha concretado en una transferencia hacia abajo de competencias y sus correspondientes conocimientos técnicos y políticos, de tal manera que la asunción de responsabilidades de parte de los municipios se ha realizado sin un correspondiente aumento de las capacidades de gobernanza de este nivel del poder público. Por consecuencia, la descentralización institucional no ha tenido un impacto significativo en términos de desarrollo territorial y erradicación de la pobreza (algunos analistas llegan a hablar de “municipalización de la pobreza”). Las transferencias desde los estados centrales a los municipios son mínimos (8 por ciento en Nicaragua, 7 por ciento en El Salvador, 5 por ciento en Honduras): estas cifras son el producto de formas de gobierno fundamentalmente centralistas, incluso desde el punto de vista financiero.

Como respuesta espontánea a la ausencia del nivel de gobierno intermedio – los departamentos centroamericanos sólo son entidades desconcentradas de representación del gobierno nacional, los municipios del Golfo han emprendido formas de coordinación interinstitucional constituyendo asociaciones de municipios o *mancomunidades*, reconocidas por el código de cada país.⁴⁸ ASINORLU, ASIGOLFO, AMUSDELU, MAFRON, MANBOCAURE, MANORCHU, AMUNORCHI, AMUNICHI, AMUGOLFO agrupan un total de 76 municipios.

El rol desempeñado por las asociaciones, a su vez, depende de manera directa o indirecta de su origen. Allí donde el proceso de descentralización ha venido avanzando de manera más decidida, como en El Salvador, las asociaciones intermunicipales tienen una textura bastante sólida, tanto desde el punto de vista institucional como del financiero. Las mismas se han beneficiado, a lo largo del tiempo, del apoyo de la cooperación internacional, lo cual les ha permitido radicarse y consolidarse en sus territorios, de tal manera que estas asociaciones juegan hoy en día un papel importante en la promoción del desarrollo local. En este país está extendiéndose el reconocimiento del rol de los municipios como instituciones clave para el desarrollo territorial: esto gracias a la acción de entidades de la sociedad civil como FUNDE, IDELCA y la Universidad Centroamericana de San Salvador, la Corporación nacional de municipios COMURES y también institutos gubernamentales como el Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Social (FISDL).

La política de descentralización, para la cual todavía se está a la espera de una ley que la Asamblea legislativa está discutiendo, ya ha producido algunas innovaciones importantes. Entre ellas la Ley de Carrera Administrativa Municipal, que apunta a

⁴⁸ Cabe señalar que hay diferencias entre los tres países por lo que se refiere a la posibilidad que las asociaciones de municipios establezcan relaciones con homólogos de otros países: la ley salvadoreña no menciona esta posibilidad, la nicaragüense únicamente permite hermanamientos, Honduras permite explícitamente la creación de asociaciones transnacionales.

reducir el *spoils system* en los municipios estableciendo reglas claras y profesionales para la contratación de dirigentes y funcionarios. Otro instrumento importante es la Ley Reguladora de Endeudamiento Público Municipal, la cual fija límites para el endeudamiento.

El caso de Nicaragua se coloca en el otro extremo: la descentralización del Estado avanza con múltiples dificultades, por lo cual las asociaciones intermunicipales presentan graves debilidades desde el punto de vista estructural y reciben apoyos esporádicos y muy limitados de la cooperación internacional precisamente debido al incierto perfil institucional de las mismas. Dos de las tres asociaciones intermunicipales existentes en el Departamento de Chinandega (Amugolfo y Amunorchi) se han conformado a partir de un aporte de la cooperación internacional y al faltar una clara política de acompañamiento y consolidación institucional de parte del Estado, su origen exógeno condiciona la continuidad de su acción y su misma “longevidad” institucional.

El caso de Honduras presenta tendencias contradictorias. El enfoque institucional favoreció inicialmente el surgimiento en los departamentos de Valle y Choluteca de varias asociaciones intermunicipales que se han venido consolidando a través de proyectos de cooperación internacional. Sin embargo, les ha faltado hasta el momento un proceso de consolidación institucional y profundización en el territorio.

En los tres países las asociaciones tienen una junta directiva compuesta por los alcaldes. La junta elige entre sus miembros a un presidente y nombra a un coordinador que representa la asociación tanto desde el punto de vista político como del técnico además de relacionarse, junto con el presidente, con la comunidad internacional. La modalidad de conformación de la junta directiva hace que cambios políticos electorales puedan fácilmente traducirse en cambios del coordinador. La junta directiva puede delegar a las asociaciones funciones y competencias propias de los municipios.

La cooperación transfronteriza se mueve con pasos más lentos que la cooperación entre municipios del mismo lado de la frontera. Sin embargo hay algunos ejemplos piloto que constituyen modelos para algo más estructurado: mencionamos entre otras las relaciones establecidas entre municipios del departamento nicaragüense de Chinandega y los municipios hondureños de Choluteca más cercanos a la frontera, o las que existen entre los municipios de la salvadoreña ASINORLU y los municipios de MAFRON, en Honduras.

Las asimetrías nacionales de carácter normativo e institucional, que a menudo obstaculizan los procesos locales, no pueden ser enfrentadas y superadas únicamente por los municipios: en otras palabras, el desarrollo local transfronterizo en el Golfo de Fonseca hoy termina allá donde termina la autonomía de los gobiernos locales. Por muy bien articulada que esté una agenda compartida de cooperación transfronteriza, es muy difícil que la misma pueda convertirse en una herramienta real de innovación territorial si no se dan tres condiciones fundamentales: su apropiación por parte de los ciudadanos, el reconocimiento de las respectivas instituciones nacionales y su formalización a través de entidades establecidas de carácter transnacional y transfronterizo.

Más allá de los factores que se acaba de mencionar, hay otras limitantes para el desarrollo territorial en el Golfo de Fonseca. En primer lugar, los gobiernos municipales utilizan muy poco sus facultades para regular sectores con elevadas potencialidades transfronterizas como son el medio ambiente y el desarrollo económico local. Además, la preparación del personal técnico es a menudo muy escasa, debido también a la falta de carreras profesionalizantes. Finalmente, los municipios no realizan una verdadera programación estratégica, las políticas de desarrollo mantienen un carácter fragmentario, también por el corto horizonte temporal que la ley electoral asigna a los gobiernos locales.

Si bien nueve de las diez asociaciones del Golfo tienen territorios fronterizos (con la única excepción de MANORCHI), solamente ASINORU y MAFRON tienen relaciones semi estructuradas transfronterizas con gobiernos locales de un país vecino.

El área del Golfo de Fonseca se presta para un trabajo de fortalecimiento de las instituciones locales en una perspectiva de integración transfronteriza, por presentar algunos aspectos que consideramos indispensables: en todos los países del Golfo se está realizando –con modalidades y ritmos diferentes– una descentralización de responsabilidades y servicios hacia el nivel municipal; existen redes de municipios de frontera en los tres países del Golfo sobre cuya base se pueden construir procesos de diálogo transfronterizo que permitan crear, en el mediano plazo, entidades de coordinación más estables de las que se ha logrado realizar hasta hoy; finalmente, hay un cuadro regional de cooperación e integración, fortalecido por la Declaración de Managua del octubre 2007.

*Marco Jurídico*⁴⁹

Resalta por su importancia la Declaración Conjunta de la Cumbre de Amapala, de 1993, en donde los tres países adquieren compromisos en relación con el manejo del Golfo de Fonseca. Tales compromisos resaltan la armonización de leyes de pesca, las prohibiciones a la pesca comercial, y el establecimiento de políticas de preservación y conservación del ecosistema del Golfo de Fonseca. Estos acuerdos necesitan de seguimiento mediante la puesta en práctica de instrumentos jurídicos y la implementación de acciones concretas.

Honduras, El Salvador y Nicaragua cuentan con instrumentos jurídicos de fundamental trascendencia para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, aunque estos no son suficientes y en algunos casos se encuentran traslapes, vacíos y contradicciones. Existe la necesidad de contar con un instrumento jurídico regional, que regule especialmente el área trinacional del Golfo de Fonseca, ya que la diversidad de normativa y diferencias entre los países en materia legislativa ocasiona confusión en el manejo.

La legislación aplicable a la zona marinocostera es deficiente y se encuentra dispersa en diferentes cuerpos normativos. De hecho, hay pocas regulaciones al respecto y se le da más importancia a los recursos continentales. Por esta razón se recomienda profundizar en este tema y buscar soluciones adecuadas a escala regional.

El principal problema detectado en los tres países es la poca aplicación del derecho ambiental, por desconocimiento de la normativa existente por parte de autoridades de gobierno, empresa privada y comunidades. Otra razón importante es la falta de recursos financieros y humanos. Existen regulaciones legales para este tipo de actividades que deben ser analizadas a la luz de las necesidades del golfo de Fonseca.

Este tipo de legislación llena de vacíos y muy confusa acarrea sin duda alguna conflictos de intereses en cuanto a la actividad pesquera y acuícola para los países del Golfo de Fonseca, esto se reduce a disputas territoriales y a la limitación de las fronteras marítimas ya que convergen una serie de problemas ambientales producto de la fuerte actividad camaronera principalmente que en la actualidad está poniendo en riesgo la fragilidad de los ecosistemas costeros (zonas de mangle).

Instancias Ambientales Nacionales

Los tres países cuentan con instituciones gubernamentales que se ocupan del área de medio ambiente y recursos naturales: en El Salvador es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; en Nicaragua, el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales; en Honduras, la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. Al analizar las funciones de estas instituciones, se notan marcadas similitudes fundamentales que pueden ayudar perfectamente a minimizar los problemas que afectan al Golfo, de lograrse una implementación efectiva y coordinada de la legislación.

⁴⁹ Informe técnico “Diagnóstico jurídico de los recursos costeros del Golfo de Fonseca, El Salvador, Honduras y Nicaragua”. PROGOLFO.

*Instancias de Pesca y Acuicultura Nacionales*⁵⁰

A nivel Regional, en 1982 fue creada la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA) cuyo objetivo ha sido el de promover la cooperación y concertación en el ámbito pesquero entre los países de Latinoamérica. A nivel Centroamericano los tres países (Honduras, El Salvador y Nicaragua) forman parte del Sistema de Integración Centroamericano (SICA) y dentro de esta en 1995 se formalizó la Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA), instancia responsable de coordinar la definición, ejecución y seguimiento de estrategias, políticas y proyectos relacionados con el marco normativo de alcance regional que conduzca al desarrollo sostenible de las actividades pesqueras y acuícolas.

Los tres países (Honduras, El Salvador y Nicaragua) forman parte de OLDEPESCA y OSPESCA, sin embargo, en cada uno, a lo interno se contemplan diferentes estructuras organizativas encargadas de una variedad de roles según competencia para abordar el tema de la pesca y la acuicultura.

En Honduras, la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG), se encarga de definir y ejecutar la política del sector agropecuario. La política nacional pesquera y acuicultura es, así, una política nacional y centralizada. Esta Secretaría cuenta con un órgano específico para las cuestiones relacionadas con la pesca y la acuicultura: la Dirección General de Pesca y Acuicultura (DIGEPESCA), creada en 1991, en un principio estaba adscrita a la Secretaría de Recursos Naturales. Tal y como fue concebida, DIGEPESCA se encarga de todas las funciones normativas de fomento y protección del recurso pesquero marítimo y continental, así como de todas las funciones correspondientes a la acuicultura, investigación y política pesquera en general.

Dentro de la Secretaría de Agricultura y Ganadería se encuentra también el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA), que a través de la Subdirección Técnica de Salud Animal, ostenta las competencias en materia de control y normativa sanitaria del sector agropecuario, y por tanto del sector pesquero y acuícola. A nivel institucional es destacable también, la existencia de una Comisión Nacional asesora de Pesca y Acuicultura, creada en 1993 (Acuerdo 1691/93. D.19). Esta comisión es definida como un organismo de consulta, debate, concertación, elaboración e implementación de la política pesquera y acuícola nacional.

En El Salvador, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), es el órgano rector, de quien depende la Dirección General de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA), que a su vez autoriza el ejercicio de la actividad a nivel nacional y por lo tanto se constituye en el principal interlocutor con los gremios y los productores del sector. Desde la perspectiva de ordenamiento, CENDEPESCA formula las medidas basándose en los resultados de las investigaciones y considera también los conceptos de los diferentes representantes del sector público y privado que forman parte del Consejo Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA) y del Comité Consultivo Nacional de Pesca y Acuicultura (CCCNPESCA). CENDEPESCA tiene por objetivo diseñar e implementar la política y la planificación de la ordenación y promoción de la pesca y acuicultura. Esta Dirección a la vez tiene a cargo tres unidades técnicas: División de Administración Pesquera, División de Pesquerías y la División de Acuicultura.

Dentro del MAG se encuentra la Dirección General de Sanidad Vegetal y Animal (DGSVA), cuyo objetivo es proteger el patrimonio agropecuario, pesquero y acuícola del país de la infestación de plagas y enfermedades que afectan a las plantas y animales de importancia económica, así como garantizar la calidad e inocuidad de alimentos para prevenir daños en la salud humana, animal y vegetal. Dentro de la DGSVA se localiza la División de Sanidad Animal la cual protege las especies pecuarias y acuícolas.

⁵⁰ Estudio del Sector Acuícola en países Latinoamericanos: Informe El Salvador, Informe Nicaragua, Informe Honduras. Marco Jurídico Institucional. Universidad de Cantabria.

Por otra parte, la Asociación empresarial de mayor envergadura es la Cámara de Pesca y Acuicultura, CAMPAC, que agrupa a productores de la pesca industrial y a acuicultores. Existe la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura, organismo público de carácter consultivo, establecido por la ley. Existen también asociaciones de productores especializados por zona geográfica y por especie.

En el caso de Nicaragua, en 1993, según lo dispuesto en el Decreto No. 16-93, se transfieren las funciones de la Corporación Nicaragüense de la Pesca al Ministerio de Economía y Desarrollo (MEDE) y al Instituto de Recursos Naturales (IRENA), creándose la Dirección de Promoción y Desarrollo Pesquero en el MEDE y el Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura en el IRENA. El MEDE es la instancia que tiene la facultad de otorgar concesiones de áreas de cultivo y explotación de determinadas especies.

En 1990, la Ley 290, Ley de Organización, Competencias y Procedimientos del Poder Ejecutivo, reformo las funciones y atribuciones de del Decreto No. 16-93 y se las asigna a la Administración Nacional de Pesca y Acuicultura (AdPesca) que desde el cambio de gobierno en 2007 pasa a llamarse Instituto Nicaragüense de Pesca (INPESCA). Esta misma Ley le asigna al Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) la facultad de administrar el uso y explotación de los recursos naturales del Estado mediante la aplicación del régimen de concesiones y licencias vigentes, siendo la entidad responsable de tramitar las solicitudes de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) (Reglamento de Ley 290). Las concesiones, licencias y demás derechos de acceso a los recursos naturales del dominio del Estado son otorgados mediante Acuerdo Ministerial emitido por el Ministro del MIFIC.

La DGRN (MIFIC) se encarga de la planificación y políticas de uso de los recursos naturales dominio del Estad: minas, pesca y acuicultura, y bosques en tierras nacionales. INPESCA es responsable de la investigación, fomento, monitoreo, control y vigilancia. Las otras organizaciones deben trabajar coordinadamente con el Ministerio de Fomento, Industria y Comercio (MIFIC) para el cumplimiento de la ley de pesca y administración pesquera. Las regulaciones para pesca y acuicultura se encuentran ampliamente abordadas por los tres países, a saber:

Siendo uno de los más graves problemas del Golfo de Fonseca, el posible agotamiento de las reservas pesqueras, es necesario reducir la sobrepesca, controlar el aumento excesivo de pescadores y modificar las inadecuadas técnicas de captura. En este contexto, la coordinación de las instituciones encargadas de velar por la ejecución e implementación de la normativa relacionada con la pesca reviste de importancia, especialmente cuando se refiere a la pesca doméstica y comercial.

La armonización de las leyes de pesca en relación al Golfo de Fonseca sugerida por los Presidentes parece una medida razonable si tomamos en cuenta que los recursos son compartidos entre las tres naciones. Sin embargo, lo que se necesita es una regulación especial que los tres países ratifiquen en relación a la pesca y acuicultura. Esta sería una medida más expedita que evitaría la reformulación de las leyes de pesca que en todo caso no solo se aplican al Golfo de Fonseca, sino que también a otros lugares de los tres países. Ellos implican la necesidad de hacer un análisis profundo de la legislación pesquera y de acuicultura, de su marco institucional y de sus problemas de implementación.

*Desafíos de la Gobernabilidad en el Golfo de Fonseca*⁵¹

Los procesos de gestión de territorios transfronterizos enfrentan desafíos importantes desde el punto de vista de la acción colectiva. El Golfo de Fonseca, desde hace más de

⁵¹ López A. y Hernández A. Gobernabilidad en zonas marino costeras transfronterizas. El Golfo de Fonseca. Revista Semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional de Costa Rica. No. 30 Diciembre, 2005.

cien años ha formado parte de los procesos de delimitación de Honduras, El Salvador y Nicaragua sin que estos países hayan logrado un acuerdo definitivo sobre el límite.

La gobernabilidad de un espacio territorial como éste enfrenta fundamentalmente tres desafíos: el primero relacionado con emprender procesos de manejo territorial donde aún hay situaciones limítrofes sin resolver; el segundo consiste en promover una estrategia conjunta que permita la conservación y el uso sostenible de los recursos en un espacio compartido, y el tercero en abrir paso a las acciones locales coordinadas con la acción estatal. Tales condiciones de manejo trascienden los aspectos social y ambiental para constituirse en una situación política, debido a los niveles de coordinación requeridos y a las tensiones fronterizas que pueden causar las incursiones de los pescadores, la explotación de los recursos naturales y la contaminación en ese golfo.

El gran reto para la gobernabilidad de las zonas marinocostas de carácter transfronterizo es cómo enfrentar la paradoja de un sistema político altamente fragmentado conviviendo con unidades biofísicas transfronterizas, lo cual se traduce en que hay que realizar la gestión de una serie de ecosistemas altamente complejos dentro de las limitaciones políticas de un sistema político fragmentado en tres estados, ejerciendo cada uno una autoridad soberana.

En términos generales, la gobernabilidad de los espacios marinocostas transfronterizos enfrenta desafíos sustanciales en las siguientes áreas:

- homogenización de los marcos regulatorios;
- facilitación de la cooperación horizontal entre los países;
- flexibilización de la noción de soberanía y seguridad nacional;
- fortalecimiento de los mecanismos institucionales de respuesta conjunta; y
- potenciación de las capacidades de gestión a nivel de comunidades, poblaciones indígenas y gobiernos locales.

Los problemas ambientales en el Golfo de Fonseca tienen intrínseco un potencial conflictivo entre los estados que comparten este espacio. Sin embargo, también son una oportunidad para iniciar el manejo territorial en ese golfo como un asunto trinacional y ampliar la perspectiva política, que se ha centrado en el establecimiento de los límites, a un diálogo constructivo que permita incorporar el tema ambiental.

El Salvador, Honduras y Nicaragua pueden propiciar el fortalecimiento técnico, administrativo y financiero de las instituciones que tienen a cargo la tarea del manejo del territorio, para así afianzar parte de los instrumentos necesarios para la gobernabilidad de esta área. Además, estos estados deberían fomentar la apertura de los espacios para la cooperación y la coordinación interinstitucional con el propósito de unificar criterios y acciones de manejo de los recursos naturales. Localmente, los países ribereños deben promover el manejo territorial de los municipios en la cuenca del golfo, para lo que se hace imperativo dotar a estos gobiernos locales de recursos económicos, de un marco legal que se ajuste a su realidad territorial y desarrollar un proceso de descentralización a fin de lograr que tengan una mayor incidencia en el manejo territorial.

3.2.3 *Falencias de información*

Es difícil localizar información a pequeña escala, es decir exactamente la que compete al Golfo de Fonseca. Si nos referimos a la búsqueda de información para caracterizar el entorno geográfico y medios de vida logramos encontrar una variedad de fuentes, algunas un tanto desfasadas generadas por distintos proyectos con directa participación en la zona que la desarrollaron con distintos enfoques.

Surge la limitante que ante innumerable bibliografía, la misma no está sistemáticamente recopilada, los proyectos solo estudian dentro del sector cuestiones muy puntuales (solo el camarón, solo la pesca artesanal o solo la pesca industrial) que no permiten establecer una clara idea del comportamiento del sector en el tiempo. Por ejemplo en Honduras, el Proyecto de AECI enfocado a la pesca artesanal en el Golfo de Fonseca se hizo una evaluación sobre stock específico. También, hay que destacar que lo

proyectos cierran sus actividades y los proyectos subsiguientes no dan continuidad a las acciones desarrollados por otras agencias cooperantes, es decir, se pierde un esfuerzo, capacidades, arreglos institucionales, tiempo y sobre todo recursos, porque llegan otras iniciativas y se parte de cero.

Los estadísticos relevantes o oficiales se encuentran de forma muy general en los censos nacionales que realizan las instituciones rectoras, la limitante es que esta información se encuentra por regiones (atlántico, pacífico, aguas continentales), no está al nivel de detalle requerido para este estudio, es decir, no se especifica en cada región el movimiento económico del sector en cada área identificada como zona pesquera. Hay que destacar que los censos en el sector han sido con apoyo de la cooperación internacional.

Se puede observar que los indicadores en los censos no están ajustados a microlocalidades por lo cual se torna más complejo obtener datos para el Golfo de Fonseca. Se carece de un sistema que monitoree o que lleve un registro del número de trabajadores permanentes y temporales del sector pesquero y acuícola. Los datos que se tienen son aproximaciones de censos subregionales. Es un tanto lamentable que con tantas organizaciones y municipalidades trabajando conjuntamente en varios proyectos que favorecen al sector pesquero en el Golfo de Fonseca, no se priorice crear un centro de información que además de recopilar todos los documentos desarrollados en la zona pueda asistir en procesos investigativos.

Los indicadores macroeconómicos del sector pesquero son recolectados por las instituciones periódicamente y son publicados en los anuarios estadísticos del sector año con año, sin embargo como mencionábamos anteriormente estos no se ajustan a las necesidades actuales para poder llevar un mejor control del comportamiento del sector en el Golfo de Fonseca. Si analizamos los sistemas de monitoreo por subcategoría, encontramos que el monitoreo de la pesca industrial se hace generalmente a través de indicadores generados por los sistemas de colecta de datos, basándose en una estrategia de enumeración completa. Aunque las oficinas de pesca sufren de limitaciones presupuestarias y de recursos humanos, el uso de los sistemas de colecta de datos basados en una enumeración completa es posible hacerlo en la industria pesquera debido a:

- El tamaño relativamente pequeño de las flotas monitoreadas;
- El bajo costo de los métodos usados para la recolección de los datos (reportes y registros); y
- La obligación de reportar los datos por parte del sector.

Otra característica de la pesca industrial que facilita la colecta de datos es el hecho que los sitios de desembarque son limitados a los principales puertos con infraestructura, donde las autoridades portuarias colaboran en la colecta de datos. Pese a que esta técnica un tanto rústica para colectar información es la óptima en los países, la misma no permite localizar la información competente al Golfo de Fonseca.

Los principales sistemas de recolección de datos rutinarios para las pesquerías industriales en la región son:

- Sistema de licencias (registros)
- Monitoreo de captura y esfuerzo (proporcionados por las compañías pesqueras)
- Procesamiento de productos pesqueros (reportados por las plantas procesadoras)
- Exportación de productos pesqueros (reportados por las plantas procesadoras, departamentos sanitarios, aduanas, banco central)

El relación al sistema de monitoreo de las pesquerías artesanales esta es usualmente realizada a través de indicadores producidos con estimaciones basadas en muestreos y encuestas enfocando áreas subnacionales, esto no es tan preciso para el área del Golfo de Fonseca. Las oficinas de pesca (CENDEPESCA, DIGEPESCA e INPESCA), generalmente sufren de limitaciones de presupuestos y de recursos humanos, por lo

que el monitoreo de las pesquerías artesanales sobre una base rutinaria casi no existe. Los principales sistemas de recolección de datos para las pesquerías artesanales de la región son:

- Encuestas
- Sistema de licencias
- Encuesta de operatividad de flota
- Encuesta Socioeconómica

Debido a la falta de información estructural como el número de embarcaciones o de pescadores, las estadísticas nacionales sobre las pesquerías artesanales –si existen– usualmente corresponden a lo que está registrado, sin ninguna estimación –extrapolación– de la parte no reportada. La recolección rutinaria de datos de captura y esfuerzo de las pesquerías artesanales de la región es virtualmente inexistente. En general se puede afirmar que en varios países la información de captura y esfuerzo está en desarrollo, con un número de iniciativas emprendidas sobre una base ad hoc. La información de rutina de las capturas de las pesquerías artesanales, es a menudo recolectada a través de informes en los sitios de desembarques o plantas de procesamiento, agregadas en un período de tiempo (generalmente un mes), sin información del esfuerzo pesquero.

En cuanto a la información estadística de la pesca industrial y acuícola es alcanzable a nivel subregional, pero al nivel de detalle requerido para el Golfo de Fonseca hay que hacer aproximaciones con fuentes locales (cooperativas, procesadoras, empresas en general vinculadas al sector). En el caso la pesca artesanal el nivel de incertidumbre es altísimo, se manejan muchas especulaciones en cuanto al desempeño de esta actividad y del número de trabajadores participantes. Debe valorarse de igual manera que al obtener un buen sistema de recolección de datos y de monitoreo sistemático exclusivo para el Golfo de Fonseca de ellos se podrá conocer con mayor certeza el nivel de aporte económico y social, la contribución del sector a la seguridad alimentaria vinculado al nivel de consumo per cápita, entre otros indicadores de bienestar social.

3.3 Evaluación de la capacidad actual de adaptación del sistema

A lo largo de los últimos años se han ido acumulando evidencias de la variabilidad y el cambio climático, así como de sus impactos en los distintos sectores y sistemas, información que nos ha valido para abrir los ojos, reflexionar y actuar desde ya a fin de proteger nuestra atmósfera. Un ejemplo de la clara evidencia de la recurrencia de fenómenos naturales han sido los años 90's, considerada la década de los desastres. Las evidencias científicas globales reflejadas en el Tercer Informe de Evaluación del IPCC, conllevaron a un reconocimiento de la adaptación como una estrategia necesaria a todas las escalas para complementar los esfuerzos de mitigación del cambio climático; comprendiéndose que ambos elementos son necesarios de forma conjunta para poder alcanzar el desarrollo sustentable. Por lo tanto, el cambio climático representa una fuente de riesgo, ante el cual la adaptación es la respuesta para minimizar los impactos o bien para explotar las oportunidades. La evaluación de este riesgo es una tarea compleja con muchas incertidumbres asociadas que requiere una aproximación multidisciplinaria científica, social y económica.

En los últimos años, el concepto de adaptación adquirió mayor interés, por la creciente preocupación de los países en desarrollo por empezar a paliar los efectos del cambio climático, expresando sus necesidades y negociando modalidades para el financiamiento de la adaptación. La adaptación al cambio climático ha ido ganando prioridad en las principales agendas políticas internacionales y en estos momentos existe una corriente internacional muy fuerte de desarrollo de numerosas iniciativas sobre políticas y apoyo financiero relativas a la adaptación.

Si el término de adaptación se encuentra en la agenda política internacional (arquitectura y proceso de financiación en negociación), y por otra parte, las

proyecciones científicas son más alarmantes, la adaptación debe ser un tema primordial para la acción. Para ello se requiere de ajustes en el sistema regional, local, comunal, voluntad política, y voluntad individual para encarar un proceso de cambio estructural. Siendo que la adaptación no es una opción ineludible, y que contempla muchos desafíos técnicos, financieros y barreras culturales, su implementación contribuirá a reducir la vulnerabilidad, preparando a las comunidades para responder preventivamente ante los impactos esperados del cambio climático.

En ese sentido, la propuesta de medidas generales de adaptación a pequeña escala en zonas marino costeras como lo es el Golfo de Fonseca aportarán en dos maneras: primero, a la construcción de una línea de base para una Estrategia Regional de Cambio Climático y segundo, hacia la orientación de acciones a ser implementadas en el sector marino costero, pesquero y acuícola bajo la perspectiva de actuación sobre una planificación de largo alcance sobre la base de las experiencias pasadas y hallazgos presentes. Esta propuesta de medidas generales brinda respuestas a una necesidad local de protección a la cosmovisión de las comunidades de las zonas marino costeras. La adaptación al cambio climático resulta esencial para cualquier esfuerzo dirigido a promover la seguridad alimentaria, el alivio de la pobreza o el manejo sostenible y la conservación de los recursos naturales⁵².

3.3.1 Identificación de estrategias de adaptación actuales para enfrentar cambios

Las medidas generales que se plantean están enfocadas para responder de alguna a la problemática actual de las comunidades, pese a que no todas las comunidades presentan las mismas necesidades de intervención. Estas medidas son el resultado de un diagnóstico rápido basado en la información recopilada en el punto 2.1. y 2.2.

3.3.2 Identificación de los principales obstáculos a la adaptación

La adaptación representa un ajuste en todos los sistemas socioeconómicos diseñados para reducir la vulnerabilidad frente al cambio climático. Estos ajustes pueden estar orientados a medidas de carácter autónomo⁵³ (reactivas) o bien a medidas anticipatorias⁵⁴ (proactivas). Sin embargo, ante la complejidad de un fenómeno a escala global y en vista que ahora más que nunca sus impactos han sido ampliamente divulgados es preciso imperativamente implementar fuertes medidas de adaptación.

Pese a que el Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC) ha dado muestras de evidencias científicas de los impactos esperados en todos los sectores de producción, el alto nivel de escepticismo entorno a un futuro cambiante todavía se mantiene tanto en los tomadores de decisiones, como en los actores más vulnerables.

Es posible aseverar que existe un sin número de obstáculos que frenan la implementación de acciones de adaptación. No obstante, **la barrera cultural y educativa** son las más prioritarias si se desea incidir en una localidad con acciones prácticas de adaptación. La gente se frena de hacer, de participar, de demostrar interés hacia una acción en beneficio de la comunidad si siente amenazado su territorio o bien si piensa que la acción le ocasionara cambios drásticos en sus medios de vida.

La dificultad por captar o tratar de comprender el calentamiento global difiere un poco entre personas con bajos niveles de escolaridad y tomadores de decisiones. El común denominador es y ha sido, la irrelevancia con el que se ha abordado el tema, cuando en realidad debería abordarse con decisión de forma planificada, coordinada, sostenida y organizada.

⁵² FAO, Perfil para el cambio climático.

⁵³ Adaptación autónoma o adaptación reactiva tiende a ser lo que las personas y sistemas hacen cuando los impactos del cambio climático se vuelvan aparentes.

⁵⁴ Adaptación Anticipatoria o proactiva son medidas tomadas para reducir el riesgo potencial o futuro del cambio climático.

TABLA 8
Matriz de propuesta de medidas generales de Adaptación en el área del Golfo de Fonseca

Amenazas	Medidas	Descripción	Acciones
Sedimentación y desecación	<ul style="list-style-type: none"> Control y medidas preventivas para la sedimentación y su estabilización. Medidas de conservación de suelo y agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Consiste en el monitoreo y recuperación de los cuerpos de agua, así como el desarrollo de actividades orientadas a las áreas degradadas, establecimiento de prácticas de conservación de suelos y protección de laderas. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de la carga de sedimentos. Restauración de la vegetación para regulación de escorrentía y control de sedimentación. Reforestación en sitios susceptibles de erosión a orillas del cuerpo de agua. Promover el uso de la tierra a través de su capacidad de uso. Reforestación con especies nativas en áreas donde la vegetación ha sido eliminada. Implementación de prácticas culturales de conservación de suelos en zonas de agricultura intensiva. Obras de control de erosión en orillas del cuerpo de agua.
Reducción de los espejos de agua (lagunas y esteros)	<ul style="list-style-type: none"> Manejo y conservación del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> Radica en el monitoreo, control de calidad, actividades de conservación y recuperación de los cuerpos de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> Protección de los primeros 50-200 metros a partir de la marca máxima de fluctuación del cuerpo de agua a partir de la costa. Monitoreo de la red hídrica. Implementar normativa para el manejo del recurso hídrico. Establecimiento de estaciones limnimétricas.
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> Programa de restauración forestal para protección de los cuerpos de agua Fomento del secuestro de Carbono 	<ul style="list-style-type: none"> Se basa en el restablecimiento del equilibrio natural de los diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos, a través de la reforestación, la que a su vez permite el incremento del secuestro de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer plantaciones forestales. Creación y promoción de viveros comunitarios. Implementación de la siembra de árboles frutales y maderables. Implementar medidas restrictivas para la extracción de vegetación. Implementar programa de agroforestería Restauración de la vegetación a través de una selección participativa de especies para la reforestación. Establecimiento y manejo de franjas forestales. Reforestación en áreas despaladas (Mangles).
Uso irracional del agua y contaminación	<ul style="list-style-type: none"> Manejo y conservación del recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> Consiste en el monitoreo, control de calidad, actividades de conservación y recuperación de los cuerpos de agua. Además se pretende impulsar un manejo sostenible del recurso agua ya que este es el más sensible a la contaminación ocasionado por las distintas actividades productivas y de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> Inventario de acuífero para monitoreo de la calidad para consumo humano. Identificación y determinación de la contaminación por agroquímicos y coliformes fecales en el cuerpo de agua y acuíferos subterráneos. Aplicación de ordenanzas para el control del uso del agua. Aplicación de la Ley de Aguas. Técnicas de riego por goteo y gravedad. Promoción de técnicas para el manejo y ahorro del recurso hídrico.
Actividad pesquera y acuícola	<ul style="list-style-type: none"> Manejo integrado del recurso pesquero 	<ul style="list-style-type: none"> Se basa en el monitoreo y actividades de conservación y recuperación de los recursos hidrobiológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo de las especies objeto de extracción. Monitoreo de la dinámica hidrológica. Desarrollo del uso sostenible de los recursos hidrobiológicos. Establecimiento de guarda parques y comunitarios voluntarios. Desarrollo de un programa de educación ambiental para la conservación de los ecosistemas. Fomento de técnicas de captura más amigables. Conformación de cooperativas Préstamo a los pescadores artesanales. Manejos silviculturales de los manglares Investigación sobre el arte de la pesca Capacitación sobre buenas prácticas y manejo de la pesca. Realizar un Inventario de especies pesqueras para un mejor aprovechamiento del recurso. Fomento para la construcción de plantas de acopio y procesadoras de pescado para los pescadores artesanales. Capacitaciones a pescadores de las comunidades sobre el manejo de la pesca, acopio y optimización por valor agregado del pescado.

Amenazas	Medidas	Descripción	Acciones
<p>Actividad agropecuaria</p>	<ul style="list-style-type: none"> Manejo integrado de fincas Desarrollo 	<ul style="list-style-type: none"> Consiste en lograr el ordenamiento de las fincas para determinar las inversiones mínimas necesarias que se requieren en cada una y lograr la generación de ingresos económicos a los propietarios. Estas medidas son un instrumento local para los productores a fin de concentrar y maximizar sus esfuerzos productivos de acuerdo al uso potencial disponible en sus parcelas o fincas, tomando en cuenta sus limitantes productivas, mercados y otros factores de producción. Además se busca la promoción de la producción diversificada de bienes y servicios de excelente calidad y consumo. 	<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de cultivos con especies enriquecedoras del suelo. Establecimiento de áreas agrícolas y de diferentes usos a nivel de cada finca. Siembra de especies aptas para la zona y clima, con buenos rendimientos productivos. Planificación y manejo de fincas. Establecimiento de comité de productores para la gestión, planificación y manejo de fincas. Implementación de sistemas productivos sostenibles Implementación de huertos familiares. Establecimiento de fincas modelos. Manejo integrado de plagas. Obras de conservación de suelos. Uso de pesticidas y abonos orgánicos. Implementación de sistemas agroforestales. Implementación de pesticidas naturales alrededor de las siembras de los cultivos. Establecimiento de plantaciones con pastos mejorados y árboles forrajeros.
<p>Dependencia económica</p>	<ul style="list-style-type: none"> Diversificación de las actividades productivas orientadas hacia el ecoturismo 	<ul style="list-style-type: none"> La medida está orientada a suplir las necesidades básicas de los pobladores, y a la reducción de la sobreexplotación del recurso pesquero. Consiste en facilitarles un nuevo mercado laboral a quienes no se dedican a la actividad pesquera y acuícola. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de circuitos turísticos. Desarrollo de ofertas de facilidades y servicios ecoturísticos, en torno a las islas y áreas protegidas. Estímulo a la organización de empresarios regionales. Incorporar las plataformas locales al desarrollo turístico sostenible, favoreciendo de esta forma la aceptación política y social del turismo en el Golfo. Analizar los productos a desarrollar y potencializarlos. Promover programas de apoyo a la educación y capacitación turística. Aprovechar la innovación tecnológica de la comunicación para incorporar a los procesos de comercialización. Realizar todas las acciones necesarias para alcanzar los objetivos definidos de mutuo acuerdo con el sector privado.
<p>Falta de participación local, gestión y coordinación interinstitucional</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimiento de la capacidad local, educación ambiental, participación social y organización comunitaria para incorporación del cambio climático en la gestión territorial 	<ul style="list-style-type: none"> Consiste en desarrollar capacidades de adaptación a nivel local de los actores y contribuir a la protección y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades que habitan dentro del Golfo de Fonseca. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración e implementación del programa de educación ambiental. con énfasis en adaptación al cambio climático con los actores locales. Planificación y diseño de una campaña de divulgación de información sobre las afectaciones del cambio climático al sector pesquero y acuícola en el Golfo de Fonseca. Desarrollar campañas radiales con énfasis en adaptación al cambio climático en programas más escuchados en las comunidades. Gestión y coordinación Interinstitucional. Fortalecimiento de instancias y mecanismos de concertación territorial. Diseño de estrategia en conjunto con actores locales y ONG's que trabajan en educación ambiental y conservación para la búsqueda de fondos que financien la ejecución de propuesta de adaptación al cambio climático en el Golfo de Fonseca. Capacitación a productores sobre contaminación por plaguicidas y a pequeños productores sobre sistemas de riego eficientes.

Los conflictos de interés por los espacios territoriales entre pobladores y distintas comunidades sobre un bien común, es otro problema, sobre todo cuando se trata del recurso pesquero, resulta motivo de disputa, cuando existen muchos actores explotando el mismo bien unos sobre otros con mejores condiciones tecnológicas y financieras. Sin duda esto representa una fuerte limitante para poder intervenir con acciones sin problemas.

Por otra parte, **la poca coordinación interinstitucional, y la debilidad en la gobernanza.** Los acuerdos en papel han sido de poca ayuda, son muy buenos intentos de colaboración internacional, de los cuales a la fecha no se ha generado atractivos resultados y más bien un tanto descontento y frustración de parte de los lugareños.

Los tres aspectos antes descritos son las principales prioridades de actuación en el Golfo de Fonseca, estos, facilitan el camino hacia una mejor intervención práctica sobre el sector pesquero. Sin embargo, no hay que obviar que también es necesario mejorar los indicadores sociales, en vista que ellos forman una línea de base que eleva la capacidad adaptativa de las comunidades al contribuir a la reducción de la pobreza y la sostenibilidad económica.

Sin duda, la pesca artesanal es la segunda actividad en importancia económica, después de la camaronicultura y la principal actividad en cuanto a la producción de alimentos para autoconsumo.

No obstante, se pueden identificar otros factores que vienen a aumentar los niveles de vulnerabilidad quienes son los causantes del grave deterioro de los recursos naturales en la zona, estos son:

- Marginalidad social y económica de las comunidades costeras que los obliga al uso desmedido y prácticas nocivas.
- Políticas económicas gubernamentales (falta de crédito e incentivos a la pequeña producción agrícola).
- Falta de un ordenamiento integral para el manejo de los recursos naturales del área.
- No hay planes de manejo en funcionamiento efectivo, por lo que no se respeta la categoría de manejo (Reserva Natural).
- Falta de alternativas productivas sostenibles desde el punto de vista económico.
- Falta de conocimiento de las normas y regulaciones pesqueras por parte de los pescadores comunitarios.
- Además existen conflictos entre pescadores de diferentes municipios lo que crea una competencia encarnizada por obtener la mayor parte de la producción.

El efecto e impacto que provoca la falta de ordenamiento de la actividad pesquera se reflejan y es parte de la problemática del colapso que ha ocurrido en la pesquería producto de una sobreexplotación insostenible, mas alarme será si no se consideran medidas para frenar esta sobreexplotación si las proyecciones climáticas reflejan mas déficit hídrico en la zona, por consiguiente las especies marinas llegaran muy dispersas y en reducidas cantidades.

3.3.3 *Falencias de información*

En este punto es bien merecido resaltar que los proyectos que en el pasado y que actualmente se ejecutan previendo o no el comportamiento climático, de alguna manera han contribuido a elevar la capacidad adaptativa de las poblaciones pesqueras, pero no solo ellas deben considerar poner en práctica acciones demostrativas, también las empresas deben promover la adaptabilidad del recurso, siendo que ellas proveen la economía familiar al conglomerar a una gran cantidad de mujeres cabezas de familia.

La información detallada en los primeros puntos (2.1 y 2.2), aunque fue un tanto pesada y difícil de localizar en algunos aspectos, soportó la matriz de acciones de adaptación que se planea en este inciso. Vale destacar, que de contar con un centro receptor de toda la información local del Golfo de Fonseca o bien, si los proyectos

facilitaran un informe de resultados sobre la sistematización o de evaluación de sus acciones demostrativas, claramente se tendría con mayor certidumbre tanto la problemática que les aqueja como las soluciones que se han puesto en práctica y éstas, han dado efectivamente cambios sustanciales en los lugareños.

En ese sentido, se puede manifestar que en este inciso la información estuvo relativamente al alcance, pero todavía hay que realizar cambios en cuanto al manejo de la información de parte de los proyecto y darle más crédito al valor que representan para futuras investigaciones científicas.

3.4 ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA

Panorama de la Problemática Actual⁵⁵

Los hábitats costeros del Golfo de Fonseca incluyen una cuantiosa riqueza de biodiversidad, que son determinantes en el desarrollo económico de la región, y proveen el sustento para las comunidades costeras. La faja costera del Golfo está constituida predominantemente por humedales, sobresaliendo los ecosistemas de lagunas estacionales, esteros, manglares y salitrales. También, cuenta con farallones, islas rocosas, playas arenosas y fangosas. Los manglares y los farallones son sitios de anidación y alimentación de aves migratorias y residentes, como grullas y garzas. Se estima que en el área del Golfo de Fonseca se asienta una población de 750 000 habitantes, los cuales, para subsistir, realizan actividades de pesca, agricultura, comercio, turismo, agro exportación y otras que, en diferentes dimensiones, contribuyen a aumentar el problema de degradación ambiental de este importante cuerpo de agua.

A pesar de ser una región rica en biodiversidad, presenta una amplia gama de problemas sociales y ambientales, considerándose una zona de alto grado de pobreza que se manifiesta en una elevada vulnerabilidad de la población frente a los eventos económicos, sociales y ambientales. Dentro de este último, se destacan por un lado las sequías que han afectado periódicamente esta región produciendo inseguridad alimentaria y nutricional en la población y por otro lado, los eventos climáticos extremos que han dejado las infraestructuras productivas, sociales y educativas en un estado muy deteriorado. Entre los factores que han contribuido a agravar los problemas ambientales del Golfo de Fonseca se destacan los siguientes:

- Alta densidad de población, con niveles de pobreza aguda y crónica, especialmente en el área rural.
- Desigualdad e inseguridad en la tenencia de la tierra.
- El conflicto originado por el manejo de los recursos naturales en el Golfo de Fonseca, el cual ha provocado resistencia al diálogo, a las propuestas de medidas de mitigación y a su incorporación dentro de los procesos de toma de decisiones sobre políticas e inversiones.
- Falta de un procedimiento adecuado de concesiones, que permita asignar tierras públicas para el desarrollo privado. Existe, por ejemplo, confusión sobre la ubicación y los derechos de concesiones, lo cual dificulta los esfuerzos para racionalizar el uso de los recursos.
- Falta de información sobre cobertura vegetal y patrones de cambio reciente, sobre el efecto de las principales prácticas de producción, sobre la situación de la pesca, sobre el grado de desarrollo de las áreas naturales y el consecuente impacto en los procesos ecológicos y en la biodiversidad. Esa información es de vital importancia para el desarrollo de un cuadro preciso del área, en términos de sus aspectos naturales y sociales, para generar una discusión sustantiva y representativa de los temas y contribuir a la formulación de acciones apropiadas que conduzcan a la mitigación o al manejo efectivo.

⁵⁵ Primer Informe. Proyecto reducción de la vulnerabilidad en familias pobres del Golfo de Fonseca. 2006. ONG-PVD/2003/062 – 995.

- Ausencia de un foro que disfrute de la confianza de los principales actores en la discusión de los temas y sus posibles alternativas.

En la región existe una dotación importante de recursos naturales, tales como los hidrológicos –superficiales y subterráneos– los suelos, la flora y fauna terrestre y marina, así como varias áreas protegidas, que abarcan una extensión aproximada de 558 km². El bosque latifoliado es casi inexistente en la región, a excepción de pequeños rodales y bosques de galería a la orilla de los ríos. Sin embargo, a pesar de su destrucción, persisten unas 35 especies forestales de valor comercial.

El área boscosa de mayor importancia está asociada al sistema estuarino y se compone de los manglares, en los cuales se distinguen cinco especies de valor para las comunidades costeras. En el período 1986-1997 el bosque de mangle se redujo a una tasa de 613 ha por año, mientras que el mangle arbustivo se redujo a una tasa de 738 ha por año. Por otro lado, el suelo desnudo y los playones se redujeron a una tasa de 709 ha por año.

En las aguas marinas, los principales recursos explotados son los camarones, los peces de estuario y los moluscos. El Golfo de Fonseca se encuentra sometido a una fuerte descarga de contaminantes. Las fuentes de esa contaminación son aguas negras, desechos sólidos, desechos industriales, residuos de agroquímicos originados en la agricultura intensiva, así como efluentes de las camaroneras que causan eutroficación.

El fenómeno de la sedimentación ha sido muy intenso como consecuencia de las altas tasas de erosión que ocurren en las pendientes del sistema ecológico “laderas”, producto de la deforestación de las cuencas hidrográficas. Particularmente, se destacan 3 tipos de problemas comunes en el área del Golfo:

1. Problemas de Producción. Los principales problemas son: a) técnicas productivas ineficientes, particularmente de agricultura y pesca, b) prácticas agrícolas y pesqueras insostenibles, c) falta de equipamiento básico y conocimiento de manejo sostenible de los recursos, d) sequía y sistemas de riego inadecuados. Las principales causas de estos problemas son: a) bajo nivel de conocimiento en los cultivos no tradicionales y en las prácticas amigables con el ambiente, b) falta de conocimiento de técnicas de pesca sostenibles, c) Falta de inversiones debido, entre otras razones a las escasas fuentes de ingreso.

2. Problemas de Comercialización. Los principales problemas son debidos a: a) escasa organización de los productores y pescadores, b) escaso valor agregado de los productos. Las principales causas de estos problemas son: a) escaso conocimiento de las posibilidades de mercadeo y de organización, b) falta de medios de conservación, transporte y procesamiento.

3. Problemas Ambientales. Los principales problemas son: a) erosión fluvial; b) deforestación de manglar; c) problemas sanitarios urbanos; d) prácticas productivas insostenibles; e) reducción de la potencialidad de la pesca; f) utilización de insumos agropecuarios y pesticidas; g) disposición de desechos líquidos y sólidos sin ningún tratamiento; h) desechos de las industrias; y i) la explotación irracional de los recursos de la flora y la fauna. Las causas principales de estos problemas son: a) escaso conocimiento de la dinámica ecológica del manglar; y b) bajo nivel de concientización y sensibilización sobre el medio ambiente.

Estos aspectos están sistemáticamente ligados entre si y causan otros problemas sociales y políticos que conllevan a que el Golfo de Fonseca a lo largo de estos últimos años haya sido el centro de importantes debates sobre el asunto. La situación de la pobreza es extrema, a pesar de la ocurrencia de una amplia gama de actividades productivas, entre las que se destacan la pesca, la camaronicultura, la agricultura intensiva, la agroindustria y la ganadería extensiva. Otras actividades productivas son

la agricultura de subsistencia, el turismo incipiente y otras tareas no agrícolas, como el comercio en general.

Adicionalmente, la mayor parte de la población carece de los servicios básicos y se desarrolla en una situación de marginamiento, lo que está aumentando el número de migraciones a otras regiones en busca de mejores condiciones de vida. A pesar de todo, el área presenta fortalezas tales como la calidad de su recurso suelo, la existencia de una amplia gama de recursos hidrológicos, la existencia de áreas protegidas, un clima seco tropical apto para la producción y la existencia de una población que, aunque con altos niveles de pobreza, es relativamente joven y con algún grado de educación.

Para el cálculo del nivel de vulnerabilidad⁵⁶ en el área del Golfo se han revisado y analizado indicadores biofísicos y socioeconómicos tomando como referencia la actualidad y disponibilidad de la información en los tres países. Siendo que:

$$V = f ([E, S] - AC)$$

V = Vulnerabilidad

f = función

E = exposición

S = sensibilidad

AC = capacidad de adaptación

En cuanto al nivel de exposición se identificaron dos indicadores con el cual la población humana y marina pueden resultar afectadas a mediano y largo plazo. Al revisar los escenarios climáticos futuros estos muestran un comportamiento de tendencia pesimista, en un país más que en otro. Los resultados reflejan el aumento sostenido de la temperatura y la precipitación, considerando los datos críticos al 2100 se realiza la conversión de los datos de 2080 (en grados Celsius y (+)(-) régimen de precipitación) a datos porcentuales, de ahí que se realiza una ponderación entre ambos datos definiéndose un índice combinado que pone de manifiesto el alto grado de exposición (E) de El Salvador. Este índice no tiene un valor en si excepto para la comparación cualitativa.

TABLA 9

Exposición (E)			
Área del Golfo de Fonseca	Aumento de temperatura 2080	Aumento de precipitación 2080	Índice combinado (Rango)
Salvador	4,8 °C	+10%	0,95
Honduras	4 °C	+10%	0,85
Nicaragua	4 °C	+10%	0,85

Haciendo referencia a la disponibilidad de información, en el análisis de sensibilidad se utilizó como información disponible y real en los tres países el porcentaje de empleo directo e indirecto del sector y el porcentaje de aporte al PIB nacional. El rango del índice combinado se calculó sobre la base ponderada de los indicadores, dando como resultado nuevamente el alto grado de sensibilidad de El Salvador.

TABLA 10

Sensibilidad (S)			
Área del Golfo de Fonseca	% de empleo directo e indirecto que ofrece el sector	% aporte del sector al PIB Nacional	Índice Combinado (Rango)
El Salvador	12,96	1,01	0,69
Honduras	21,46	6,39	0,14
Nicaragua	0,86	4,82	0,028

⁵⁶ Se ha usado el índice de vulnerabilidad de Allison *et al.*, (2009), solo como una relación de tipo comparativo pero que no tiene un valor absoluto en este contexto.

La capacidad de adaptación se midió tomando como instrumento básico el índice de desarrollo humano nacional y el índice de descentralización, ambos datos estadísticos se encontraban disponibles para los tres países, el cálculo se realizó de su ponderación. El resultado indica que El Salvador y Nicaragua tienen mayor capacidad de adaptación.

TABLA 11
Capacidad de Adaptación (CA)

Área del Golfo de Fonseca	Índice de Desarrollo Humano	Índice de descentralización	Índice combinado (Rango)
El Salvador	0,67	0,07	0,37
Honduras	0,64	0,05	0,35
Nicaragua	0,65	0,08	0,36

A continuación se plasma en la tabla los valores para la ecuación $V = f([E, S] - AC)$, donde El Salvador a pesar de tener el mayor nivel de capacidad de adaptación en relación a los otros países su grado de exposición y de sensibilidad indicarían un **mayor grado de vulnerabilidad (V)**

No.	Área del Golfo de Fonseca	Vulnerabilidad	Exposición	Sensibilidad	Capacidad de Adaptación
1	El Salvador	0,67 (1)	0,95	0,69	0,37
2	Honduras	0,44 (2)	0,85	0,14	0,35
3	Nicaragua	0,42 (3)	0,85	0,028	0,36

4. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD

Partiendo del concepto de vulnerabilidad según lo expresa IPCC⁵⁷, podemos analizar una serie de problemas socio ambientales que frenan la capacidad de respuesta de la población ante los impactos negativos ocasionados por el cambio climático. De hecho el comportamiento actual sobre el manejo productivo de la zona es contraproducente con respecto a la potencialidad de los recursos a largo plazo. Si sumamos los efectos de un mundo cambiante producto del calentamiento global de la tierra en un horizonte de tiempo muy cercano solo podemos esperar que ese desacertado manejo de la productividad que hasta ahora ha generado altos ingresos llegue a pique en no menos de diez años.

Problemática social

Si bien el IDH contempla como indicadores el nivel de cobertura a servicios básicos, en cuanto a servicios públicos, como el agua potable, energía eléctrica y teléfono, especialmente presentan coberturas irregulares, pues se encuentran básicamente en las cabeceras municipales. El promedio de viviendas que cuentan con agua potable es de un 51 por ciento. Sin embargo, hay municipios donde únicamente el 2 por ciento de los hogares posee este servicio. El resto se abastecen con agua de pozo, de manantial y de río. Diferentes estudios han indicado la existencia de suficientes ojos de agua para satisfacer las necesidades básicas de la población, pero los mismos no se aprovechan debido a la falta de recursos financieros necesarios para realizar las obras de explotación del recurso hídrico.

Problemática Ambiental

Las áreas protegidas localizadas en Golfo de Fonseca han sido declaradas sitios RAMSAR. Estos ecosistemas marino costeros cuentan con una amplia extensión de humedales, islas e islotes, bosques de mangle, lagunas de invierno, playas y bosque seco subtropical. Aunque algunas de estas áreas protegidas tienen un plan de manejo,

⁵⁷ “grado al que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentar los efectos adversos del cambio climático incluyendo la variabilidad climática y los extremos”.

la mayoría no son administradas ni manejadas adecuadamente. La pesca artesanal, producción de sal, empresas cultivadoras de camarón, caña de azúcar, sandía y melón para exportación, lo mismo que algunas mineras causan impactos ambientales en esta zona desde hace más de 30 años. Algunos luchan porque tanto el Estado como las empresas cumplan con las leyes ambientales y con la Convención RAMSAR. El Fondo Mundial para el Ambiente (GEF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) financiaron en junio del 2006, un diagnóstico general del Golfo de Fonseca. Según estos estudios, la situación socio ambiental en esta área es cada vez más crítica.

En el caso de las islas e islotes, la mayor fortaleza de estos ecosistemas es el potencial turístico que posee, el cual no se ha explotado. La mayor debilidad es su fragilidad ambiental, y no figurar como preocupación prioritaria en los planes gubernamentales de desarrollo, debido a que sus escasos pobladores no forman un grupo social de interés político. La amenaza de un turismo destructivo es latente, al igual que la pesca intensiva en sus litorales. La población isleña es de la más baja densidad en la región, pero su sustento proviene de la pesca, de la tala del bosque para consumo de leña y la agricultura. En el caso de las playas de las islas más grandes tales como la del Tigre y Zacate Grande (Honduras), están amenazadas por la extracción de arena y la deforestación.

Los manglares, tienen como principal fortaleza a su extensión. Su debilidad es ser considerados por las comunidades y empresas como patrimonio del cual pueden extraer libremente sus recursos. Hasta 1973 el uso sobre los recursos costeros del Golfo provino de pobladores locales. Desde ese año la industria camaronera construyó extensos estanques por lo que se ha reducido la cobertura de mangle.

El Golfo recibe los sedimentos, desechos sólidos y líquidos transportados por los principales ríos que drenan hacia este cuerpo de agua. Las aguas superficiales están afectadas por los desechos no degradables, como los químicos inorgánicos sintéticos y sólidos orgánicos. También contaminan las aguas negras industriales, las aguas servidas de riego y los sedimentos provenientes de las aguas superficiales, lo que provoca efectos negativos sobre la biodiversidad acuática y terrestre. Esta condición vuelve al golfo altamente vulnerable a la contaminación generada tanto en los ambientes urbanos como rurales de las partes altas.

En las últimas décadas la condición de las cuencas altas, media, baja y planicie costera ha cambiado substancialmente debido a procesos sin control de urbanización, desarrollo industrial y producción agrícola industrial y de exportación. Estos aspectos tienen impacto en la calidad del agua que llega al golfo, pero no se cuenta con un control que permita definir si dicho nivel de contaminación es superior a la capacidad de dilución que el golfo tiene y si los niveles de contaminación están realmente alterando los hábitat y la calidad del agua de tal manera que se altere los ecosistemas productivos del golfo.

La leña es la principal fuente energética tanto de uso doméstico como industrial. Es utilizada como tal por el 82 por ciento de la población de los municipios costeros. Lo anterior está directamente relacionado con el grave problema de la deforestación. Para suplir las necesidades de leña de la población rural y urbana. En cuanto al uso de mangles, gran parte de la madera para la construcción de viviendas en la zona del Golfo proviene de los bosques de mangle rojo. Los salineros usan la leña para la producción de sal, mientras que la corteza del mangle es usada para el procesamiento del cuero. La demanda de los recursos forestales ha estimulado el sector de leñadores, los cuales explotan ampliamente las áreas circundantes. Esta explotación se debe principalmente a la escasez de alternativas de subsistencia, por lo que cada vez hay más familias cuyos ingresos dependen de la explotación de las áreas forestales.

La costa marina del Golfo de Fonseca, está formada por varios ecosistemas que albergan una diversidad biológica tanto terrestre como marina de importancia nacional, regional y mundial. Sin embargo, esta diversidad biológica se encuentra amenazada principalmente por actividades humanas ejecutadas inapropiadamente, lo que ha

provocando el deterioro de los bosques secos de las tierras bajas y altas, ocasionando una sedimentación creciente de lagunas costeras, estuarios y manglares. Se continúa deteriorando los manglares, y la disminución de la calidad del agua y el agotamiento de los suelos alcanza cifras alarmantes.

El Golfo ha experimentado severas disminuciones en sus pesquerías, probablemente por el efecto combinado de la degradación del hábitat y la sobre explotación que conlleva un exceso de capacidad de la flota artesanal. Esta disminución ha aumentado la incidencia de conflictos entre los mismos pescadores entre países, principalmente hondureños y nicaragüenses, así como con otros usuarios de los recursos del Golfo.

Muchas de las actividades productivas del Golfo de Fonseca se basan en los recursos naturales del mismo, pero también los destruyen, limitando sus posibilidades de crecimiento económico. El estero y el manglar, por ejemplo, son básicos en actividades como la camaricultura y la pesca; actividades claves en la economía de la zona. Solo el cultivo del camarón genera millones de libras para exportación a grandes mercados generando miles de empleos entre directos, indirectos, fijos y estacionales, incluyendo todos los requeridos para el procesamiento y empaque del mismo hasta cerrar la cadena productiva. No obstante, los mayores impactos de las camarónicas (lagunas) son los sedimentos que reinsertan al mar (sacados de las aguas de entrada a las lagunas), los antibióticos en las aguas de salida y la tala del mangle.

Las plantas procesadoras impactan con sus efluentes y requerimientos energéticos para generación de hielo. La contaminación producida se debe normalmente a desperdicios de producto que se van por el drenaje. Las inversiones extranjeras impulsan el desarrollo del sector y es uno de los de mayor impacto económico en la zona en términos de generación de empleo, sin embargo es necesario implementar mejores prácticas de saneamiento ambiental.

Por otra parte, la actividad agropecuaria también genera impactos tanto negativos como positivos, debido a las malas prácticas agrícolas, los incendios, los pesticidas para el manejo de enfermedades y plagas, deficiente tecnología agropecuaria. Los principales rubros agropecuarios tecnificados son el sorgo, melón, sandía y caña de azúcar, pero sin dudar, este último es uno de los cultivos más importantes de la zona.

El desarrollo económico en los municipios del Golfo de Fonseca continuará durante los próximos años. No obstante, se supone que el crecimiento económico per capita es mínimo, debido a que los dos sectores más importantes para la región, agrícola y pesca artesanal, se encuentran en una situación crítica. Los dos sectores dependen de los recursos naturales, los cuales se encuentran en un proceso de degradación constante.

El crecimiento económico experimentado no ha eliminado la gran disparidad que se observa en cuanto a riqueza e ingresos. La pobreza y la inseguridad alimentaria continúan estando relativamente extendidas. Más de la mitad de la población en los municipios del Golfo vive en situación de pobreza.

Consciente de la urgente necesidad de mayor actuación para reducir la vulnerabilidad de sector pesquero y de su población frente a la problemática que actualmente está afectando el área del Golfo de Fonseca, se proponen algunas medidas prioritarias. En principio, el cambio climático afecta a las actividades pesqueras de formas muy variadas y que muchas veces interactúan entre sí agravando sus consecuencias. Tales efectos pueden clasificarse en tres ámbitos: (i) los impactos ecológicos y físicos relevantes en los recursos de la pesca de captura y acuicultura; (ii) las consecuencias del cambio climático sobre las comunidades pesqueras; y (iii) la interacción del cambio climático y la actividad acuícola. Por ello, resulta conveniente dirigir esfuerzos en la dirección de obtener mejores respuestas sobre las implicancias del cambio climático en la pesca y acuicultura. A tal efecto, se sugiere una ruta de trabajo que contemple las siguientes medidas de adaptación, desde la perspectiva de la cooperación regional.

TABLA 12
Impactos Esperados en el sector pesca y acuicultura

Impactos Climáticos	Observaciones	Líneas de Acción	Medidas de Acción
<ul style="list-style-type: none"> Impactos ecológicos y físicos relevantes en los recursos de la pesca de captura y acuicultura (disminución del stock de especies plenamente explotadas) 	<ul style="list-style-type: none"> Debe considerarse el impacto del cambio climático en la distribución geográfica de especies y poblaciones, que traería aparejada variaciones en la composición de los recursos y por tanto en las tecnologías pesqueras. Asimismo, se debe considerar el abastecimiento del agua en el futuro, lo cual tendrá un impacto en las actividades acuícolas y la industria de procesamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar el conocimiento sobre los ecosistemas y recursos naturales para un mejor entendimiento y ordenamiento del sector ante el cambio climático. Opciones de tecnología y mejores equipos y prácticas 	<ul style="list-style-type: none"> Promover estudios hidrobiológicos sobre el comportamiento de las especies pesqueras y acuícolas locales ante la variabilidad climática. Promover inventarios sistemáticos del sector pesca y acuicultura con énfasis en la artesanal para el área del Golfo de Fonseca. Promover estudios sobre los impactos del cambio climático (aumento del nivel del mar y estrés hídrico) sobre las especies pesqueras y acuícolas. Determinar y divulgar lugares más vulnerables ante el cambio climático. Desarrollar e investigación de nuevas tecnologías de cultivo en la acuicultura. Desarrollar enfoque ecosistémico. Aplicar a otras especies pelágicas los límites máximos de captura por embarcación. Aplicar políticas de valorización económica para los derechos de pesca.
		<ul style="list-style-type: none"> Construcción de capacidad técnica y organizacional, que contribuya al mejor entendimiento de la interacción entre el cambio climático y la pesca artesanal. 	<ul style="list-style-type: none"> Establecer estándares y tecnologías para mantener la frescura de los recursos. Adaptar tecnología de transformación a especies de aguas calidas. Establecer incentivos para la eficiencia en la pesca por disminución de las emisiones de carbono. Protección efectiva de las cinco millas marinas de la pesca industrial. Fomentar el manejo integrado de zonas marino costeras y creación de áreas de conservación regional. Definir estándares de emisión de vertimientos que protejan la salud pública y el ecosistema. Establecimiento de un manejo técnico y sanitario eficiente en la acuicultura. Estrategias de ordenamiento marino deben integrar los riesgos y estándares ambientales de vertimiento y emisiones de acuerdo a la capacidad de resiliencia del ecosistema.
			<ul style="list-style-type: none"> Fomentar la integración de medidas de adaptación ante el cambio climático del sector pesquero y acuícola dentro de las políticas de desarrollo municipal de los Estados partes del Golfo de Fonseca. Fomentar la organización del sector pesquero artesanal. Aplicar medidas de ordenamiento. Establecer un centro de información abierto y sistematización de estadísticas e datos biológicos regionales del sector pesquero y acuícola para el Golfo de Fonseca. Asegurar acceso e integración de la información biológica pesquera y socioeconómica producida por las instituciones. Armonizar relaciones e intereses entre comunidades, empresas y estados. Integrar modelos de predicción, observación y prácticas de manejo a la gestión adaptativa de las pesquerías. Incrementar los sistemas autónomos de monitoreo. Persistir en la formalización y fortalecimiento de las asociaciones de pescadores artesanales.

TABLA 12 (CONTINUACIÓN)

Impactos Climáticos	Observaciones	Líneas de Acción	Medidas de Acción
<ul style="list-style-type: none"> Impactos socioeconómicos sobre las comunidades pesqueras 	<ul style="list-style-type: none"> Se debe tener en cuenta el aumento de presión social sobre las comunidades pesqueras, debido principalmente al aumento de esfuerzo de pesca artesanal y el estancamiento de la oferta pesquera. Esto solo nos lleva a considerar a la diversificación de los medios de subsistencia como una importante alternativa para disminuir la presión social sobre las comunidades pesqueras. Asimismo, se debe tener en cuenta que el cambio climático puede afectar a la seguridad alimentaria de cuatro maneras: la disponibilidad de los recursos para el consumo interno, la estabilidad de la oferta de pescado, el acceso al recurso por parte de los pescadores artesanales, y la variación en los recursos para su utilización por parte de las comunidades pesqueras. 	<ul style="list-style-type: none"> Gestión pesquera y práctica de sostenibilidad Fortalecer los sistemas de alerta temprana, pronósticos, puertos y sistemas de embarque. Desarrollar estudios cuantitativos del sector pesquero y acuícola. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar planes de contingencia ante eventuales desastres que impidan el desarrollo de la cadena productiva. Fortalecer redes de boyas y ampliar sistemas de monitoreo ambiental con aporte de información proveniente de navíos y embarcaciones.
			<ul style="list-style-type: none"> Realizar evaluaciones periódicas del impacto provocado por el cambio climático a través de la ampliación de las frecuencias de monitoreo de especies indicadoras. Realizar estudios de valoración socioeconómica relativa a los impactos del cambio climático con énfasis en infraestructura y seguridad alimentaria en las comunidades pesqueras. Realizar estudios de mercado sobre el potencial marino del Golfo de Fonseca. Desarrollar e implementar estrategias de inversiones para el sector rural para la seguridad alimentaria a largo plazo. Fomentar el desarrollo de productos de valor agregado. Fomentar la diversificación del uso de los recursos hidrobiológicos. Capacitar y fomentar el uso de sistemas de seguro e incentivos para estimular la diversificación en las comunidades pesqueras. Diversificar las actividades económicas en la comunidad local, estimulando el turismo sostenible. Diversificar actividades familiares (extracción, ganadería, agricultura, comercio, turismo).
		<ul style="list-style-type: none"> Gestión pesquera y práctica de sostenibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar planes de contingencia ante eventuales desastres que impidan el desarrollo de la cadena productiva. Identificación de grupos humanos vulnerables al cambio climático y zonificación de nuevas áreas para acuicultura y protección de bancos naturales.

5. RECOMENDACIONES

Las principales opciones en tanto para reducir la vulnerabilidad como para aumentar la capacidad adaptativa del sector pesquero se ha discutido y ampliamente se encuentra detallado por medida en los cuadros anteriores, por tal motivo nos en este punto nos centramos en afianzar tres puntos que merecen atención de consideración e intervención para poder implementar practicas mas sostenibles y que requieran de una amplia coordinación técnica e institucional tri nacional, en ese sentido podemos aseverar y recomendar lo siguiente, que:

- El principal problema a nivel institucional es la falta de gobernanza y a nivel local los conflictos de intereses, por ello se orienta aunar los esfuerzos entre todas las instituciones, organizaciones, asociaciones, municipalidades (empezando por las instituciones rectoras del sector pesca: DIGEPESCA, INPESCA, CENDEPESCA) que tienen la facultad de toma de decisiones para la formulación en conjunto de programas de monitoreos, estudios y evaluación de los recursos naturales de la zona, que permitan establecer regulaciones sobre el uso sostenible de los recursos pesqueros, acuicultura, manglar, mamíferos, reptiles y aves presentes en el Golfo de Fonseca.
- Para el caso de la explotación pesquera por parte de los pescadores artesanales, se recomienda elaborar planes de manejo considerando la participación de las comunidades pesqueras artesanales de la zona para su comanejo de tal manera que esta sea otra alternativa de sobrevivencia para los pescadores que les ayude a mejorar la economía familiar.
- A fin de fortalecer el cooperativismo y el nivel organizativo entre pescadores artesanales, se recomienda posterior a una identificación de áreas que no han sido dadas en concesión o que se encuentran en abandono por parte de los concesionarios actuales dárseles en concesión únicamente a los pescadores artesanales organizados en cooperativas para que cultiven camarón y a fin de bajar la presión sobre la pesca de camarón juvenil proveniente de las lagunas naturales, actualmente capturado con la bolsa camaronera.

6. CONCLUSIONES

1. En el Golfo de Fonseca, las actividades económicas se encuentran concentradas en la industria camaronera, la industria azucarera y la producción de sal, las plantaciones de melón, sandía, la agricultura tradicional de granos básicos, la ganadería y la pesca artesanal.
2. El territorio del Golfo de Fonseca se encuentra amenazado, por fenómenos naturales, tanto de origen meteorológico como geológico, y otros asociados. Los de origen meteorológico están relacionados con las inundaciones cuando se producen altas precipitaciones, el impacto directo e indirecto de los huracanes y la sequía. Las amenazas de origen geológico, están relacionadas con las erupciones volcánicas y sismos. Existen amenazas de origen antrópico, que generan contaminación y degradación del medio ambiente debido a los desechos contaminantes de las poblaciones asentadas en el área, más las derivadas de las actividades agrícolas y actividades industriales que producen pérdida del hábitat y cambios en el uso del suelo.
3. La diversidad biológica del Golfo se encuentra amenazada por actividades humanas no ejecutadas apropiadamente provocando deterioro en los bosques de manglar, sobre pesca, disminución de la calidad de las aguas y agotamiento de los suelos. Adicionalmente la variabilidad climática y el cambio climático representan un gran desafío para el sector pesca y acuicultura. La creciente incidencia de catástrofes naturales, inundaciones, ciclones, sequias son cambios abruptos que afectan la pesca y acuicultura en su distribución y productividad generando mayor vulnerabilidad tanto del sector como de las comunidades pesqueras.

4. Las pesquerías más representativas por su importancia comercial y participación en la producción total son: atún, camarón y camaroncillo, pesca de escama, etc. En cuanto a la acuicultura, el cultivo de camarón marino y de tilapia son los que han tenido mayor desarrollo. La captura de camarón que hasta inicios de la década del 2000 fue estratégica para Centroamérica, cada año es menor debido a los problemas de sobreexplotación de la pesquería y pese a las medidas de ordenación implantadas.
5. La pesca y la acuicultura representó para la economía regional (El Salvador, Honduras y Nicaragua) el 3,1 por ciento de su PIB total, equivalentes a 1 076,4 millones de dólares anuales, así como el 30,2 por ciento del sector primario “Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca”. El crecimiento histórico del sector obedece a la importancia de pesquerías como langosta, camarón, así como cultivos de camarón y tilapia.
6. La región se caracteriza por un bajo consumo de productos pesqueros, este oscila entre 1,77 y 6,40 kg per cápita, es decir entre 3,9 a 14 libras anuales, demostrando así, que únicamente en el caso de El Salvador pese a su baja producción para exportación y relativo nivel de importación, la población se abastece de este tipo de productos en mayores cantidades en relación a Honduras y Nicaragua, quienes proveen mayores cantidades de productos pesqueros para el comercio internacional.
7. En relación a los niveles de empleo, Honduras y Nicaragua son los países que mayor cantidad de empleos generan a nivel de toda Centroamérica además de Panamá. Hay generación de empleo tanto en la pesca industrial como artesanal siendo esta última la más representativa.
8. En la región del Golfo de Fonseca existe una extensa red de relaciones entre las poblaciones de los tres países municipios dentro de cada país, a la vez que hay poco diálogo entre las entidades locales y territoriales a través de las fronteras, más allá de algunas experiencias sostenidas por la cooperación internacional, que se han disuelto o estancado al terminar la colaboración externa. En la actualidad entre los municipios del Golfo es muy escaso el diálogo transfronterizo; es de señalar además que en todos los gobiernos del istmo prevalece una concepción de las relaciones externas como ámbito exclusivo de los gobiernos centrales, lo cual no favorece el desarrollo de experiencias desde abajo. Existen también experiencias llevadas a cabo por asociaciones y ONG's, como es el caso de ACTRIGOLFO, red trinacional con enfoque ambientalista.
9. Honduras, El Salvador y Nicaragua cuentan con instrumentos jurídicos de fundamental trascendencia para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales, aunque estos no son suficientes y en algunos casos se encuentran traslapes, vacíos y contradicciones. Existe la necesidad de contar con un instrumento jurídico regional, que regule especialmente el área trinacional del Golfo de Fonseca, ya que la diversidad de normativa y diferencias entre los países en materia legislativa ocasiona confusión en el manejo.
10. La legislación aplicable a la zona marinocostera es deficiente y se encuentra dispersa en diferentes cuerpos normativos. De hecho, hay pocas regulaciones al respecto y se le da más importancia a los recursos continentales. Por esta razón se recomienda profundizar en este tema y buscar soluciones adecuadas a escala regional. El principal problema detectado en los tres países es la poca aplicación del derecho ambiental, por desconocimiento de la normativa existente por parte de autoridades de gobierno, empresa privada y comunidades. Otra razón importante es la falta de recursos financieros y humanos. Existen regulaciones legales para este tipo de actividades que deben ser analizadas a la luz de las necesidades del golfo de Fonseca.

11. Los procesos de gestión de territorios transfronterizos enfrentan desafíos importantes desde el punto de vista de la acción colectiva. El Golfo de Fonseca, desde hace más de cien años ha formado parte de los procesos de delimitación de Honduras, El Salvador y Nicaragua sin que estos países hayan logrado un acuerdo definitivo sobre el límite.

12. La gobernabilidad de un espacio territorial como éste enfrenta fundamentalmente tres desafíos: el primero relacionado con emprender procesos de manejo territorial donde aún hay situaciones limítrofes sin resolver; el segundo consiste en promover una estrategia conjunta que permita la conservación y el uso sostenible de los recursos en un espacio compartido, y el tercero en abrir paso a las acciones locales coordinadas con la acción estatal. La gobernabilidad de los espacios marino-costeros transfronterizos enfrenta desafíos sustanciales en las siguientes áreas:

- Homogenización de los marcos regulatorios;
- Facilitación de la cooperación horizontal entre los países;
- Flexibilización de la noción de soberanía y seguridad nacional;
- Fortalecimiento de los mecanismos institucionales de respuesta conjunta; y
- Potenciación de las capacidades de gestión a nivel de comunidades, poblaciones indígenas y gobiernos locales.

13. Los escenarios climáticos realizados por CATHALAC indican que a nivel centroamericano, la costa del Pacífico, cerca de Guatemala, El Salvador y Nicaragua, se observa que los aumentos podrían ser mayores. Los rangos en los incrementos en la temperatura media estarían entre 1 y 2°C para las primeras décadas (2020-2050), pero para finales de siglo XXI, los incrementos podrían alcanzar los 3 o 4°C. En el caso de las lluvias, en la mayor parte de la región las proyecciones indicarían reducciones. Los escenarios futuros de cambio climático son consistentes, ya que las disminuciones en las lluvias implican mayor radiación solar y por ende, mayores temperaturas máximas.

El área que comprende el Golfo de Fonseca en 2020, la zona costera de Nicaragua y Honduras tienden hacia un aumento de 2°C en la temperatura, mientras las costas del pacífico y costas del Golfo de Fonseca de El Salvador alcanza los 4°C. Para el año 2080, ocurre el mismo fenómeno, las costas del golfo de Honduras y Nicaragua muestran una temperatura de 4°C, mientras en El Salvador se eleva a 4,8°C.

El campo de las precipitaciones bajo condiciones de cambio climático muestra disminuciones en la mayor parte de la región. Utilizando los mismos dos horizontes de tiempo (2020, 2050) se observa una tendencia local bien marcada a menor precipitación en -10 por ciento para las zona del Golfo de Fonseca, mientras en el 2080 hay probabilidades de que las precipitaciones aumente entre +5 y 10 por ciento.

Se recomienda el forzamiento de los modelos de circulación general de la atmósfera y regionales validados a escala local con mediciones observadas que involucre los medios de vida del Golfo de Fonseca.

14. El cambio climático está modificando la distribución de las especies marinas y de agua dulce: desplazando las especies de aguas más cálidas hacia los polos y experimentando cambios en el tamaño de su hábitat y en su productividad. Asimismo, el aumento de las temperaturas afectará también a los procesos fisiológicos de los peces, dando lugar a efectos tanto positivos como negativos sobre las pesquerías y los sistemas de acuicultura. Estos cambios afectan la estacionalidad de determinados procesos biológicos, modificando con ello las redes tróficas marinas y de agua dulce, con consecuencias imprevisibles en la producción de la pesca y la acuicultura.

15. El estudio de OLDEPESCA sobre las consecuencias que tienen las alteraciones atmosféricas y oceanográficas en los principales recursos pesqueros indica que los tres

países del Golfo de Fonseca son severamente afectados por alteraciones atmosféricas y oceanográficas incidiendo en el desarrollo del recurso pesquero y acuícola, de esto se puede concluir que:

El camarón blanco es la especie de mayor afectación por las variaciones climáticas y los efectos producidos por las alteraciones océano atmosférico.

Sobre la calidad del agua se observó una repercusión negativa sobre las especies seleccionadas. El principal parámetro afectado fue la temperatura, la cual repercute en los patrones de alimentación (conversión de alimentos), respiración (alteración en la concentración de oxígeno disuelto) y crecimiento por los diferentes niveles de estrés generados, los que a su vez repercuten en los rendimientos de la producción y las tasas de mortalidad de las especies.

El fenómeno El Niño afecta a las principales especies cultivadas, debido a que este patrón climático abarca la mayor cantidad de alteraciones climáticas como lluvias y sequías, temperaturas extremas altas y bajas, y en algunos casos, permite la formación de una mayor cantidad de huracanes.

Los Huracanes no solamente afectan en forma directa a la biología de la especie, sino también puede afectar las estructuras de los cultivos que se encuentran en zonas costeras, tales como la concha de abanico, el camarón blanco y en algunos casos los de tilapia.

Con respecto a las sequías que se forman a partir del fenómeno el Niño o la Niña, afectan directamente al recurso hídrico, lo que implica un déficit de este, ocasionando que se produzcan enfermedades y grandes mortalidades debido a la falta de oxígeno disuelto y problemas asociados.

El sector acuícola enfrentará un potencial escasez de agua en el futuro (falta de aguas costeras apropiadas para la cría de peces y moluscos así como falta de agua dulce en zonas terrestres), lo que podría generar conflictos sociales por el acceso a este recurso, dada una mayor competencia con otros usuarios como la agricultura y la ganadería.

7. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- AdPesca, AECI.** 2002. *Diagnóstico de la actividad pesquera y acuícola*. Disponible en: www.bio-nica.info/biblioteca/ADPESCA2002.PDF
- Aguilar, Y.** 2011. Impacto del cambio climático en la agricultura de América central y en las familias productoras de granos básicos. Observatorio de la sostenibilidad, Red Latinoamericana (SUSWATCH-Centro Humbolt). Disponible en: www.suswatchla.org
- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M-C., Adger, N.W., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. y Dulvy, N.K.** 2009. *Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries*. Fish and Fisheries 10: 173-196.
- Anson, E., Zegarra, E., Fuentes, K. y Gomez, M. (Equipo Consultor RUTA y MAG).** 2010. *Gasto Público Agropecuario para el desarrollo de El Salvador: Evaluación y marco estratégico para mejorar su eficiencia y eficacia (Volumen I)*. www.mag.gob.sv/phocadownload/gasto_publico_agropecuario.pdf
- Caballero, B. y Paniagua, E.** 2002. *Informe técnico “Plan Ambiental Municipio El Viejo, Nicaragua”*. Alcaldía municipal El Viejo. Chinandega. PROGOLFO. www.bio-nica.info/Biblioteca/Caballero-Paniagua2002Ecosistemas.pdf
- Camino, R., Ballester, A. y Breitling, J.** 2008. *Políticas de Recursos Naturales en Centroamérica: Lecciones, Posiciones y Experiencias sobre el Cambio Climático*. Departamento del ambiente, paz y seguridad para la paz. Ciudad de Colón, Costa Rica. http://assets.panda.org/downloads/wwfca_politicas_recursos_naturales.pdf
- Campos, M., Mattin, F. y Cotto, A.** 2010. *Indicadores socioeconómicos: Sector pesquero artesanal en Nicaragua*. www.fao.org/docrep/012/i1462s/i1462s00.pdf

- CEPAL. 2010. *La Economía del Cambio Climático en Centroamérica*. Lennox, J. LC/MEX/L. (pp. 978-143)
- CEPAL. 2008. *Subregión Norte de América Latina y El Caribe: Información del Sector Agropecuario, Las tendencias alimentarias 1995-2007*. LC/MEX/L.874. www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/33729/L874-1.pdf
- CEPAL Unidad Agrícola. 2007. *Serna B. Honduras: tendencias, desafíos y temas estratégicos del desarrollo agropecuario. Estudios y Perspectivas*. www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/4/27884/P27884.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl&base=/ddpeuda/tpl/top-bottom_ag.xslt
- CEPAL, LC/MEX/L.874. 2008. *Subregión Norte de América Latina y el Caribe: Información del Sector Agropecuario Las tendencias alimentarias, 1995-2007*. www.eclac.cl/publicaciones/xml/9/33729/L874-1.pdf
- Conato, D. y Rhi-Sausi, J. 2010. *Cooperación transfronteriza e integración en América Latina: La experiencia del proyecto Fronteras Abiertas*. (www.eumed.net/libros/2010b/701/El%20Golfo%20de%20Fonseca.htm; www.fronterasabiertas.org/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=47&Itemid=62)
- Comisión Europea. 2007. *Pesca y acuicultura en Europa Cambio climático: ¿qué impacto tiene en la pesca?* Revista No. 35. http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/magazine/mag35_es.pdf
- Comité de Pesca y Subcomité de Acuicultura. 2010. *Cambio Climático y agricultura: oportunidades y exigencias para la adaptación y la mitigación*. www.fao.org/docrep/meeting/019/k7582s.pdf
- Deras, Ma. T. Marzo. 2011. Honduras Perspectivas Económicas Preliminares. BCIE. Primer Informe de Efectos Esperados en el Desarrollo: "Aprobaciones del BCIE Año 2010". www.bcie.org/spanish/agenda/documentos/Honduras_FIDE.pdf
www.bcie.org/uploaded/content/category/1527023752.pdf
- FAO. 2009. *Perfil para el cambio climático*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/012/i1323s/i1323s00.pdf>
- FAO. 2010. *Guía País. Nicaragua. Oficina Económica y Comercial de España en Guatemala. Análisis de políticas agropecuarias de El Salvador 1989-2009*. www.fao.org/activos/documentos/analisis%20de%20las%20politicas%20agropecuarias.pdf
- FAO. 2008. *El estado mundial de la pesca y acuicultura 2008*. www.fao.org/docrep/011/i0250s/i0250s00.htm
- FAO. 2004. *Perfiles del sector pesquero y acuícola de los países del Golfo de Fonseca: Honduras, El Salvador y Nicaragua*. Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO. www.fao.org/fishery/countrysector/FI-CP_NI/es
- González, C. 2005. Ambientales, Gobernabilidad en Zonas Marino-Costeras.
- Gutiérrez, R. y Sánchez, R. 2007. *Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el Estero Real*. CIPA, INPESCA.
- IMN-MINAE. 2011. *Escenarios de Cambio Climático para Costa Rica*. La economía del cambio climático en Centroamérica.
- INIDE. 2007. *Estimaciones y Proyecciones de Población Nacional, Departamental y Municipal (REVISIÓN 2007)*. <http://es.scribd.com/doc/58814406/Datos-Para-Muestra>
- INIDE. 2005. *Caracterización socio demográfica del departamento de Chinandega*. www.inide.gob.ni/censos2005/MONOGRAFIASD/CHINANDEGA.pdf
- Instituto de Estadísticas de Honduras. 2007-2008. *Encuesta Agrícola Nacional*. www.ine.gob.hn/drupal/sites/default/files/GANADERIA.pdf
- Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura/INPESCA Centro de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas/CIPA. 2008. *Guía Indicativa Nicaragua y el Sector Pesquero y Acuícola*. Documento actualizado a diciembre 2007 Managua.

- Miranda, E.** 2002. Informe técnico *Diagnóstico jurídico de los recursos costeros del Golfo de Fonseca, El Salvador, Honduras y Nicaragua*. CCAD.
- Ochoa, E., Olsen, S.B. y Windevoxhel, N.** 2001. *Avances del manejo costero integrado en PROARCA/Costas*. Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island (CRC-URI). Centro Regional para el Manejo de Ecosistemas Costeros. Ecocostas. Ecuador, 2001. www.crc.uri.edu/download/PRO_003D.pdf
- OIMT.** 2003. *Manglares un mar de riquezas*. www.itto.int/es/outputs/id=3640000
- OLDEPESCA.** 2009a. *Efectos de las principales alteraciones atmosféricas y oceanográficas sobre la actividad pesquera de los países miembros de OLDEPESCA*. www.oldepesca.com/userfiles/DI_20_EFECTOS_ALTERACIONES_ATMOS_PESQUERIA.pdf
- OLDEPESCA.** 2009b. *Estudio sobre los efectos del cambio climático en las especies acuícolas más importantes de la región*. www.oldepesca.com/userfiles/DI_21_EFECTOS_CLIMATICOS_ACUICULTURA%281%29.pdf
- OSPESCA.** 2009. *Indicadores macroeconómicos del sector pesquero y acuícola del istmo centroamericano. Período 2000-2007*. www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/Documents/Documentos%20PAF/caracterizacion_acuicola_camaron.pdf
- Pereira, G. y Orozco, B.** 2004. *Un estudio sobre su mercado interno*. Artículo publicado en Infopesca Internacional N° 17, de enero/marzo, Nicaragua.
- PROARCA COSTAS.** 2001. *Corredor Biológico del Golfo de Fonseca: Informe Honduras, El Salvador y Nicaragua*. www.bio-nica.info/biblioteca/Proarca2001GolfoFonseca.pdf
- PROGOLFOCCAD.** 2001. Informe técnico *Diagnóstico jurídico de los recursos costeros del Golfo de Fonseca, El Salvador, Honduras y Nicaragua*. Proyecto Conservación de los Ecosistemas Costeros en el Golfo de Fonseca. Rivera, C. 2007. *Informe económico sobre las pesquerías de langosta y camarón en Nicaragua. Proyecto GCP/RLA/150/SWE (FIINPESCA)*.
- Revista semestral de la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional.** N° 30. Director y Editor Eduardo Mora, Costa Rica.
- USAID, CIDEA.** 2006. *Línea de base de referencia de gobernanza en Puerto Morazán*. http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNADI641.pdf
- WWF Centroamérica.** s.f. *Mujer camaronera - ejemplo de conservación*. www.wwfca.org/nuestro_trabajo/mares_costas/pesquerias/mujer_camaronera/
- WWF Centroamérica.** s.f. *Evaluación de la pesca artesanal en el Golfo de Fonseca*. www.wwfca.org/nuestro_trabajo/mares_costas/pesquerias/pesca_fonseca/
- WWF Centroamérica.** 2009. *Informe de Reunión: Taller sobre Cambio Climático y Opciones de Adaptación para Cetáceos y Biodiversidad Marina del Pacífico*.

Documentos consultados:

- VI Censo de Población y de Vivienda.** 2007. El Salvador. Abril 2008. www.censos.gob.sv/ y www.digestyc.gob.sv/servers/redatam/htdocs/CPV2007P/index.html
- XVI Censo de Población y de Vivienda.** 2001. Honduras. <http://ccp.ucr.ac.cr/bvp/censos/honduras/2001/>
Análisis de Amenazas a la Biodiversidad en el Pacífico Norte Nicaragüense. www.crc.uri.edu/download/Nicaragua_Threats_Assessment_Final_508.pdf
- Ochoa, E., Olsen, S. y Windevoxhel, N.** 2001. *Avances del Manejo Costero Integrado PROARCA/Costas*. Guayaquil, Ecuador. Centro de Recursos Costeros de la Universidad de Rhode Island (CRC-URI) Centro Regional para el Manejo de Ecosistemas Costeros Ecocostas. www.rmportal.net/library/content/aquatic_marine_coastal_zone/pro_003d.pdf
- Caracterización de la Comunidad de Agua Fría.** Agua Fría, Nacaome, Valle. Honduras. Secretaría de Salud. Departamento de Emergencias Nacionales; Organización Panamericana de la Salud. www.cridlac.org/cd/CD_GERIMU06/pdf/spa/doc15478/doc15478.htm

Corredor Biológico Golfo de Fonseca Nicaragua. Junio 2001. PROARCA.

www.bio-nica.info/biblioteca/Proarca2001GolfoFonseca.pdf

Crisis socioambiental del Golfo de Fonseca. www.avina.net/esp/beca/sigue-amenazado-el-golfo-de-fonseca/

El PIB y el Valor de la producción agropecuaria. www.one.cu/publicaciones/cepal/cepal_sector%20agropecuario/II.EL%20PIB%20Y%20EL%20VALOR%20DE%20LA%20PRODUCCION%20AGROPECUARIA.pdf

Estado de la Acuicultura rural en pequeña escala en Centroamérica. Hugo Pérez Athanasiadis Dirección Nacional de Acuicultura. Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). Panamá. Noviembre de 1999. www.territorioscentroamericanos.org/Agroindustria/Documents/Estado%20de%20la%20Acuicultura%20en%20Peque%C3%B1a%20Escala.pdf

Estudio del sector acuícola en países latinoamericanos: El Salvador. Anexo 35. Política de Pesca y Acuicultura.

Estudio del sector acuícola en países latinoamericanos. Informe Honduras, El Salvador y Nicaragua.

Evaluación de la pesca artesanal en el Golfo de Fonseca. www.wwfca.org/nuestro_trabajo/mares_costas/pesqueras/pesca_fonseca/

Vulnerabilidad de la pesca y acuicultura amazónicas al cambio climático

Perspectiva de la Provincia de Loreto, Perú

Gonzalo Tello Martín

Consultor en Pesca, Desarrollo y Manejo Ambiental Amazónico, Perú

E-mail: gonzalo_tello@yahoo.com

RESUMEN

Luego de la formación de la cuenca Amazónica hace 8 millones de años, después de grandes cambios tectónicos que definieron su sistema de drenaje y flujo de sedimentación desde los Andes hacia su desembocadura en el Atlántico, donde, debido a pulsos hídricos muy dinámicos, a la sedimentación, a una temperatura tropical constante y a una serie amplia de procesos biológicos, la biota terrestre y acuática fue evolucionando hasta conformar allí un enorme territorio muy rico en biodiversidad de 6,13 millones de Km² al que fue confluyendo el hombre para poblarlo, formando múltiples etnias, y ciudades después de la llegada de los conquistadores extranjeros, principalmente a orillas de decenas de grandes sub cuencas tributarias entre los que destacan la del Marañón, Ucayali en Perú, y el Madeira, Negro y Tapajós en Brasil.

El pulso hídrico del Amazonas está formado por la creciente de la cuenca que inunda periódicamente alrededor de 1 millón de Km² debido a un gran trasvase de humedad desde el Atlántico y la Amazonía baja hacia el contrafuerte andino de Perú, donde se precipita transformada en lluvia, con una subida de niveles de agua de hasta 15 metros en el llano, la que, al sobrepasar los cauces e inundar la floresta, hace que los peces ingresen a ella a alimentarse durante 3 – 4 meses, entre Noviembre y Mayo, todos los años. Esos peces son capturados por pescadores de subsistencia y comerciales. También la vaciante del sistema forma parte del pulso hídrico, entre Junio y Octubre, en la que los peces son más vulnerables a cambios climáticos debido al bajo nivel de las aguas. Los pescadores actúan principalmente en vaciante impactado los stocks de peces, produciendo sobrepesca por uso de artes mejoradas.

La acuicultura es una actividad ajena al patrón cultural de los amazónicos, que ha empezado a ser desarrollada recientemente – no más de 50 años– siendo aún incipiente, pero considerada de importancia estratégica luego que los recursos naturales sean impactados por la sobrepesca y el calentamiento global.

La floresta amazónica viene siendo impactada por actividades antrópicas tales como la ganadería, la siembra y producción de soya, coca, palma aceitera, producción de petróleo, gas y extracción aurífera, así como por la construcción de carreteras e hidroeléctricas que, junto con incendios cada vez más extendidos debido al avance de la colonización y el calentamiento global, las cuales de múltiples maneras vienen afectando a las pesquerías artesanales y acuicultura según lo muestran múltiples publicaciones, entrevistas a científicos así como a actores en el campo.

La ocurrencia de las sequías extremas del 2005 y 2010, de pronosticada ocurrencia centenaria pero en la realidad separadas por sólo un lustro, han creado un severo estrés en la Amazonía, lo que hace que sea cada vez más factible un aumento de temperatura promedio planetaria por encima de los 2°C, pronto, con todos los problemas a los ecosistemas acuáticos y a los pobladores amazónicos que ello conllevaría.

A pesar que existen instituciones amazónicas que buscan unir esfuerzos para enfrentar los retos de la adaptación al cambio climático y hay organizaciones estatales con ese fin, hasta ahora los esfuerzos concretos han quedado en el papel y la integración demora en producirse. La pesca y acuicultura amazónicas no son la excepción.

Se presentan algunas ideas para la adaptación de las pesquerías, con sentido precautorio, por ejemplo para la Amazonía inundable, a través del manejo silvicultural – pesquero buscando crear grandes áreas de acuicultura extensiva para brindar seguridad alimentaria y generación de ingresos para cuando los peces escaseen debido al cambio climático y la sobrepesca.

ABSTRACT

Once the Amazon basin was formed after big tectonic changes which defined its draining system and flux of sediments from the Andes to the Atlantic 8 million years ago, where due to a dynamic hydrological pulse a sedimentation pattern a constant tropical temperature and a wide series of biological processes, the terrestrial and aquatic biota evolved in a huge, very rich in biodiversity 6,13 million sq. kilometres territory where the man arrived with many ethnic groups, and cities after the arrival of the Europeans conquerors, mainly at the shores of the big river and dozens of tributary basins as the Marañon, Ucayali in Peru and Madeira, Negro and Tapajós in Brazil.

The Amazon hydrological pulse is formed by the periodical one million square kilometres flood coverage due to a big moist transference from the Atlantic and lower Amazon up to the jungle border of the Andes where it falls as rain, producing 13 m high increases which made water invade the forest where fish enters to feed during 3 – 4 months, from November to May, every year. The fish is caught by subsistence and small commercial fishermen. The draining of the basin is also part of the hydrological cycle on which fish is more vulnerable due the low water level. Fishermen work actively during dry season producing overfishing impacts on the fish stocks due the introduction of improved fishing gear.

Aquaculture is an alien activity to the cultural patterns of the Amazon man which recently has started to be promoted, no more than 50 years, being still incipient but considered strategically important for the time on which the fish on the natural aquatic ecosystems will become scarce due to overfishing and climate change.

Amazon forest is being impacted by human activities as cattle growing, farming and production of soy beans, coca, African oil palm, oil and gas production as well as gold mining, highways and hydroelectric construction, together with a growing forest burning due the presence of man and global warming. In many ways all the former affects the small Amazon fisheries and aquaculture which is being exposed by distinct scientific papers, interview to researchers as well people on the field.

The 2005 and 2010's severe Amazon droughts which were supposed to occur one each century but happened with a five years distance, have produced a severe stress in the Amazon river basin, which promote an increase of the feasibility that the average atmosphere temperature could grow sooner than it was thought over the 2°C with all the income carried problems to the aquatic ecosystems and Amazon population.

In spite that there are Amazon institutions which are in search to develop efforts together in order to afford the adaptation to climate change challenges and there are also government organizations with the same goal, up to the present the concrete things have remained on the paper and integration takes its time to become reality. Amazon fisheries and aquaculture are not exceptions.

Few ideas on how adaptation to climate change in small fisheries and aquaculture can be developed are presented in this document, with a precautionary criteria, i.e. to develop a new type of forest – fishery integrated management in the flood plain in order to establish huge areas of extensive aquaculture in a fruit enriched forest controlled by neighbour riparian people; this, to maintain food security and improve

income generation up to the future when fish will become scarce due to overfishing and the climate change.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de relevamiento de información disponible sobre la vulnerabilidad de la pesca y la acuicultura Amazónicas al cambio climático comienza con una descripción rápida de la paleo historia de la cuenca del Amazonas, siguiendo luego con una descripción de sus características modernas y cómo la evolución en la utilización de los recursos naturales renovables y no renovables la presentan actualmente al final de la primera década del Siglo XXI.

En esta descripción se incluye una visión de lo que el hombre ha hecho y tiende a hacer en lo que a la ocupación del ambiente y la utilización de los recursos amazónicos se refiere se hace una síntesis de la realidad en ese territorio, relevando las características de la situaciones generadas en la inter relación de los humanos con la naturaleza.

Siendo los recursos pesqueros y la acuicultura las actividades que se relacionan con el tema central, el cambio climático, se revisan los datos respecto a cómo estas se presentan en el territorio amazónico, aportando una visión representativa de los ecosistemas acuáticos más relevantes y su relación con la planicie o terrazas altas según sea el caso, de cómo estas actividades son realizadas por poblaciones representativas y qué ha sucedido con ellas hasta el presente.

También se lleva a cabo una revisión de la información existente sobre el proceso de cambio climático global, cómo este ha venido afectando a diversos ecosistemas del planeta, en especial la Amazonía, cómo este proceso puede impactar y generando vulnerabilidades en los ecosistemas acuáticos y afectar la producción de pescado.

Se efectúa una revisión de posibles escenarios para la pesca amazónica frente al cambio climático, lo que permitirá contar con aproximaciones que, en su momento, puedan servir como referencias para la toma de decisiones de adaptación y mitigación a favor de los recursos, el ambiente y la actividad pesquera, los cuales proveen nutrición proteica a la mayoría de los habitantes de la vecindad de la planicie inundable.

En este contexto, también se confronta la actividad de la acuicultura con las alteraciones que genera en ella el proceso de cambio climático y se establecen vulnerabilidades de acuerdo a escenarios probables, sugiriéndose algunas medidas de mitigación y adaptación que puedan servir de referencias para eventuales tomas de decisiones.

Debe ser mencionado que, frente a la escasez de información secundaria, ejemplo estudios sobre cambio climático y su impacto sobre la pesca y acuicultura amazónicas, se han realizado entrevistas a diversos actores respecto a sus percepciones del fenómeno; y en base a publicaciones, datos oficiales y estas fuentes de información local se han establecido las aproximaciones que, en su momento, podrían servir de referencia a los tomadores de decisiones así como a los investigadores.

I. LA AMAZONIA CONTINENTAL

1.1 Paleohistoria del río Amazonas

La floresta amazónica ha sido una significativa parte del sistema de la Tierra, que ha funcionado en forma continua desde el período Cretáceo cuando, luego de enormes cambios tectónicos producidos por la separación de lo que hoy es África, esta eco región halló acomodo geológico entre los antiguos escudos de Brasil al Sur, Guyana al Norte, la emergente cordillera de los Andes al Oeste y el Océano Atlántico al Este, al cual el extenso sistema hidrográfico que se formó ha venido drenando agua y sedimentos en forma continua, ininterrumpida por la desembocadura, en el actual Brasil, Estado de Pará. (Maslin *et al.*, 2005). Durante el Cretácico, el Amazonas ya drenaba sedimentos hacia el Atlántico, lo que en parte quizá originó la gran diversidad ictiológica de la cuenca Mapes (2008).

La diversidad de peces neo-tropicales que se desarrolló en la Amazonía tiene una antigua historia, con sus más altos grupos endémicos extendiéndose hacia atrás dentro del Cretáceo, los cuales, a través de interacciones genéticas, dieron paso a la fauna acuática moderna al final del Mioceno. También, la separación de los sistemas del Orinoco, Amazonas y del Sur, Oeste y Norte del Paraná hizo que se produjeran extinciones de más de una especie de pez tropical Lundberg *et al.* (2004).

1.2 Características actuales de la Cuenca Amazonica

1.2.1 Longitud de la cuenca

La Cuenca Amazónica está conformada por el río Amazonas y más de 1 000 ríos tributarios; de estos, el Madeira, Purús y Yuruá tienen más de 3,000 km de longitud (ANAB, 2006).

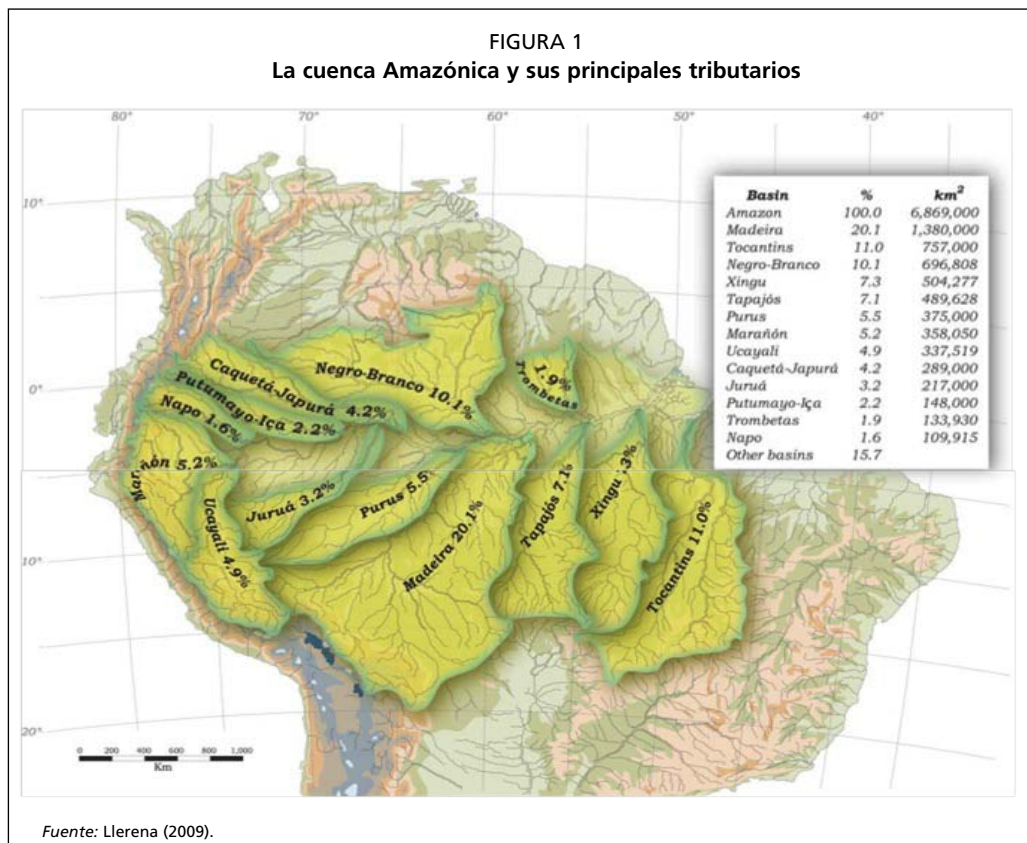
El Amazonas es el río más largo del Mundo; nace en los Andes peruanos y recorre 6,992 km hasta desembocar en el océano Atlántico (Novoa, 1997), y está formado por las siguientes principales cuencas secundarias: Napo (Perú – Ecuador); Marañón (Perú); Ucayali (Perú); Putumayo (Perú – Colombia – Ecuador – Brasil); Yavarí – Yavarí mirim (Perú – Brasil); Caquetá (Colombia); Juruá (Brasil); Purús (Brasil – Perú); Negro (Brasil); Japurá (Brasil); Madeira (Perú – Brasil); Tapajós (Brasil); Trombetas (Brasil); Xingú (Brasil); Tocantins (Brasil).

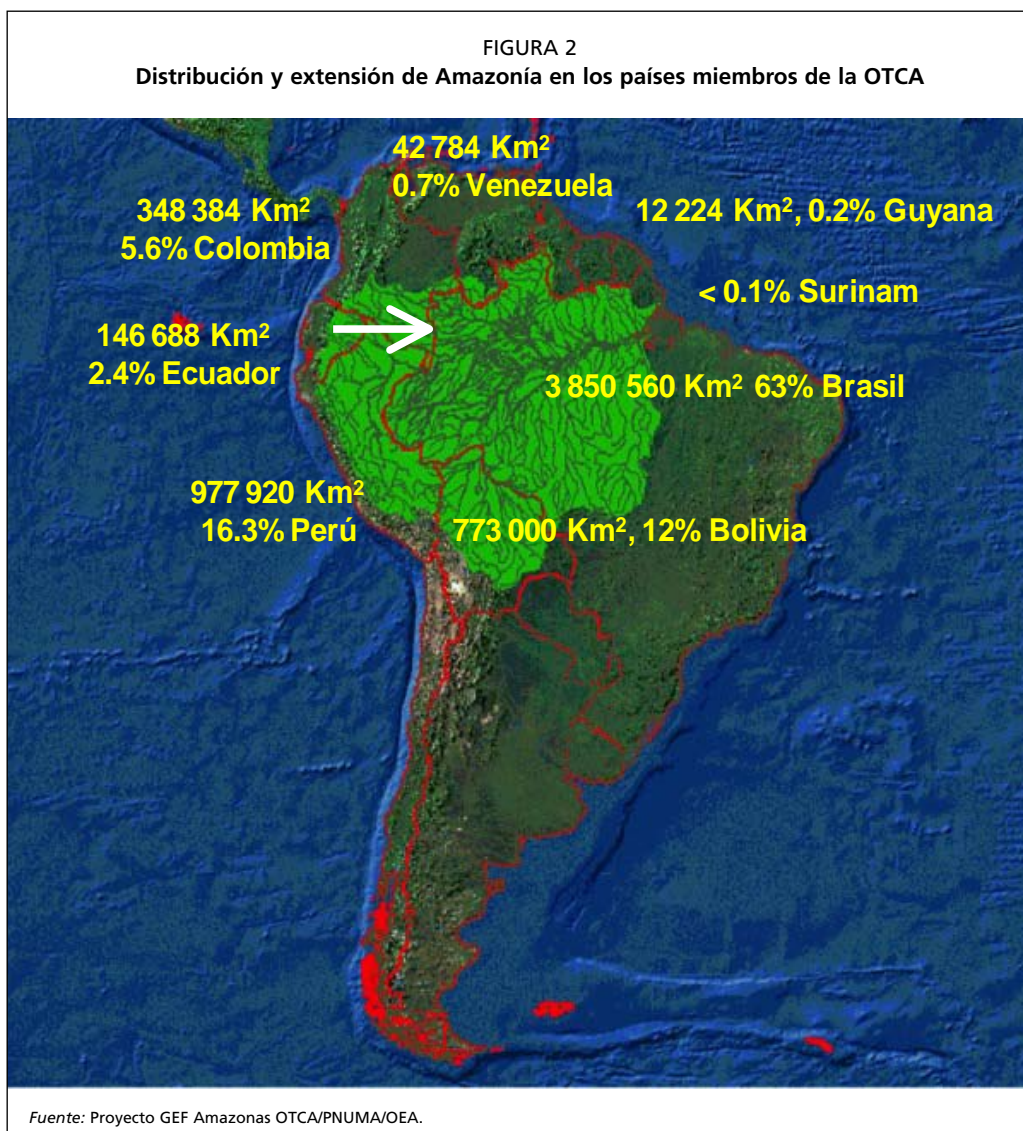
La bi-nacionalidad de las cuencas plantea la necesidad que las acciones de manejo pesquero y de otros recursos de la biota sean compartidas y muy coordinadas, especialmente teniendo en cuenta el cambio climático.

La Figura 1 brinda una perspectiva de la distribución espacial de la cuenca hidrográfica.

1.2.2 Extensión de la cuenca Amazónica

La cuenca amazónica incluye parte de los territorios de ocho países pertenecientes a la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA): Bolivia, Brasil,





Colombia, Ecuador, Perú, Guyana, Surinam y Venezuela, cubriendo una extensión de 6 111 560 kilómetros cuadrados, los cuales se distribuyen entre los países como se muestra en la Figura 2.

La Amazonía representa el 54 por ciento de las selvas lluviosas que quedan en la Tierra. Más del 20 por ciento del oxígeno del planeta es producido en la Amazonía (Rodríguez *et al.*, 2010).

1.2.3 Anchura, caudal

Los autores anteriores citan que el Amazonas es el río más ancho de la Tierra. Su anchura es variable y depende de las crecientes. En algunas partes llega a inundar entre 20 y 50 km en ambos lados. Esta cuenca descarga al Atlántico un promedio de 220,000 m³ de agua por segundo, produciendo alrededor del 20 por ciento del agua dulce que fluye en los océanos. El total del agua líquida captada por la cuenca amazónica se sitúa entre 12,000 y 16,000 km³/año (Salati, 1983; Goulding *et al.*, 2003; UNEP2004).

La Figura 3 brinda una perspectiva de las proporciones de aporte de agua de las diversas cuencas.

FIGURA 3
Aporte (%) de las principales subcuentas hidrográficas amazónicas a la descarga total de la cuenca



1.2.4 Volumen de sedimentación

Según Mapes (2008), la cuenca Amazónica descarga aproximadamente mil millones de toneladas métricas de sedimentos por año, de las cuales, sólo la cordillera de los Andes aporta cerca de 13,5 toneladas métricas por segundo. Filizola (2003) estima entre 600 y 800 toneladas por año, aunque Laraque *et al.* (en prensa) coinciden en que es difícil evaluar la variabilidad interanual de los flujos sedimentarios en la Amazonía debido a la falta de series largas de muestreos.

1.2.5 Pendiente

La cuenca Amazónica tiene un desnivel muy pronunciado en la cuenca alta, con cerca de 5 000 m en 50 km de recorrido. En la parte media y baja el desnivel es escaso; desde Iquitos hasta la desembocadura desciende 4,5 cm cada kilómetro (Mapes, 2008).

Del análisis de la información previa se puede concluir que la extensión de la Amazonía corresponde a alrededor del 54 por ciento de la superficie de los países de la OTCA (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica) y el 40 por ciento de la superficie de Sud América, constituyendo, por su distribución geográfica y existencia de cuencas compartidas, un territorio o eco región de gran importancia estratégica y gravitación geopolítica.

1.3 Clasificación de los Ríos de la Cuenca Amazónica

Teniendo en cuenta el tipo de agua, según (Welcomme, 1985) los ríos amazónicos pueden clasificarse como sigue:

- **Ríos de agua blanca.** Son ríos de alta turbidez en su cauce debido a la presencia de abundantes sedimentos que son arrastrados desde las cabeceras y que condicionan una alta productividad primaria. El Amazonas – Solimoes, Madeira, Marañón,

Ucayali, y otros son ríos de agua blanca, al igual que sus zonas de inundación estacional.

- **Ríos de agua negra.** Son ríos de baja turbidez, con poco arrastre de sedimentos, cuyo color es aportado por concentración de taninos provenientes de la degradación de la vegetación de sus cauces y áreas de inundación. Es el caso de los ríos Negro en Brasil, Nanay, Samiria en Perú y otros. Las lagunas conectadas a estos ríos también son de agua negra. Son cuerpos de agua pobres en nutrientes de sedimentación.
- **Ríos y lagos de agua clara.** Son cuerpos de agua con poca carga de taninos y sedimentos comparados con los de agua negra y blanca, respectivamente.

Recientemente además se ha reportado la existencia de un gran volumen de agua y lo que pareciera ser un gran río subterráneo bajo la cuenca principal lo cual revela la compleja hidrología de este ecosistema (Pimentel y Hamza, 2012).

1.4 Ambiente y biodiversidad Amazonica

La gran cantidad de cuencas secundarias y terciarias que conforman la red de drenaje del Amazonas, cada una con características particulares de origen hídrico, tipo de suelo, sistema de sedimentación, tipo de agua de ríos y lagos, tipo de vegetación y ecosistemas, confieren a la Amazonia una extraordinaria riqueza en biodiversidad: contiene más de 30 000 especies de plantas, casi 2 000 especies de peces, 60 especies de reptiles, 35 familias de mamíferos, y aproximadamente 1 800 especies de aves (Rodríguez *et al.*, 2010).

1.4.1 Ecosistemas Amazonicos

La cuenca Amazónica comprende muchos territorios o ecosistemas que por altitud sobre el nivel del mar se distribuyen desde las estibaciones boscosas de la cordillera de los Andes, donde tienen origen muchas cuencas, hasta el llano y finalmente la desembocadura del sistema hidrográfico en el Atlántico.

Según Welcomme (1980 y 1985), Junk (2000), Rodríguez *et al.* (2010) y otros autores existen dos territorios básicos: la Amazonía periódicamente inundable y la Amazonía no inundable.

La Amazonía inundable o llanura inundable

Comprende los territorios que todos los años son cubiertos por el agua que genera el pulso de inundación o de creciente, originado por el incremento del volumen de precipitación en las cabeceras y a lo largo de la cuenca, así como en menor grado por los deshielos de los glaciares andinos, al rebasar el nivel de los cauces principales. Estos territorios incluyen las terrazas bajas, desembocaduras y cuencas inferiores de ríos tributarios, así como lagos temporales y permanentes. La productividad primaria y secundaria de los ecosistemas inundables es muy grande debido a los nutrientes que portan los sedimentos que se originan por la erosión del agua de escorrentía desde los Andes. Las pesquerías amazónicas y los procesos biológicos relacionados se producen principalmente en estos territorios formados por la sedimentación y determinados por el pulso de inundación (Costa, Galarza y Gómez, 2009).

Existe una zona muy importante del punto de vista ecológico, que solamente es inundada durante las crecientes más grandes del sistema hídrico, aproximadamente cada cuatro o seis años: las terrazas medias, donde se ubican lagos que son importantes para las pesquerías pues aportan renovación genética a los stocks de peces del “llano” cuando el sistema hídrico se interconecta y los peces adultos contenidos en ellos se transvasan al sistema hidrográfico para dispersarse e integrarse como germoplasma. (Cabrera, observación personal; Direpro, 2009).

La Amazonía no inundable

La Amazonía no inundable comprende los territorios que no son cubiertos por agua durante los pulsos de creciente (Rodríguez, observación personal). Estos incluyen las terrazas altas colindantes a las terrazas medias y bajas de la zona inundable, así como las zonas altas o de colinas someras que separan las cuencas secundarias y las estibaciones boscosas de los Andes, de donde se originan la mayoría de cuencas tributarias.

En los terrenos de terrazas altas y zonas colinosas se producen las actividades tradicionales de piscicultura en estanques.

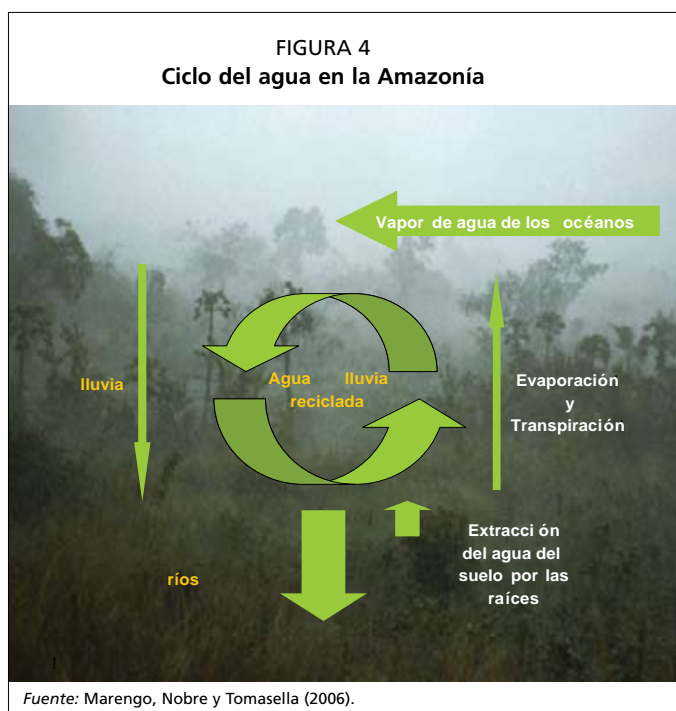
1.5 El ciclo del agua

Estudios de Sioli (1984) y de Salati *et al.* (1979) explican el importante rol de los bosques amazónicos en las lluvias locales y analizan el hecho que la abundante vegetación libera grandes cantidades de vapor de agua por transpiración, el que juntamente con la evaporación iguala al 50 por ciento – 60 por ciento del total de la precipitación en la cuenca. Parte de esta precipitación es mantenida localmente por evapotranspiración, inducida por el reciclaje de la precipitación y otra parte proviene de la humedad atmosférica transportada desde el Atlántico tropical por los vientos, especialmente durante la estación seca del verano, y otra parte debida al intenso reciclaje del vapor de agua.

Una parte significativa de la humedad atmosférica que llega a la Amazonía peruana es retenida y precipitada en el contrafuerte andino, principalmente en la vertiente oriental de las zonas montañosas ubicadas en la zona de ceja de selva y en selva alta, donde la precipitación es mayor que en el llano amazónico.

Los hallazgos de Sioli (1984), y Salati *et al.* (1979) han conducido a la comunidad científica a reconocer el importante rol de la Amazonía en el clima regional y global, y que la deforestación de gran escala tiene la capacidad de afectar el ciclo hidrológico de la región, impactando el clima a diversas escalas.

Sin embargo, se ha estimado que la salida de agua a través de los diferentes canales fluviales oscila entre 5 500 y 6 700 km³/año, lo que significa que el restante 60 por ciento del agua se devuelve a la atmósfera por medio de la evapotranspiración del bosque amazónico (Salati, 1983; Sioli, 1984; Goulding *et al.*, 2003; Calasans, Levy y Moreau, 2005).



El área de drenaje que recoge las aguas de la red hídrica amazónica para cada uno de los países de la cuenca corresponde aproximadamente a 38,5 por ciento del territorio nacional para Colombia; 46 por ciento para Ecuador; 46,5 por ciento para el caso de Brasil (o 57,5 por ciento, si se considera la sub cuenca del río Tocantins); 66,5 por ciento para el Perú; y 66 por ciento para Bolivia (Gomez *et al.*, 2009).

La Figura 4 ilustra cómo es el flujo de humedad en la Amazonía.

1.6 El pulso hídrico

Una característica de la cuenca amazónica son los ciclos de vaciante y creciente, que conforman el pulso hídrico y que condicionan diversos procesos biológicos.

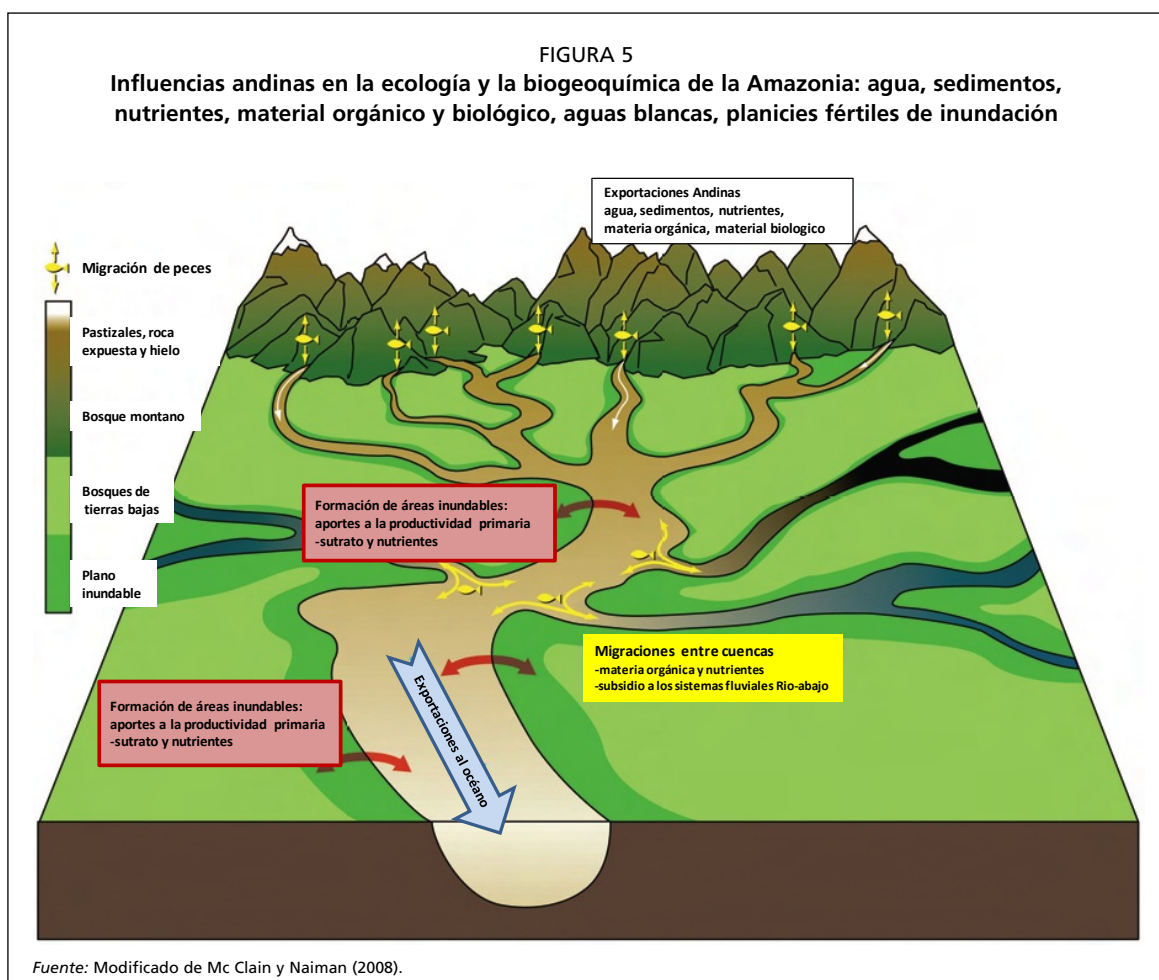
En el ciclo de creciente, que se produce entre Diciembre y Junio en la cuenca principal, el nivel del agua así como el caudal del río aumentan significativamente y ello produce la inundación de grandes extensiones de selva colindante a los cauces principales, lo que permite la dispersión de los elementos acuáticos y mejora las condiciones de alimentación para los recursos hidrobiológicos (Junk, 2000). También, durante el período de inundación, importante cantidad de sedimentos provenientes de los Andes son depositados en la zona de selva inundada y renuevan los nutrientes tomados del suelo por la vegetación durante la fase terrestre.

La Figura 5 ilustra el flujo de sedimentos durante las crecientes del sistema.

Durante la creciente o inundación, los peces realizan una migración trófica desde los cauces hacia la selva inundada y se dispersan en toda la planicie para alimentarse de frutos, insectos, larvas y detritus generados por la vegetación. Los peces son menos vulnerables a la captura durante este ciclo del pulso hídrico.

Junk (2001) afirma que el principal factor condicionante de la mayoría de los procesos en las llanuras inundables amazónicas es el pulso de inundación y que un pulso de inundación suave y regular permite a los organismos adaptarse a las condiciones especiales del sistema, salvo que hayan habido alteraciones severas del paleo clima que hayan condicionado extinciones.

La duración del período de inundación parece ser también un factor crítico para la supervivencia de animales y plantas en la planicie inundable debido a que este proceso es dos veces más lento que la retracción misma de las aguas. Por ello, una rápida retracción del flujo incrementa el peligro de aislamiento de organismos acuáticos en los cuerpos de agua temporales o permanentes.



Durante el ciclo de vaciante de la cuenca principal o fase terrestre, que se produce en promedio entre Junio y Noviembre, el caudal de agua se reduce progresivamente, favoreciendo la concentración de la ictiofauna en los principales cursos de agua, aumentando la vulnerabilidad de los peces y los índices de CPUE de los pescadores, al mismo tiempo que se produce la exposición aeróbica de las tierras drenadas a los márgenes del los canales de los ríos, en las que existe una creciente participación del hombre para establecer sembríos temporales, favoreciendo también deforestación (OTCA, 2008).

Durante el ciclo de vaciante se produce el drenaje del agua de inundación y la floresta ingresa a la llamada “fase terrestre” en la que se producen una serie de procesos biológicos que acondicionarán y renovarán la productividad primaria en base a los sedimentos depositados durante la fase anterior. El ciclo de vaciante es en promedio dos veces más rápido el de creciente.

El régimen hidrológico de creciente y vaciante es vital no sólo para mantener los procesos ecológicos que ocurren en los sistemas fluviales de inundación sino también para la economía de los ribereños, debido a que las actividades productivas en la Amazonía están sincronizadas con la creciente y bajada del nivel de agua de los ríos: de ello depende el abastecimiento de alimentos a las poblaciones urbanas y rurales (Rodríguez *et al.*, 2010).

En el caso de la Amazonía peruana existen pulsos hídricos inversos y complementarios entre las cuencas secundarias provenientes de la vertiente Sur andina Occidental (ríos Ucayali, Madre de Dios – Madeira, Marañón) – incluyendo la cuenca principal – y las cuencas secundarias que drenan desde la vertiente andina Nor Ecuatorial (ríos Pastaza, Negro, Tigre, Morona, Napo y Putumayo), que hacen que la floresta y el río estén interconectados buena parte el año, pues los tributarios al Norte de la cuenca comienzan a inundarse en Marzo para drenar a partir de Octubre mientras que en los tributarios del Sur – cuenca principal – se inundan desde Noviembre hasta Mayo-Junio, produciéndose una complementariedad y conectividad de los procesos biológicos en los ecosistemas acuáticos, atributos que podrían ser aprovechados para generar opciones de adaptación al cambio climático. Esta misma relación se produce en todas las cuencas amazónicas secundarias originadas al norte de la línea ecuatorial, con variaciones respecto a la ubicación de las fuentes (Hale, 2008).

La vegetación orillera o ribereña, además de ayudar a la alimentación y servir de refugio de los peces y larvas, influencia a muchos elementos del hábitat, incluyendo regulación de temperatura, retención de sedimentos. La pérdida de la cobertura vegetal



por erosión de las riberas o por efecto antrópico (deforestación y sembríos extendidos) disminuye la cantidad de hábitats adecuados, produciendo reducción de los cauces y las poblaciones de peces. A través de la erosión y movimiento de sedimentos los ríos amazónicos tienen el poder de cambiar hábitats y construir hábitats nuevos (Hale, 2008).

La conectividad es una característica importante de la floresta inundable, pues esta sirve como corredor biológico para la migración de fauna y propagación de plantas de un hábitat a otro. En ello participan activamente muchas especies de peces, aves, animales terrestres; también las semillas son dispersadas por las corrientes de agua (Hale, 2008).

1.6.1 Extensión de la selva inundable de la Cuenca Amazonica

El ancho de la llanura inundable a ambos lados del canal principal es usualmente de entre cinco a veinte kilómetros, pudiendo llegar en algunos lugares hasta treinta kilómetros desde la orillas del río, lo cual contabiliza una extensa área cubierta de agua. Jung *et al.*, (1993) estiman que esta sección de la cuenca durante su recorrido de alrededor de 6 000 km, cubre en promedio alrededor de 250 000 km², dependiendo de la magnitud del pulso. El área de cobertura de la planicie de inundación activa de Perú es de 73 160 km² (Bayley, 1981; Montreuil, 2005). La Tabla 1 brinda una visión integral de la cobertura del pulso hídrico.

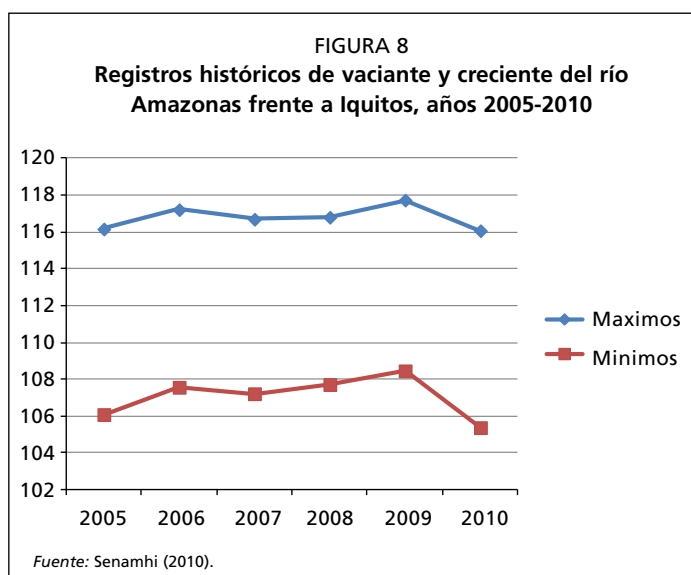
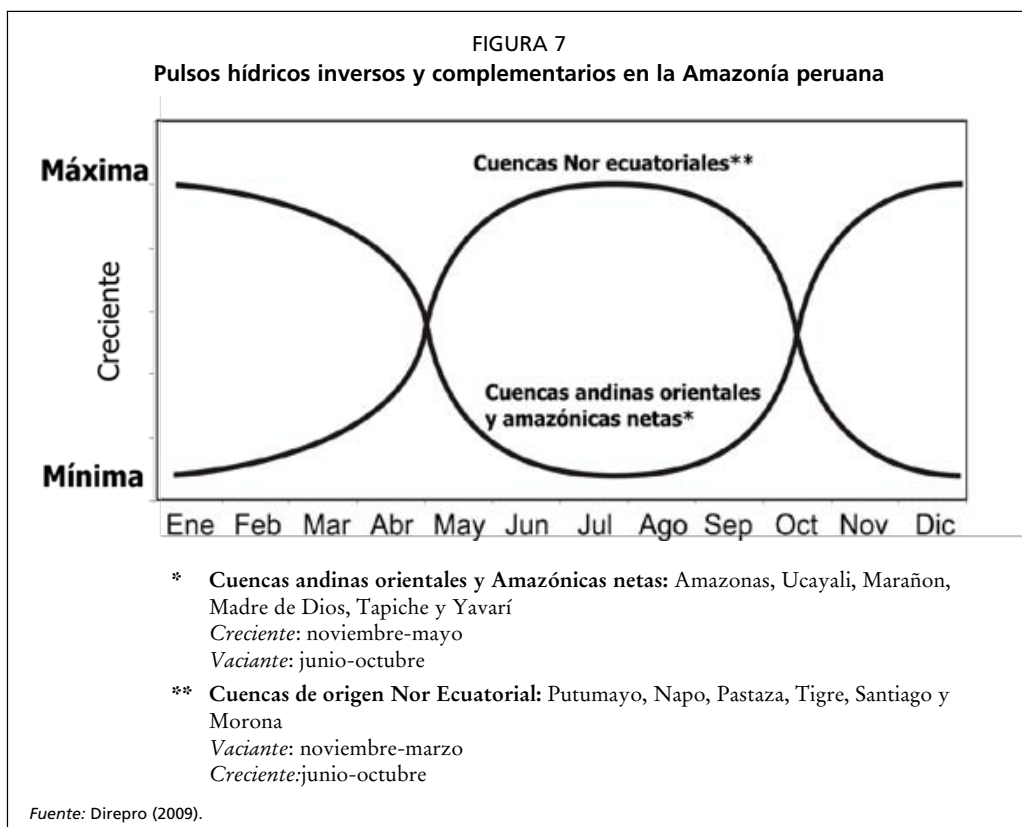
El mismo Bayley (1981), citando a Welcomme (1980), consigna que la productividad global en la planicie inundable es en gran parte controlada por el alcance y la duración de las inundaciones que típicamente ocurren cada año. Añade, refiriéndose a la biomasa promedio de los peces de talla comercial y de su producción pesquera, que la cantidad de agua que queda durante la época de bajos niveles también es muy importante en el mantenimiento del capital biológico en forma de biomasa sobre la cual se puede invertir en la subsiguiente época de inundación.

La Figura 7 indica en forma gruesa la complementariedad del pulso hídrico entre las cuencas del norte y las del sur en la Amazonía peruana.

TABLA 1
Parámetros hidrológicos de ríos de la Amazonía peruana

Nombre de Cuenca	Área de río principal (km ²)	Área de cochas y canales (km ²)*	Área de llanura de inundación "activa" (km ²)*	% Llanura de inundación	% Área total inundable sobre el área de la cuenca*	Longitud del río en km**
Amazonas	4 910	1 730	32 250	3,9	12	586
Putumayo	705	156	4 100	3,9	6	1 252
Yavarí	146	65	2 020	2,1	2,1	956
Madre de Dios	229	48	2 210	2,5	3,5	837
Ucayali	1 425	897	16 500	5	10	1 538
Marañón	1 489	434	7 900	2,3	16	1 391
Napo	651	102	2 040	1,9	4	838
Nanay	57	17	330	2,1	4	375
Pacaya	27	33	750	19	95	289
Tapiche	54	22	700	3	15	424
Apurímac-Ene-Tambo	61	-	160	0,1	0,1	-
Urubamba	58	-	250	0,4	0,4	688
Samiría	42	56	1 200	14	91	280
Tigre	57	13	380	0,9	10	522
Huallaga	146	48	980	1,3	4	827
Pastaza	141	80	500	1,4	15	573
Morona	62	7	490	5	13	438
Santiago	96	4	400	1,3	2	279

Fuente: de Bayley (1981)*, Barthem, Guerra y Valderrama (1995) y Montreuil (2005)** .



1.7 Niveles históricos de creciente y vaciante en el pulso hídrico

A mayor nivel de creciente la cobertura de la selva inundable es mayor y a menor nivel de las aguas la sequía en el ecosistema es mayor. Tal como se ha indicado aquí, los niveles del pulso hídrico en las cuencas secundarias no necesariamente corresponden a los de la cuenca principal.

Para efectos de percepción de los niveles de creciente y vaciante en el pulso hídrico se consigna información registrada en el río Amazonas frente a Iquitos, Perú, donde se observa que los niveles de vaciante de los años

2005 y 2010 corresponden a los de las grandes sequías que han impactado la Amazonía continental en este siglo, relacionadas con el proceso de calentamiento global, como se verá más adelante.

1.8 Monomodalidad del pulso hídrico de la Amazonia

Debido a que la cuenca del río Amazonas posee una ligera pendiente hacia el Este, la cual es aportada por la monomodalidad del pulso de inundación, los pulsos en la llanura inundable varían con la ubicación. Así, en Perú, Iquitos, el pulso puede alcanzar hasta 15 m, cerca de Manaus 10 m y cerca de Santarém, 750 km aguas abajo, 5 m. También cabe mencionar que, debido a dicha pendiente, el agua de creciente aportada por lluvias en el medio curso demora 15 días en llegar a Manaus desde Iquitos (Costa, 2004).

F. Rodríguez (comunicación personal) manifestó que si la vaciante del 2010 llegaba a tener niveles inferiores a la del 2005 – la cual produjo serias alteraciones a los ecosistemas amazónicos – era muy probable que el pulso hídrico de la cuenca Amazónica dejaría de ser monomodal para ir mutando a multimodal debido a la polarización del ciclo hídrico por aumento del transvase de humedad desde el Atlántico y baja Amazonía (Brasil) hacia las estibaciones de los Andes debido al calentamiento global. Esto se ha producido y generó un serio estrés en los ecosistemas amazónicos (Lewis, *et al.*, 2011).

1.8.1 Clima y pluviometría Amazónicos

Según Rodríguez *et al.*, (2010) en la cuenca amazónica se identifican tres subregiones básicas, que tienen características propias de clima y relieve, y cuya delimitación puede establecerse en función de cotas de altitud:

- i. La selva baja o llano amazónico, desde la desembocadura hasta los 500 m.s.n.m., donde se ubica la llanura inundable, que tiene clima cálido y húmedo, con precipitaciones que fluctúan entre 1 500 y 3 000 mm/año, con esporádica alternancia de sistemas de colinas.
- ii. La selva alta, hasta los 1 000 m sobre el nivel del mar, también con clima cálido y húmedo, pero con variación de temperatura entre el día y la noche, presenta valles estrechos de gran longitud en los cuales los ríos han formado terrazas escalonadas en varios niveles; dependiendo de la orientación del relieve, las precipitaciones anuales pueden exceder en algunos lugares los 5 000 mm/año.
- iii. La ceja de selva, yunga u otra denominación: lugares donde llueve hasta 5 000 mm/año pero con variación de temperatura entre el día y la noche, presenta valles estrechos de gran longitud en los cuales los ríos han formado terrenos húmedos, pero muy contrastado desde el punto de vista de las temperaturas, lo que favorece la alta nubosidad (sectores del “bosque de neblinas”).

En general, la precipitación media en la Amazonía es muy variable, fluctúa entre 1 000 y 3 000 mm/año (Rodríguez *et al.*, 2010). Se estima que 60 por ciento de las precipitaciones son recicladas por evapotranspiración, sin embargo, también hay zonas muy localizadas en donde las precipitaciones son bajas, en ocasiones de menos de 300 mm/año.

La temperatura promedio es alta en la región, aunque tiene gran variabilidad espacial y temporal (disminuye a mayor altitud). El rango de temperatura media anual fluctúa entre 24 y 26 °C.

La Figura 9 sintetiza la pluviometría y el clima en la Amazonía.

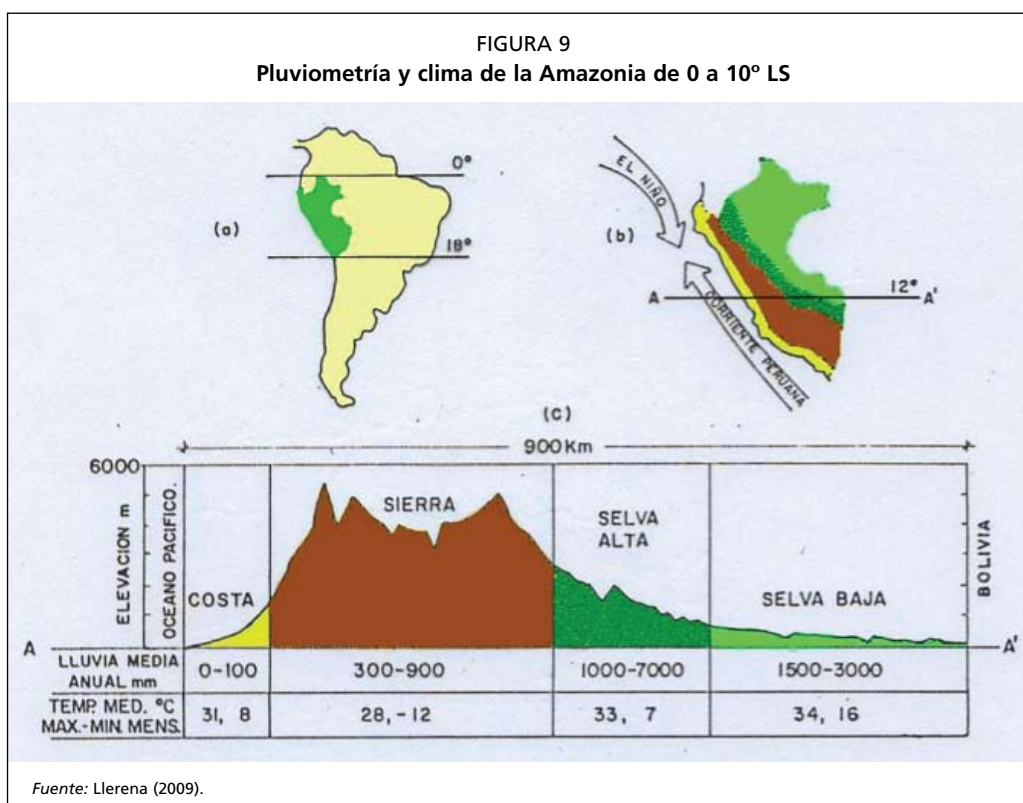
Los niveles de precipitación están relacionados directamente a los procesos de evaporación y transpiración del bosque y de evaporación del Océano Atlántico, aportando cada uno de ellos el 50 por ciento, aproximadamente, de la precipitación total. El bosque contribuye con el 75 por ciento de la precipitación local, lo que demuestra la estrecha relación entre la vegetación y el clima dentro de la cuenca amazónica (Junk, Bayley y Sparks, 1989).

La Amazonía es el único ecosistema de la Tierra capaz de regular su propio clima. La razón está en el bosque amazónico, ya que alrededor de la mitad de la lluvia que cae es producida por la misma floresta, por condensación del vapor de agua de la evapotranspiración. Otro 25 por ciento de la lluvia no se condensaría si no existiese el colchón térmico del bosque en la superficie terrestre, que mantiene una temperatura inferior en varios grados a la del dosel y una humedad mucho más alta (Rodríguez *et al.*, 2010).

1.9 Características socioeconómicas de la Amazonia

1.9.1 Población de la Amazonía

La Amazonía está habitada por aproximadamente 39 millones de personas, entre las que se consideran pueblos indígenas, colonos, pobladores ribereños, pobladores urbanos, entre otros Geoamazonía (2009).



La Tabla 2 indica la evolución demográfica en el área.

TABLA 2
Población de la Amazonía

Países	Número de habitantes			Tasas de crecimiento promedio anual (%)	
Bolivia	1976 4 613 419	1992 6 420 792	2001 8 274 325		1992-2001 2,74
Brasil	1980 11 015 63	1991 16 146 059	2007 24 970 600	1990-1991 3,5	1991-2007 2,8
Colombia	1985 1 607 093	1993 658 723	2005 960 239	1982-1993 -10,5	1993-2005 3,2
Ecuador	1982 263 797	1990 372 533	2005 629 373	1982-1990 4,4	1982-2005 3,6
Guyana	1980 759 568	1991 723 673	2002 251 773	1980-1991 -0,4	1991-2002 0,3
Perú	1981 1 255 355	1993 3 542 391	2005 4 361 858	1981-1993 9,0	1993-2005 1,38
Suriname	1980 354 850	1993 S/I	2004 492 873	1980-1990 S/I	1980-2004 1,38
Venezuela	1981 45 667	1990 55 717	2001 70 464	1981-1990 2,2	1990-2001 2,16

Fuentes: Bolivia: Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2005). Brasil: IBGE (2007). Colombia: Instituto Sinchi. Ecuador: Ecorae (2006). Guyana: Environmental Protection Agency (2007). Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática – Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (2006). Suriname: General Bureau for the Statistics. Venezuela: INE. Censo General de Población y Vivienda, 1981, 1990 y 2001.

Densidad poblacional

La densidad poblacional de la Amazonía se halla entre las más bajas del mundo, con selvas relativamente poco degradadas comparadas a otras zonas lluviosas tropicales, donde aún los servicios ecosistémicos pueden ser aprovechados por la población rural a un costo muy inferior al que tendrían si los recursos y ecosistemas estuviesen

degradados a pesar que en las últimas décadas se han perdido alrededor de 87 millones de hectáreas por deforestación (Porro, Börner y Jarvis, 2008).

Según fuentes nacionales (Aragon, 2005) de países miembros de la OTCA, la densidad poblacional de la Amazonía para las décadas del 1990 y 2000 se muestran en la Tabla 3.

TABLA 3
Densidad poblacional de la Amazonia por países (Habitantes/km²)

País	Período	
	1980-1990	1990-2000
Bolivia	0,84	1,11
Brasil	3,21	4,96
Colombia	1,38	2,1
Ecuador	3,22	5,44
Guyana	3,77	3,92
Perú	4,53	5,57
Surinam	2,49	3,45
Venezuela	0,30	0,38

Fuente: Geo Amazonía (2009) Dinámica de la Amazonía 2; de Aragón (2005), Bolivia:INE; Brasil:IBGEL (2007); Colombia; Instituto Sinchi; Ecuador: Ecorae (2006), Guyana: Environmental Protection Agency (2007); Perú: INEI – IIAP (2006)¹; Venezuela: INE, Censo General de Población y Vivienda 1981, 1990 y 2001.

De la observación de la tabla se puede afirmar que Brasil, Ecuador y Perú son los países con mayor dinámica poblacional en la eco región Amazónica.

Junk *et al.* (1989) han estimado la densidad poblacional de la llanura inundable del Amazonas, que llega hasta 28 habitantes/km² en las zonas cercanas a los principales centros poblados ribereños, siendo el promedio de 14,6 personas/km².

1.9.2 Población indígena de la Amazonia

La población indígena de la Amazonía se resume en la Tabla 4 con estimaciones de diversos años entre el 2001 y 2007.

En los múltiples territorios amazónicos se han desarrollado 420 pueblos indígenas diferentes, quienes hablan 86 lenguas y 650 dialectos (Brackelaire, 2006). De ellos, aproximadamente 60 pueblos originarios viven en situación de aislamiento voluntario, cuyos miembros se hallan en un especial nivel de alta vulnerabilidad.

TABLA 4
Población indígena de la Amazonía

País	Nº de habitantes	Nº de pueblos
Brasil	300 000 (2007)	175
Perú	300 000 (2005)	59
Colombia	107 231 (2005)	62
Bolivia	48 123 (2001)	25
Venezuela	37 362 (2001)	17
Guyana	-	-
Ecuador*	369 810 (2006)	10
Surinam	12 000 (2004)	-
Totales	1 174 526	348

*Incluye indígenas migrantes de los Andes.

Fuente: Perspectivas del medio ambiente de la Amazonía, Geo Amazonía (2009).

1.9.3 Indicadores Economicos de la Amazonía – PBI

En general, desde 1992 al 2005 ha habido una evolución económica positiva en casi todos los países de la OTCA, la cual se muestra en la tabla 5, donde se hace un recuento del Producto Bruto Interno – PBI de cada país y sus regiones o estados amazónicos.

¹ Instituto de investigaciones Amazonicas, publicaciones. <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/PublicacionesListar.aspx?TabId=5>

TABLA 5
Tasa de crecimiento y PBI per cápita de las regiones amazónicas (2000)

PAIS/REGIONES	PBI Per cápita 2005 (Equivalente Dólares americanos)	PBI Per cápita 2005 Regiones/Nacional (%)	Tasa de crecimiento del PBI 1992 -2005 (%)
BOLIVIA (a)	1 178,07		3,23
Beni	817,81	69,42	0,84
Pando	1 489,10	126,40	4,75
Santa Cruz	1 586,22	134,64	3,95
BRASIL (b)	3 609,52		2,34
Acre	1 908,13	52,86	4,42
Amapa	2 521,51	69,86	3,60
Amazonas	4 242,13	117,53	4,69
Marañón	1 019,5	28,25	4,45
Mato Grosso	3 769,99	104,45	7,70
Pará	1 852,04	51,31	2,81
Rondonia	2 314,37	64,12	4,66
Roraima	1 810,99	50,17	7,79
Tocantís	1 400,98	38,81	6,26
COLOMBIA (c)	2 018,35		12,95
Amazonas	940,95	46,62	13,90
Caquetá	1 111,15	55,05	11,63
Guainía	769,73	38,14	12,72
Guaviare	1 210,03	59,95	5,75
Putumayo	705,33	34,95	11,70
Vaupés	1 424,66	70,59	13,28
ECUADOR (d)	1 605,58		3,22
Morona Santiago	705,94	43,97	-2,52
Napo	871,43	54,28	-4,13
Orellana	25 628	1 596,20	97,61
Pastaza	6 620,34	412,33	33,58
Sucumbios	10 083,96	628,06	63,86
Zamora – Chinchipe	990,77	61,71	0,21
GUYANA (e)	960,61		1,73
PERÚ (f)	2 352,47		3,32
Amazonas	1 247,53	53,03	1,19
Loreto	2 136,18	90,81	0,31
Madre de Dios	3 223,56	137,03	6,47
San Martín	1 323,56	56,25	5,04
Ucayali	1 601,35	68,07	3,17
SURINAME (g)	2 551,00		3,35
VENEZUELA (h)	5 117,04		1,97

Fuente: (a) Bolivia: Instituto Nacional de Estadística; (b) Datos de 2004 en lugar de 2005. Fuente: Brasil: Instituto Nacional de Geografía y Estadística; (c) Datos del 2003 en lugar del 2005 Fuente: Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística; (d) Datos del 2004 en lugar del 2005. Cifras de las provincias corresponden a valor bruto agregado. Fuente: Banco Central de Ecuador; (e) Fuente: Guyana: Bureau of Statistics; (f) Fuente: Perú: Instituto Nacional de Estadística e Informática; (g) Fuente: Suriname: General Bureau of Statistics; (h) Fuente: Banco Central de Venezuela.

El análisis del PBI per cápita de las regiones amazónicas de los miembros de la OCTA muestra que algunas de ellas tienen un nivel superior al nacional. Esta situación se produce porque en estas regiones existe un número relativamente reducido de pobladores y una gran cantidad de recursos naturales que están siendo explotados intensivamente, en el marco de emprendimientos modernos (Costa, 2004).

1.9.4 Áreas protegidas de la Amazonia

Hasta 2008, entre parques, reservas, estaciones biológicas, refugios de fauna y santuarios en la Amazonía existe un total de 168 áreas protegidas cubriendo un territorio de alrededor de 78 millones de hectáreas, distribuidas como sigue (Tabla 6).

TABLA 6
Áreas protegidas en la Amazonía

País	Nº de Áreas protegidas	Área total de protección (ha)
Bolivia	20	7 265 056
Brasil	100	42 005 496
Colombia	14	6 852 276
Ecuador	2	2 161 952
Guyana	2	7 870 000
Perú	15	10 044 203
Suriname	6	552 570
Venezuela	5	1 660 015
Total cuenca	168	78 407 518

Fuente: Adaptado y actualizado de Iniciativa Amazónica, con fuentes originales en: Tratado de Cooperación Amazónica (TCA) – Comisión Especial de Medio Ambiente para la Amazonía. Brasil: Ministerio de Medio Ambiente (2008). Colombia: Unidad de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). Perú: Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena) (2007a).

Estas áreas protegidas representan aproximadamente el 12 por ciento del territorio de la cuenca amazónica.

Todas ellas fueron creadas con fines de conservación de la biodiversidad, además de manejo de la biota por parte de los pobladores residentes en ellas y sus zonas de amortiguamiento, como es el caso de las reservas. Ninguna fue creada con fines de coadyuvar a la mitigación de los efectos del cambio climático, factor que, teniendo en cuenta la evolución de las políticas y tendencias mundiales y nacionales respecto al proceso global mencionado, pasará a tener preponderancia en la creación de las futuras áreas de protección.

1.10 Principales actividades productivas en la Amazonia

En la Tabla 7 se consigna una síntesis de las actividades productivas en la Amazonía.

TABLA 7
Actividades productivas en los países amazónicos

País	Actividades productivas
Bolivia	Agricultura (maíz, yuca, legumbres); Hidrocarburos (petróleo, gas natural); Minería (oro, litio, bauxita); Forestal (maderables y no maderables)
Brasil	Agricultura (mijo, soya, ganadería); Forestal; Industria (agroindustria, petroquímica, manufactura); Minería (oro, cobre, bauxita, hierro)
Colombia	Agricultura (café); ganadería; Forestal; Hidrocarburos (petróleo); Pesquería (para consumo y ornamentales); Industria (agroindustria, acuicultura); Servicios (turismo, banca, restaurantes)
Ecuador	Agricultura (bananos, flores, cacao, café) Forestal; Hidrocarburos (petróleo)
Guyana	Agricultura (bananos, flores, cacao, café) Forestal; Hidrocarburos (petróleo)
Perú	Agricultura (palma aceitera, café, maíz amarillo); Minería (oro); Forestal, Hidrocarburos (petróleo, gas natural)
Surinam	Agricultura (arroz, plátano); Minería (oro, bauxita); Hidrocarburos (petróleo)
Venezuela	Minería (bauxita) Turismo

Fuente: Costa, Galarza y Gómez, 2009. La Amazonía, territorio, sociedad y economía en el tiempo, en Perspectivas del Medio Ambiente de la Amazonía- Geo Amazonía. Brasilia.

En la Tabla 6 sólo se menciona la pesca y acuicultura como parte de las actividades productivas en la Amazonía colombiana, no mencionando la actividad para los demás países de la OTCA, debiendo recalcar que la pesca es una de las principales actividades productivas de los pobladores rurales de la Amazonía, especialmente en la vecindad del bosque estacionalmente inundable, donde alrededor del 90 por ciento de la dieta proteica y un significativo porcentaje de la generación de sus ingresos se

sustenta en el pescado (Tello y García, 1998). Esta situación también se observa en la Amazonia Brasileña y posiblemente en toda la cuenca.

1.10.1 Las pesquerías Amazónicas

En la Amazonía se han identificado 2 500 especies de peces, aproximadamente, cantidad superior a lo que registra el océano Atlántico. También se conoce que la mayor parte de la biomasa pesquera, y en particular la de los peces detritófagos está relacionada con la productividad primaria de lagos y áreas de inundación. En esta relación también se hallan los peces omnívoros-frugívoros, que se alimentan de frutos y semillas de la floresta inundada. (Araujo y Goulding, 1998).

Peces de consumo

Según los autores anteriores, de las 2 500 especies de peces, aproximadamente 60 son habitualmente empleadas para consumo directo frescos, seco salados o ahumados, y se comercializan a lo largo de los caseríos, poblados y ciudades de las cuencas.

Las principales especies de importancia común en la cuenca son: *Brachyplatystoma vaillanti*, (pirabutón, piramutaba, manitoa), *Brachyplatystoma filamentosum* (piraíba, saltón, valentón); *Prochilodus nigricans* (bocachico, curimatá), *Semaprochilodus spp.* (yaraquí, jaraqui), *Pseudoplatystoma spp.* (pintadillo, surubim, doncella), *Pseudoplatystoma tigrinum* (pintado, tigre zúngaro), *Mylossoma spp.* (palometa, garopa), *Brachyplatystoma rousseauxii* (dorado, dourada), *Brycon cephalus* (sábalo, matrinxá), *Potamorhina spp.* (branquinha), *Triportheus spp.* (sardina, sardinha), *Hypophthalmus edentatus* (mapará, maparate), *Hoplias malabaricus* (traira, fasaco), *Plagioscion spp.* (curvinata, pescada, corvina) y *Colossoma macropomum* (gamitana, tambaqui).

Además de las especies nombradas existen varios curimatidae que tienen importantes volúmenes de captura y gran importancia social en Perú por su relativo bajo precio como son las llambinas *Pothamorrino altoamazonica*, yulillas *Anodus elongantus*, pimelodidae pequeños como los cunchis *Pimelodella sp*, motas *Callophysus macropterus* y otras, cuyos volúmenes de desembarco han aumentado.

Entre los peces de consumo, por su gran tamaño destacan el paiche o pirarucú *Arapaima gigas* y el saltón *Brachyplatystoma filamentosum* que llegan a medir hasta 2,5 m y pesar 200 kilos. El primero habita ríos y lagos de agua negra mientras que el segundo habita en los canales principales del Amazonas y principales afluentes de agua blanca.

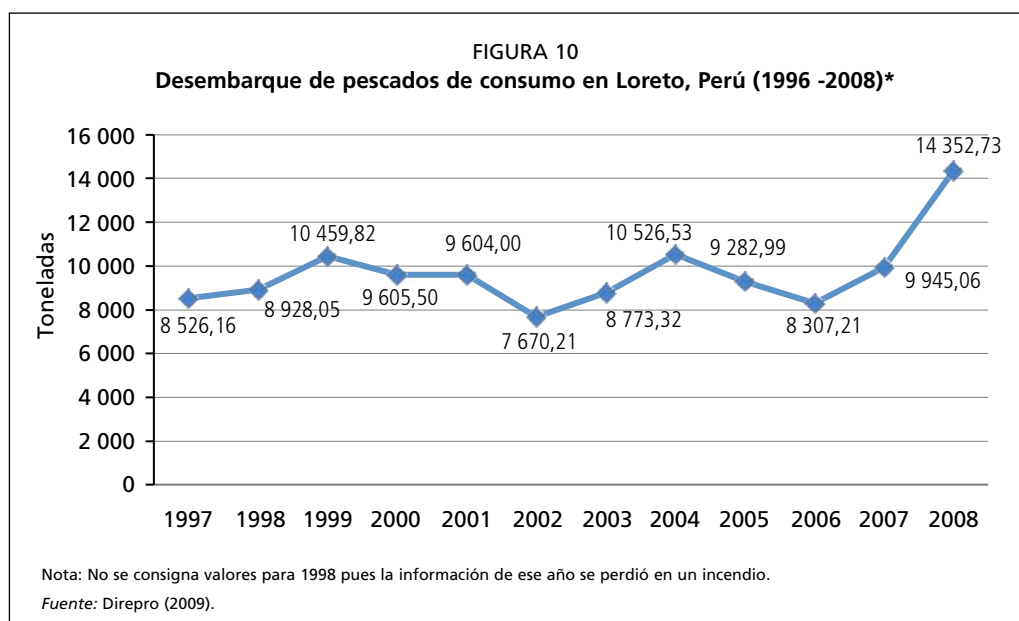
La Figura 10 muestra la evolución de los desembarcos en la región Loreto, Perú, para el periodo 2000-2008.

Los ríos de la cuenca Amazónica con su alta diversidad ictica proveen una gran cantidad de especies de peces para uso ornamental, más de 624 especies en la Amazonía peruana, (Direpro, 2009), la mayoría para exportación. Son capturadas por pescadores artesanales especializados empleando artes sencillos, principalmente en cuencas de agua negra, muchas veces impactando sus hábitats al emplear procedimientos inadecuados de captura.

Migraciones tróficas y reproductivas de los peces

Según (Junk, 2000), el pulso hídrico condiciona los procesos reproductivos de los peces. Durante la creciente de los ríos, cuando el nivel del agua sobrepasa los bordes de cauce, los peces jóvenes migran dentro del área inundada para alimentarse de frutos de la floresta inundada, de plantas herbáceas terrestres, detritus de origen terrestre, invertebrados terrestres, así como fitoplancton, perifiton, macrofitas acuáticas, zooplancton, bentos, perifiton, etc.

Con el avance del ciclo de inundación hacia los bordes de cauces, antes de internarse en la floresta inundable para alimentarse y recuperar peso, la mayoría de las hembras de peces migratorios sexualmente maduros, principalmente pertenecientes a los characidae



entre los que se halla la gamitana o tambaquí *Colossoma macropomum*, desovan en áreas de mezcla de agua negra proveniente de un tributario con agua blanca del cauce principal y los machos fecundan los huevos.

Luego, los huevos eclosionan y durante dos días las larvas son incapaces de nadar, probablemente ubicándose en el fondo cercano en las orillas o siendo arrastradas hacia la vegetación herbácea de las orillas, desde donde ingresarán a la floresta inundada para iniciar su crecimiento; otro grupo de larvas son arrastradas río abajo, para ingresar a la zona inundada según su capacidad natatoria (Welcomme, 1980).

Las larvas de 4 a 15 días, que son llevadas río abajo por la corriente, pueden, según la velocidad de la misma, recorrer significativas distancias antes de ingresar a la selva inundable, pudiendo estas ser de alrededor de 400 – 1300 km, esto considerando una velocidad de corriente de 3,5 km por hora.

Algunos loricaridae (carachama), por ejemplo, depositan sus huevos para que se incuben en agujeros hechos en las paredes arcillosas del borde del cauce de ríos de agua blanca, también durante el inicio de la creciente, en Noviembre a Diciembre en las cuencas sureñas, luego de lo cual alevinos de pez torre *Phractocephalus hemiliopterus* también pasan a ocupar dichos huecos para protección y engorde alimentándose de los huevos de carachamas depositados en ellos, de donde huevos y alevinos son extraídos a mano por ribereños y pescadores como huevos para consumo y alevinos ornamentales, respectivamente (Tello, observación personal). Otros, como los curimatidae, abundantes e importantes para la dieta de la gente de menores ingresos, se reproducen al interior de las áreas inundadas, en medio de la vegetación herbácea perenne cercana a la desembocadura de ‘caños’ o canales conectados a lagos.

A pesar de la gran importancia de las zonas de reproducción/desove de las principales especies aún no se cuenta con un inventario de las mismas en la Región Loreto, ni se ha efectuado hasta el presente una Zonificación Económica Ecológica Pesquera – ZEEP donde se incluyan, además de los mencionados, la información georeferenciada sobre la pesca en las diferentes cuencas, lo que permitiría un ordenamiento cabal de la actividad. (Plan de pesca de Loreto, 2009).

Por ello, teniendo en cuenta la evolución del calentamiento global, se considera que el subsanar esa falta de información es un asunto de alta prioridad (Tello, observación personal).

Los frutos y los peces en la planicie inundable Amazónica

Adicionalmente a la alimentación de los peces con productos de la fase terrestre (insectos, larvas, invertebrados, detritus, vegetación herbácea), así como de plancton y algas, los peces se alimentan de una muy alta productividad primaria generada por las plantas que producen frutos y semillas de los que estos se alimentan (Campos, 2008).

Existen muchas especies de plantas productoras de semillas y frutos en la selva inundable de agua blanca y negra, cuya mayor abundancia ha sido encontrada en el río Manu, Perú, con aproximadamente 1372 especies registradas; por ejemplo, han sido registradas alrededor de 300 especies en la varzea de Mamiraua, Brasil. (Araujo y Goulding, 1998).

Las principales plantas productoras de frutos y semillas en la floresta inundable de cuenca del río Ucayali son: “cetico” *Cecropia* sp., “capinuri”, *Naucleopsis ulei*, “palometa huayo” *Neea hirsuta* y *Neeavirens*, “ciamba” *Oenocarpus multicaulis*, “ñejilla” *Bactris riparia*, “fanache” *Eugenia inundata*, “camu camu” *Myrciaria dubia*, “renaco” *Ficus* sp., “sacha guayaba” *Eugeniapatriisii*, “azucar huayo” *Hymenaea courbaril*, “chiringa” *Hevea guianensis*, “tucunare huayo” *Dalbergia inundata*, “charichuelo chico” *Garcinia madruno*, “charichuelo grande” *Garciniamacrophyla*, “Sapallito” *Cayaponia amazonica*, “Coconilla” *Solanum sessile*, “yacushapana” *Terminalia dichotoma*, *Vismis gracilis*, *Xilopia* aff. *Frutescens* y “tamara” *Cretiva tapia* (Campos, 2008).

En el Anexo 1 se consigna un listado de plantas productoras de frutos y semillas de la Amazonía.

Los pescadores

Los pescadores de la Amazonía pueden clasificarse de la siguiente forma:

- (i) *Pescadores de subsistencia*. Son aquellos, la mayoría, que pescan a tiempo parcial primariamente para alimentarse e incidentalmente venden sus excedentes a vecinos o a acopiadores. La mayoría no utiliza hielo. Utilizan embarcaciones a remo y artes sencillos como líneas de mano, arpones, espineles orilleros, atarrayas, trampas y pequeñas redes cortina.
- (ii) *Pescadores comerciales*. Son aquellos que se dedican a la pesca a tiempo completo, para la venta, habitan en poblados y ciudades ribereñas. Utilizan embarcaciones motorizadas de varios tipos y capacidad de bodega refrigerada (de 2 a 20 toneladas o más), trabajan formando equipos y emplean espineles, redes cortina de deriva, redes de cerco y redes de arrastre orilleras.
- (iii) *Pescadores deportivos*. Principalmente relacionados con la pesca de grandes bagres, paiche y tucunaré (Direpro, 2009).

Productividad/biomasa pesquera

La productividad está dada por la cantidad de nutrientes que aportan las cuencas durante sus ciclos hídricos y es condicionada por las características limnológicas respectivas, lo que a su vez determina índices de riqueza planctónica: fitoplancton, zooplancton y otros elementos bióticos interrelacionados.

En el caso del fitoplancton, las algas microscópicas verdes y azules, clorofitas, diatomeas, euglenófitos y otros más, inician la productividad primaria de la cadena trófica, y este eslabón se empalma con el del zooplancton: rotíferos, cladóceros y copépodos, principalmente, a partir de los cuales la cadena trófica adquiere mayor vigor y por lo tanto productividad íctica.

Las áreas de inundación de las sub cuencas de agua blanca y agua negra cuentan con una productividad pesquera relacionada al índice de ictiomasa que algunos autores han estimado entre 61 a 151 kg/ha inundable en ríos de agua blanca y de 31 a 147 kg/ha en ríos de agua negra, a modo de valores indicativos (Hanek, 1982; Bayley *et al.*, 1992).

De acuerdo al manejo de las cifras sugeridas de ictiomasa pesquera por hectárea, según el área inundable por cuenca y su tipo de agua, la biomasa pesquera total de la

Región Loreto se estima indicativamente en aproximadamente 871,511 toneladas, como se muestra en la Tabla 8.

TABLA 8
Productividad pesquera indicativa para la Región Loreto

Cuenca	Tipo de agua	Productividad promedio/ha inundada (kg/ha)	Extensión de la cuenca (Km)	Área de cauces y cochas (ha)	Área inundable por cuenca (ha)	Productividad total estimada por cuenca* TM
Amazonas loretano	Blanca	106	586	664,000	3 225 000	412 234
Nanay	Negra	89	375	6 400	33 000	3 506
Napo	Blanca	106	838	75 200	204 000	29 595
Putumayo	Blanca	106	1 252	86 100	410 000	52 586
Pacaya	Negra	89	289	6 000	75 000	3 507
Samiria	Negra	89	280	9 800	120 000	11 552
Tapiche	Negra	89		7 500	70 000	6 675
Pastaza	Blanca	106	500	22 100	57 300	8 416
Tigre	Blanca	106	522	7 000	38 000	4 770
Yavarí	Blanca	106	956	21 100	202 000	23 649
Marañón	Blanca	106		182 300	790 000	103 064
Huallaga	Blanca	106	827	19 400	98 000	12 444
Ucayali	Blanca	106		232 200	1 650 000	199 513
Productividad total estimada						871 511

* Elaboración: Plan de Desarrollo Pesquero Loreto (Direpro, 2009).

Fuentes: Erabi IIAP; Bayley (1981); Bayley et al. (1992).

Pesca comercial

Parte de la economía amazónica rural y del sustento nutricional de sus pobladores se basa en la utilización de la diversidad de organismos acuáticos, en especial de los peces, que se constituyen en importantes factores de dinamización económica, social y cultural para la región. Desde la década de 1990, el recurso íctico genera flujos comerciales que van de 100 millones de USD a 200 millones de USD al año (Bayley y Petrere, 1989; Barthem y Goulding, 2007).

Del total de aproximadamente 2550 especies de peces de la Amazonía la pesca comercial y de subsistencia utiliza en promedio 200, de las cuales 30 son las que representan los desembarques más importantes para la cuenca (Barthem, Guerra y Valderrama, 1995; Barthem y Goulding, 2007).

Bayley y Petrere, (1989) calcularon una producción de pescado para comercio y consumo de subsistencia de 400 000 toneladas/año y están bastante alejados del potencial de 900 000 toneladas/año sugerido por Merona (1993) para toda la cuenca. Por ello, se podría concluir que la actividad pesquera no se encuentra en grave peligro; sin embargo, existe excesiva utilización de ciertos recursos que ocasionan la disminución de su oferta natural. Tello (1995), Isaac y Ruffino (1996); Direpe (2001); Barthem et al., (2004); Batista (2004); Viana (2004); Incoder (2006); Almeida et al.(2006); Barthem y Goulding (2007).

A modo de referencia se consigna la Tabla 9 que brinda una visión de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en algunas cuencas pesqueras de la Amazonía.

También es ilustrativo lo que muestra la tabla 10 respecto a la flota pesquera y su rendimiento en Loreto, Perú.

Talla media de madurez sexual – impactos sobre los recursos pesqueros

La talla mínima de madurez sexual es uno de los indicadores más importantes para el ordenamiento pesquero, lo que permite normar la extracción para garantizar la

TABLA 9
Captura Por Unidad de Esfuerzo – CPUE
(kg/día/pescador) en cuencas de la Amazonía

Sistema	CPUE (kg/día/pescador)
Río Madeira	3,5
Bajo Amazonas	22
Medio Amazonas	20
Medio Amazonas	22,9
Alto Amazonas	21,3
Alto Caquetá	17,6-36,8
Medio Caquetá	15-30
Bajo Caquetá	15,5-45,5
Bajo Putumayo	10,8-15,34

Fuente: INADE SINCHI Valderrama, 2002.

integridad de los stocks de peces de consumo; su disminución durante las capturas o desembarcos permite determinar la existencia de impactos negativos sobre el recurso pesquero. A nivel de la cuenca Amazónica, a pesar de contar con cuencas compartidas entre varios de sus países miembros, no se tiene homologada la metodología de toma de información sobre las tallas mínimas de madurez sexual de las especies comerciales, ni existen planes de monitoreo coordinados e integrales que involucren las principales cuencas. Hasta hoy sólo la información de 13 especies comerciales está disponible para regular la talla mínima legal de capturas.

Las medidas relacionadas, que incluyen vedas, son tomadas unilateralmente por cada autoridad

amazónica, aunque hay proyectos binacionales que buscan racionalizar el tema en cuencas compartidas (Barthem, Guerra y Valderrama, 1995).

En la región Loreto, Amazonía peruana, las tallas promedio de reproducción están en un rango inferior a los registrados en la base inicial, lo que podría confirmar que hay una presión de pesca. (Direpro, 2009).

Por ello, resulta conveniente integrar el conocimiento básico que cada país Amazónico posee sobre las especies y las iniciativas de manejo y administración pesquera entre los países. Esto permitirá llegar a acuerdos internacionales para controlar el esfuerzo de pesca, definir aparejos de menor impacto, e incluir áreas estratégicas de preservación para las diferentes etapas de desarrollo de las especies: desove, cría y crecimiento (Ruffino y Barthem, 1996; Agudelo, Alonso y Moya, 2006).

TABLA 10
Algunas variables operativas de la pesquería en Loreto, Perú

Año	Desembarque flota pesquera	Desembarque total Iquitos	Participación flota pesquera (%)	Viajes (N°)	CPUE	Flota pesquera (No)	Embarcaciones no pesqueras* (No)
1999	2 116,2	3 674	57,58	580	3,64	81	121
2000	663,6	4 484	14,8	311	2,13	22	196
2001	1 751	4 222,7	41,4	415	4,22	46	228
2002	1 313,7	2 963,8	44,32	311	4,22	46	228
2003	961,3	4 091,1	23,49	222	4,33	47	164
2004	847,5	5 275,5	16,06	178	4,76	42	104
2005	723	5 081,8	14,22	192	3,61	32	
2006	804,9	4 046	19,88	265	3,03	43	107
2007	624,7	5 791,5	10,7	149	4,19	27	112

Fuente: Direpro, 2009².

* Embarcaciones de carga y pasajeros.

En la Tabla 10 se percibe una evolución negativa del número de embarcaciones de la flota comercial, que se ha reducido de 81 embarcaciones en 1999 hasta 27 en el 2007, por disminución de la disponibilidad de peces de valor comercial alto, lo que puede indicar un nivel de sobrepesca y que la flota de embarcaciones pesqueras pequeña con acopio en las distintas cuencas ha aumentado. Gran parte del pescado desembarcado en Iquitos al 2009 está constituido por pescado acopiado en contenedores isotérmicos

² Dirección Regional de la Producción, Loreto.
www.regionloreto.gob.pe/direpro/Enlaces/Procesamiento.html

portátiles en las zonas de pesca por parte de pescadores de subsistencia – pequeño comercio y transportado a la ciudad en embarcaciones de pasajeros y carga que pasan por esos lugares (Cabrera, observación personal).

De acuerdo con Cabrera (observación personal) en las estadísticas de 2008 se observa un predominio de los desembarques de especies detritófagas y planctófagas, de corto período de crecimiento y una retracción de las cantidades de pescado desembarcado pertenecientes a peces ictiófagos: zúngaros o grandes bagres, así como especies grandes de escamas, como el paiche *Arapaima gigas*, gamitana *Colossoma macropomum*, paco *Piaractus brachypomus*, y otras, de crecimiento más lento, lo que probablemente ha sido causado en este último caso por la presión de pesca la flota comercial a lo largo de las tres décadas pasadas. Todo ello apunta a que los recursos pesqueros más valiosos en la Amazonía peruana se hallan en estrés por sobrepesca. Ello podría ser un factor serio de vulnerabilidad frente al cambio climático.

Pesca ornamental en la amazonia

En el contexto mundial, la pesca ornamental representa exportaciones anuales superiores a los 200 millones de USD, de los que la Amazonía aporta, dependiendo del año, entre 6 millones de USD y 11.5 millones de USD por año, que corresponden a entre 20 y 25 millones de unidades vivas por año de las 30 a 50 especies más aprovechadas.

Brasil es el principal comercializador, con un volumen promedio de 16 millones de unidades, seguido por Perú con 9 millones y Colombia con 1,9 millones.

Los peces ornamentales son extraídos del medio natural, de ríos de agua negra y blanca, y sólo en muy contados casos la producción de ornamentales para exportación involucra a peces generados en cautiverio (Tello, observación personal).

En el Departamento de Loreto en Perú, la cantidad de peces ornamentales capturados ha venido decreciendo año a año tal, como lo muestra la Figura 11. Estos datos podrían indicar ya un nivel de sobre pesca y de impacto sobre la biodiversidad ictica.

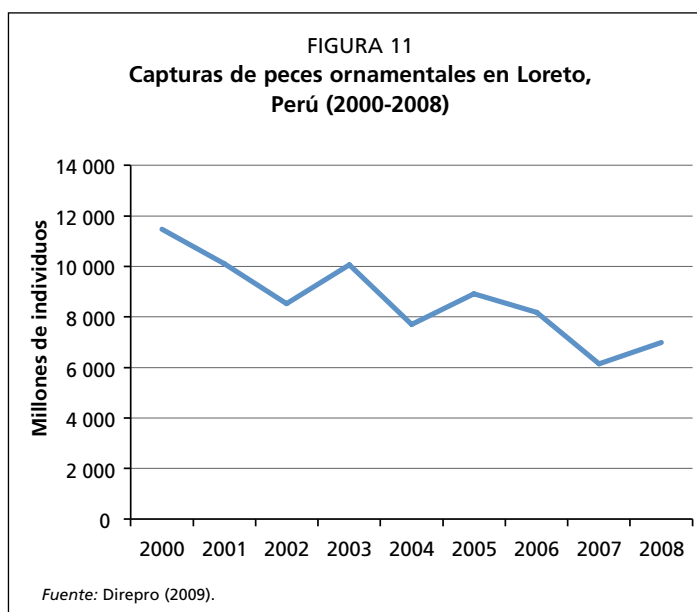
La pesca de especies ornamentales también tiene un valor relevante para la subsistencia y oportunidades de trabajo para las poblaciones locales, efectos que aun no se han evaluado apropiadamente.

Pesca de subsistencia y volumen de captura total

Según las estadísticas pesqueras, en 1988 se ha desembarcado en la región Loreto, Perú, 14 359 TM de especies comerciales, lo que se estima corresponde alrededor de 25 por ciento del total de las capturas.

Por ello, teniendo en cuenta que la pesca de subsistencia (no declarada) se estima corresponde al 75 por ciento del total capturado, se tiene que la pesca de subsistencia produciría 43 077 TM de pescado por año. Juntando las dos cifras se puede estimar que la captura total de pescado en la Región Loreto para el 2008 ha sido del orden de 57 408 TM, lo que representaría aproximadamente el 6,58 por ciento de la biomasa total estimada (871 511 TM) de pescado (Direpro, 2009).

En la Amazonía peruana, la mayor parte de los pescadores de subsistencia son ribereños y están relacionados de alguna forma con algún grupo étnico como por ejemplo, en el Perú, son



los Cocama Cocamilla y los Shipibo conibo en las cuencas del Marañon y Ucayali, respectivamente. Hasta hace tres décadas la mayoría de pescadores indígenas eran de subsistencia neta, pero con la introducción masiva de artes pasivos de PA, de bajo precio así como cajas isotérmicas portátiles, en la actualidad muchos de ellos se pueden clasificar como de subsistencia – pequeño comercio (Cabrera, observación personal).

En muchas comunidades indígenas de la Amazonía peruana aún se practican métodos de pesca ritual – ancestral usando plantas ictiotóxicas como el barbasco *Lonchocarpus sp* y huaca *Clibadium sp*, lo cual debe ser entendido en el contexto cultural e histórico para incluirlos en programas de manejo de recursos hidrobiológicos (Tello, observación personal).

Consumo de pescado en la Amazonía

El pescado provee cerca del 20 por ciento de la ingesta de proteína (Thorpe *et al.*, 2006) en 127 países en desarrollo pudiendo llegar a 90 por ciento en las Estados en desarrollo en pequeñas islas (SIDS) o áreas costeras (FAO, 2005).

Se ha calculado que el consumo de pescado per cápita para las familias rurales y ribereñas en diferentes regiones de la cuenca amazónica varía de 250 a 800 g/persona/día (Cerdeira *et al.*, 1997). El consumo de pescado por persona por año es mayor en la Amazonía que en otras regiones del país, habiéndose calculado en 36 kg/persona/año en las ciudades, mientras que en la zona rural se consume un promedio de 101 kg/persona/año (Haneck, 1982).

En general, en la Amazonía ribereña el pescado es la principal fuente de proteínas y en lo que se refiere a Perú el consumo de pescado per cápita tiende a ser menor que en el área rural debido a que el mejoramiento del nivel de ingresos en las ciudades induce a los pobladores al consumo de carnes rojas. (Bayley, 2010).

En el caso de la Amazonía peruana y concretamente de la zona rural del departamento de Loreto, el consumo per cápita de pescado supera sensiblemente al de carnes de animales de monte, González (2000); Siren (2011); Pierret y Dourojeanni (1966); Tello y García (1998).

La Tabla 11 muestra la variabilidad del consumo per cápita de pescado en algunas localidades de la Amazonía.

TABLA 11

Variabilidad de los estimados de consumo per cápita de pescado en algunos puntos de la Amazonía

Localidad/(periodo de estudio)	Consumo de pescado fresco, entero Gr/cápita/día	CV* (%)	# de muestras	Fuente
<i>Rural, Varzea</i>				
L. Grande de Monte Alegre, PA (1993-95)	369	75	3918	Cerdeira <i>et al.</i> , 1997
Bajo Pachitea, Perú (2009, creciente)	431	86	11	IBC, 2009
<i>Urbano, pequeño, en Varzea</i>				
Nauta, Perú (1993-4)	327	10	333	Tello, 1995
Requena, Perú (1993-4)	215	12	318	Tello, 1995
<i>Arroyos rurales, en Varzea:</i>				
Sungaroyacu Pachitea, Perú (2009, creciente)	24	262	10	IBC, 2009

* CV=Coefficiente de variación = (desviación estándar)*100/(valores principales)

Fuente: Bayley (2010).

A 2008, el consumo per cápita se estimó en aproximadamente 28 kg/persona por año en Iquitos, algo más en las capitales de provincia y alrededor de 99 kg por persona por año en las zonas rurales de Nauta y Requena (Direpro, 2009).

En la Amazonia Brasileña, Isaac y de Almeida (2011) indican que se consumen 575 mil toneladas de pescado cada año, un nivel muy superior a las capturas en la misma área según las estadísticas oficiales, que no incluyen las capturas para el autoconsumo. Independientemente de la precisión del consumo total calculado, los números evidencian la importancia del pescado en la región amazónica y la relevancia de inversiones en la conservación de sus recursos naturales, en especial los recursos pesqueros. Similares estudios para la Amazonia Ecuatoriana (Siren, 2011), Boliviana (Camburn, 2011) y Venezolana (Lasso-Alcala, 2001) revelan una alta dependencia alimentaria del pescado en la comunidades indígenas y locales.

Manejo pesquero

La regulación y el manejo han afectado la mitigación de los impactos sobre los stocks de peces del lado brasilero de la cuenca, donde se emplean principalmente dos herramientas de manejo pesquero: (i) regulaciones sobre las artes de pesca para eficiencia y tallas y la de establecer vedas y (ii) mínima expedición de licencias de pesca así como la aplicación de cuotas de pesca, las cuales sólo se aplican en la pesca industrial, en el estuario (Welcomme, 1985).

Isaac (1993) concluyó que la prohibición de capturas durante el periodo de desoves no parece ser una manera práctica de manejo. El inventariar zonas de mayor ovoposición y decretar vedas focalizadas intercaladas con participación de autoridades locales podría ser una manera eficaz de evitar depredación de los recursos e impactos futuros mayores del cambio climático, especialmente teniendo en cuenta que los consumidores en las ciudades tienen alta preferencia por peces con las gónadas maduras (Direpro, 2009).

En general, el poblador de la cuenca amazónica de Perú tiene preferencia de consumo de pescado con gónadas maduras (hueveras) por lo que la difusión permanente de información del daño que produce el alto consumo de peces con gónadas maduras en los stocks de peces podría constituir una medida de manejo positiva (Tello, observación personal).

El manejo pesquero comunitario viene siendo promovido en Perú a través de grupos de manejo formalizados y monitoreados por el Estado, en casi todas las cuencas principales, y en especial en zonas de lagos donde tradicionalmente la pesca comercial ha sido fuerte, pero ello es muy complejo pues requiere alta inversión y apoyo con recursos. Estos son normalmente insuficientes para tener una buena cobertura en lo que a monitoreo, capacitación integral y acompañamiento se refiere pues el sistema hídrico es muy extenso, Direpro (2009). A pesar de las medidas que se vienen adoptando para proteger los stocks, aún es frecuente observar la venta de pescado con talla inferior a la reproductiva (Tello, observación personal).

Según Bayley y Petrere (1989), el concepto de Reservas Pesqueras para controlar las pesquerías en áreas remotas podría ser una opción viable de manejo pesquero; especialmente para especies migratorias (Petrere, 1990).

1.10.2 La acuicultura en la Amazonia

El abastecimiento de pescado cultivado cubre aproximadamente 50 por ciento de lo consumido globalmente (FAO, 2009) y está previsto su incremento a 60 por ciento por el año 2020.

La Acuicultura es una actividad exógena al modo de vida tradicional Amazónico.

Desde la década de 1980 se habla de la acuicultura como una alternativa viable en la Amazonía, la cual podría contribuir a minimizar el impacto causado por la pesca excesiva de algunas especies, al tiempo que permitiría mantener o mejorar la oferta en las épocas de bajas abundancias en el medio natural. En este sentido, la suposición de que la acuicultura es una actividad absurda o antieconómica frente a la vocación pesquera de la cuenca, debe enfrentarse con el gran potencial que esta actividad posee, su éxito en otras regiones del mundo y considerando la excelente disponibilidad de

agua de diferentes tipos y calidades además de la variedad de especies nativas que serían posibles de cultivar (Junk, 1993; Barthem, Guerra y Valderrama, 1995; Val, Ramos y Rabelo, 2000).

También se ha sugerido que el objetivo de la acuicultura amazónica sea abastecer mercados locales a bajo costo, mientras que el pescado capturado sea dirigido al estrato de alto costo (Barthem y Goulding 2007).

En Brasil existen algunos proyectos acuícolas privados de gran envergadura para la acuicultura intensiva de varias especies amazónicas como *Pseudoplatystomas* sp, *Colossomas* sp y otras, así como venta de servicios al sector, pero en general son proyectos de interés comercial no demasiado orientados a mejorar la alimentación y el modo de vida de los pobladores ribereños³.

Acuicultura en la amazonia peruana

(Rodríguez *et al.*, 2011) consignan que la acuicultura es una actividad novedosa que todavía no se implanta bien en las comunidades indígenas y ribereñas en selva baja, aunque ya existen algunas experiencias promisorias, especialmente en las zonas donde el pescado es particularmente escaso y donde hay población colona, más inclinada al cultivo y a la producción agropecuaria en ambientes controlados que a la caza, pesca y recolección (que es el perfil tradicional de los pueblos indígenas).

La acuicultura intensiva del paiche (*Arapaima gigas*) está tomando un notable impulso a cargo de empresarios que han empezado a exportar filetes congelados al mercado europeo, como es el caso de una empresa acuícola en la ciudad de Yurimaguas, con 80 ha de estanques. También se tiene información de una empresa acuícola bi-nacional en Pucallpa que ya se encuentra completando su infraestructura para la crianza intensiva de paiche (Tello, comunicación personal).

Es particularmente relevante el desarrollo de esta actividad en el eje de las carreteras: Iquitos – Nauta y Yurimaguas – Tarapoto (Loreto), Saramiriza-Nieva-Bagua (Amazonas), Puerto Maldonado-Cusco (Madre de Dios), y Federico Basadre (Ucayali) a nivel de pequeños productores. En conjunto la producción de pescado criado en piscigranjas pequeñas representa un volumen de producción de cerca de 900 toneladas por año (Campos, observación personal).

Los paquetes tecnológicos promovidos por instituciones de investigación y promoción de la acuicultura se basan principalmente en el uso de dietas balanceadas para peces que están lejos del alcance de los acuicultores campesinos e indígenas. Por esta razón los pequeños productores han estado experimentando técnicas de crianza de pescado adaptadas a cada realidad particular involucrando especialmente la utilización de los recursos que tienen a mano (subproductos de la chacra, sobras de la cocina, frutos e insectos del bosque, etc.) como base de las dietas. Cada piscicultor tiene sus propias estrategias y de alguna forma se puede decir que el éxito de esta novedosa actividad descansa en buena medida en la investigación adaptativa que realizan los amazónicos en cada uno de sus estanques.

También las especies involucradas en la actividad se han diversificado: las ‘estrellas’ de la acuicultura son la gamitana *Colossoma macropomum* y el paco *Piaractus brachipomus*, que no se reproducen en piscigranjas, y cuyos alevinos deben ser adquiridos a criaderos especializados, lo cual es poco práctico para comunidades muy alejadas de ciudades como son la mayoría. Frente a esto, muchos acuicultores se abastecen de alevinos del medio silvestre, y realizan una acuicultura parcialmente basada en la pesca de captura y con una combinación de especies de peces “no convencionales”, desde filtradores y lamadores como carachama (loricariidae), lisa, boquichico, yaraquí (Prochilodontidae) hasta insectívoros como bujurquis y acarahuazú (Cichlidae). A esto le suman el cultivo (en el mismo estanque) de algunos quelonios acuáticos como la taricaya *Podocnemis*

³ Ver por ejemplo el Projeto Pacu (www.projetopacu.com.br).

unifilis y caracoles acuáticos como el churo *Pomacea maculata* (Tello, observación personal).

Frente al previsible declive de las pesquerías amazónicas agravadas por los efectos del cambio climático, la acuicultura “adaptativa” de peces amazónicos se perfila como una de las actividades más promisorias para ayudar a la seguridad alimentaria y para proveer ingresos complementarios a las comunidades amazónicas a través de la comercialización de pescado amazónico en los mercados no sólo locales, sino también nacionales e internacionales.

En la Amazonía, los problemas indicados de estacionalidad en el abastecimiento de pescado y la desaparición de algunas especies en zonas de pesca cercanas a las ciudades, convierten a la acuicultura en una actividad productiva importante porque: (1) es fuente alternativa de proteína animal para el poblador rural; (2) propicia el incremento del nivel de ingreso de los acuicultores; (3) asegura el abastecimiento de pescado durante todo el año; (4) contribuye a la regulación de precios de los productos proteicos; (5) propicia la disminución de la intensidad de pesca sobre los recursos pesqueros del medio natural como consecuencia de una mayor oferta de pescado producido en ambientes controlados; (6) contribuye a la conservación del ambiente disminuyendo la práctica de la agricultura migratoria y la deforestación; (7) orienta al productor rural hacia una actividad rentable de corto plazo; y (8) contribuye a la conservación y el buen uso de los recursos hídricos a través de la construcción de embalses y/o estanques para el cultivo de peces amazónicos. Si bien este último punto debe ser controlado y regulado adecuadamente.

2. CAMBIO CLIMATICO

La Amazonía es una región que presenta un alto grado de vulnerabilidad social y económica, debido a que su población se encuentra mayoritariamente en situación de pobreza, su nivel de educación ambiental es muy bajo y es un ecosistema muy vulnerable, por lo que los conceptos de vulnerabilidad, sensibilidad, mitigación y adaptación deben ser manejados con fluidez por todos los actores (Alonso *et al.*, 2009).

2.1 Cambio climático en la Amazonia

La Amazonía evidencia un proceso de degradación ambiental creciente, que se expresa en el avance de la deforestación, la pérdida de biodiversidad y los impactos localizados del cambio climático. En cuanto a la deforestación del bosque natural, hasta 2005 el área deforestada acumulada era de 857 666 km², con un aumento de la deforestación anual de 20 550 km²/año en el período 1990-1999 a 27 218 km²/año en el período 2000-2005 (Alonso *et al.*, 2009).

Harris, Huntingford y Cox (2008) trabajaron en una simulación con anomalías máximas (SSTAs⁴) con el modelo Had. Cm 31 CS del Hadley Centre, la cual mostró cambios drásticos de reducción de precipitación generadas por efectos combinados de las temperaturas superficiales del mar en el Atlántico y Pacífico tropical y percibieron que la mayor reducción se notó de Mayo a Octubre. Ello conduciría a una permanente reducción de la humedad del suelo amazónico, lo que correspondería a una reducción aproximada de 30 por ciento de la producción primaria neta (PPN). Concluyeron que un incremento adicional de 3,5°C conllevaría a una reducción adicional de la precipitación.

2.2 Posibles efectos del cambio climático en los Países de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica – OTCA

Según (Gomez *et al.*, 2009), teniendo en cuenta una perspectiva integral de la eco región Amazónica los muy probables impactos del Cambio Climático son:

- Alta frecuencia de olas de calor en la Amazonía oriental e intensas lluvias en Amazonía occidental;

⁴ Temperaturas superficiales del mar.

- Pérdida de ecosistemas naturales y biodiversidad;
- Bajos niveles de los ríos afectando el transporte y el comercio;
- Impacto en la generación de hidroenergía;
- Condiciones más favorables para la propagación de incendios;
- Impactos sobre la salud y el comercio debido al humo.

Es probable que el calentamiento global reduzca la precipitación en el bosque amazónico en más de 20 por ciento, especialmente en la porción oriental de la Amazonía, lo que hará que las temperaturas locales aumenten en más de 2 °C, y tal vez hasta en 8 °C, durante la segunda mitad de este siglo (Nepstad *et al.*, 2008).

Para el 2030 la deforestación podría haber acabado con el 55 por ciento del bosque húmedo amazónico, con lo que la inhibición de las lluvias será muy fuerte y las sequías, más frecuentes y marcadas. En los ríos, millones de peces morirían, generando graves impactos en la salud y las condiciones de vida de la población (Rodríguez *et al.*, 2010).

2.3 Canales de impacto del cambio climático

El cambio climático amenaza los ecosistemas acuáticos amazónicos de diversas formas. Algunas de ellas son: (i) calentamiento de la temperatura de las aguas, lo que impacta en algunas especies de peces y animales; (ii) reducción de la precipitación durante meses secos, que afecta a muchos sistemas hídricos amazónicos; (iii) cambios en los nutrientes en los ríos debido a la alteración de la productividad del bosque, que afecta a los organismos acuáticos; colmatación en los cauces de los ríos que nacen en el piedemonte andino; (iv) reducción de la cubierta vegetal y la disponibilidad de alimento para los peces en vida libre y para la acuicultura (frutos, insectos, etc.).

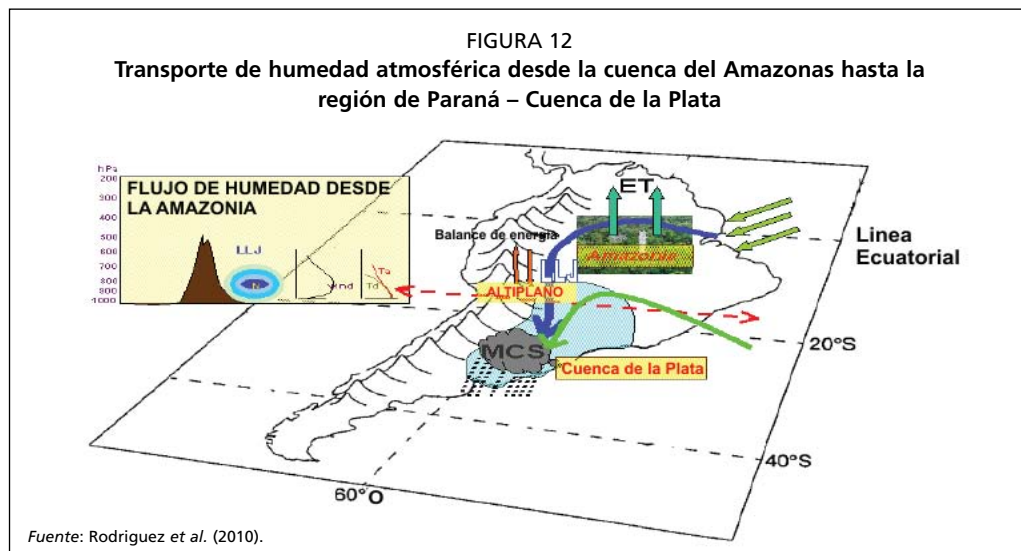
Los ríos de la Amazonía juegan un rol importante en el ciclo y balance hídrico de la región. Los cambios en este régimen (cantidad, calidad y temporalidad) afectan el hábitat y comportamiento de muchas plantas y especies de animales. Se puede observar ya cómo algunas especies de plantas y animales cambian su distribución y abundancia.

Otro efecto de las sequías ocurridas en la Amazonía debido al cambio climático ha sido el incremento en la frecuencia, y posiblemente también en la intensidad, de incendios forestales (Gomez, Costa y Galarza; 2009).

2.4 La Amazonía, reguladora del clima

La Amazonía tiene una gran influencia en el transporte de calor y vapor de agua para las regiones localizadas en latitudes más elevadas. También tiene un papel muy importante en el secuestro de carbono atmosférico, y con ello contribuye a la reducción del calentamiento global. (Rodríguez *et al.*, 2009).

La Figura 12 muestra los movimientos de humedad atmosférica en Sudamérica.



Según los mismos autores, la deforestación en la Amazonía, junto con la quema de bosques, son los factores más importantes para exacerbar los efectos del cambio climático en la región. A consecuencia de la deforestación, el bosque dejará de realizar sus funciones como regulador del clima.

Según (Marengo y Valverde, 2007) los mapas de escenarios futuros del clima proporcionados por diferentes modelos del IPCC (IPCCa, b), muestran que habrá un calentamiento sistemático para diferentes regiones de América del Sur, incluso la Amazonía, aunque distintos modelos con iguales concentraciones de gases de efecto invernadero indican proyecciones climáticas regionales diferentes, especialmente en relación con la lluvia.

2.5 Modelos de pronóstico climático para la Amazonía

Según Cox *et al.* (2004) el acercamiento inducido a parámetros crecientes de CO₂ actúa para calentar y secar más la cuenca mientras que el cambio climático regional sólo crece ligeramente y la sequía de la cuenca induce la recesión vital de la floresta. La respuesta simulada usando el modelo climático de vegetación dinámica TRIFFID apunta en la misma dirección que el resto de simuladores de tercera generación del Centro Hadley.

De otro lado, (Cook, Zeng y Yoon, 2010) luego de usar 15 modelos de predicción climática considerados en el cuarto reporte del panel intergubernamental de cambio climático así como un modelo dinámico de vegetación VEGAS, sugieren que el centro de la floresta Amazónica debería permanecer estable en el largo plazo debido a que en casi todos los modelos usados la lluvia tiende a aumentar en esa zona lejana de los puntos de presión antrópica. Esos mismos modelos proyectan una reducción de 20 por ciento en el stock de carbón de la Amazonía Sur, Brasil central y parte de las montañas de los Andes. VEGAS también predijo un reforzamiento del riesgo de incendios de 10 a 15 por ciento.

Un estudio reciente de Marengo, Nobre y Tomasella (2006), muestra que todos los modelos predicen un calentamiento de la región amazónica, que sería de hasta 8° C para el 2100 en el modelo HadCM3, para el escenario más extremo. A pesar de ello, no hay una tendencia clara para las anomalías de precipitación y mientras algunos modelos muestran una Amazonía más húmeda otros la muestran con sequía. La diferencia entre los modelos alcanza a 5°C y 2,5 mm/día hasta el año 2100.

La figura 13, elaborada en base a datos del IPCC modificados por Marengo, muestra las proyecciones.

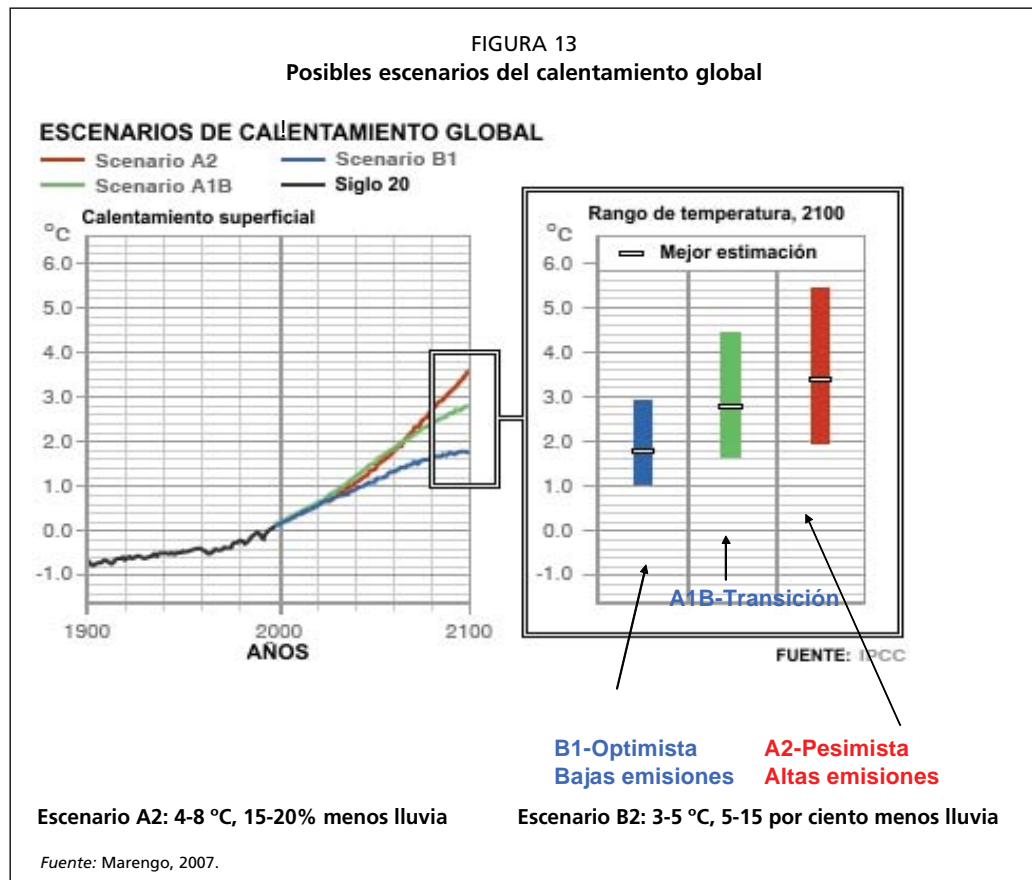
2.5.1 Efectos climáticos según modelo del Hadley Centre

Proyecciones del cambio climático futuro hechas por el modelo del Hadley Centre muestran que un incremento en la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera podría producir cambios en la vegetación de manera que la Amazonía se transforme en una sabana para el 2050, que la región se volverá más seca y caliente y que la mayoría de la humedad que viene del Atlántico tropical, que normalmente produce la lluvia en la región, no encontrara el ambiente adecuado para condensarse sobre la vegetación de sabana para el 2050, y el aire húmedo se desplazará hacia el sureste de Sur América produciendo mas lluvia en esas regiones (Cook, Zeng y Yoon, 2010).

En consecuencia, después de 2050, la cuenca amazónica se podría comportar como una “fuente de carbono” más que un sumidero como lo es actualmente dentro de un balance regional (Rodríguez *et al.*, 2010).

La sequía favorece los incendios que afectan a las poblaciones humanas, la productividad y la biodiversidad debido a la destrucción directa y al humo. Este último también afecta la llegada de la estación lluviosa como la duración de la estación seca y el contenido de humedad a lo largo del año. La sequía afecta también la disponibilidad de agua en el nivel de descarga de los ríos, afectando al transporte, la disponibilidad de agua adecuada para el consumo, la salud humana, y la capacidad de generar electricidad.

Se considera que la Amazonía es más vulnerable a las sequías que a las inundaciones. (Bush *et al.*, 2008).



2.5.2 Otras simulaciones climáticas – escenarios regionales

Para la Amazonía se tiene las series temporales de precipitación y temperatura 1890-2010, usando cuatro modelos climáticos, en los que se observa que todas las variaciones notables de precipitación y temperatura comienzan a presentarse a partir de 1980, magnificándose hasta final de siglo, y ofreciendo una perspectiva preocupante para el futuro. Los escenarios de emisiones que consideran estos modelos son A2 (alto) y B2 (bajo) (Figuras 14 a 17).

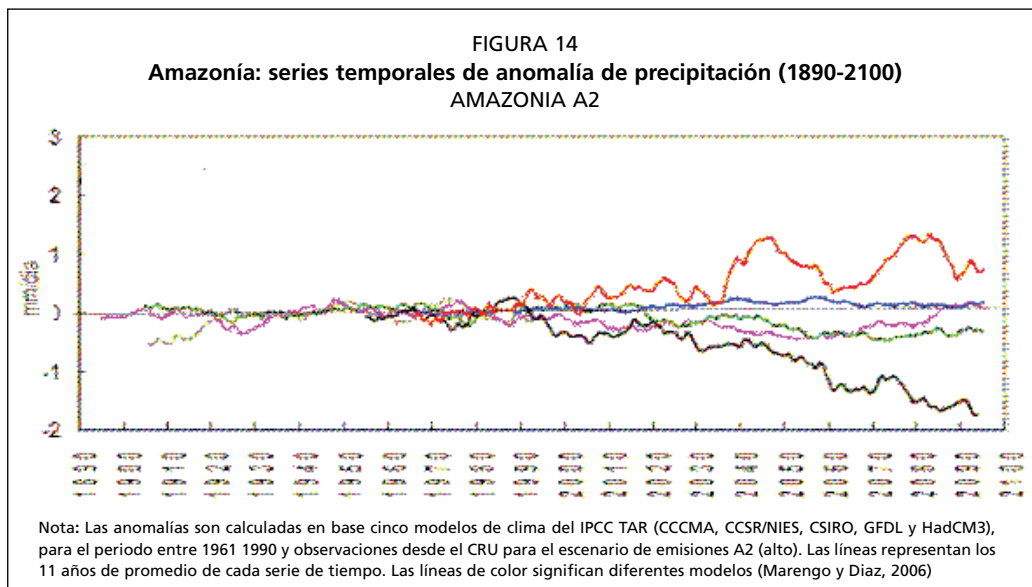
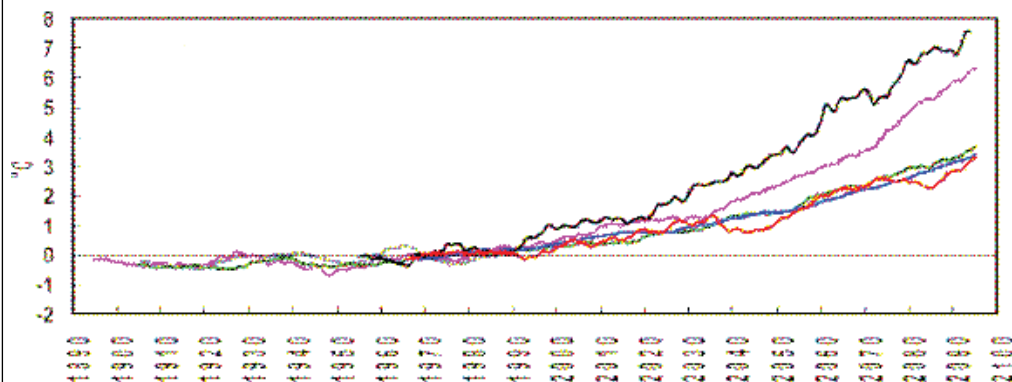
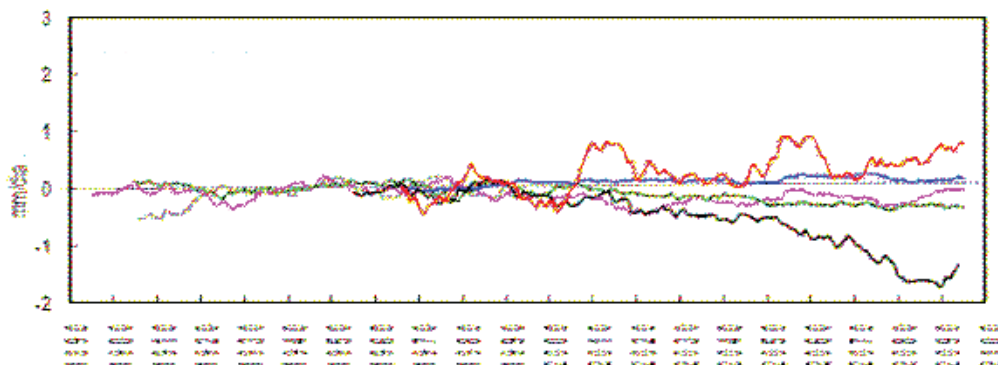


FIGURA 15
Amazonía: series temporales de anomalías de temperatura (1890-2010)
 AMAZONIA A2



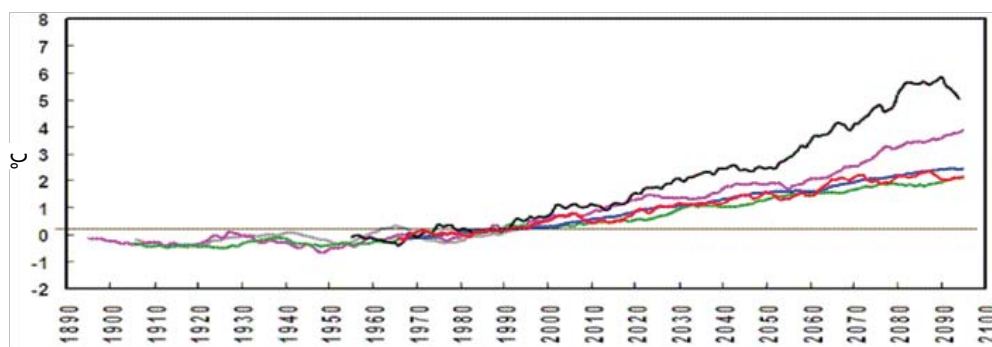
Nota: Las anomalías son calculadas en base cinco modelos de clima del IPCC TAR (CCCMA, CCSRNIES, CSIRO, GFDL y HadCM3), para el periodo entre 1961 y 1990 y observaciones desde el CRU para el escenario de emisiones A2 (alto). Las líneas representan los 11 años de promedio de cada serie de tiempo. Las líneas de color significan diferentes modelos (Marengo y Diaz, 2006).

FIGURA 16
Amazonía: series temporales de anomalía de precipitación (1890-2010)
 AMAZONIA B2



Nota: Las anomalías son calculadas en base cinco modelos de clima del IPCC TAR (CCCMA, CCSRNIES, CSIRO, GFDL y HadCM3), para el periodo entre 1961 y 1990 y observaciones desde el CRU para el escenario de emisiones B2 (bajo). Las líneas representan los 11 años de promedio de cada serie de tiempo. Las líneas de color significan diferentes modelos (Marengo y Diaz, 2006).

FIGURA 17
Amazonía: series temporales de anomalía de temperatura (1890-2010)
 AMAZONIA B2



NOTA: Las anomalías son calculadas en base cinco modelos de clima del IPCC TAR (CCCMA, CCSRNIES, CSIRO, GFDL y HadCM3), para el periodo entre 1961 y 1990 y observaciones desde el CRU para el escenario de emisiones B2 (bajo). Las líneas representan los 11 años de promedio de cada serie de tiempo. Las líneas de color significan diferentes modelos (Marengo y Diaz, 2006).

El Niño

El más obvio modelador de la variabilidad climática interanual es la Oscilación del Sur (ENSO) El Niño. Investigadores del clima han elegido arbitrariamente definiciones sobre lo que es o no es un evento ENSO y en la actualidad, las fases calientes del ENSO son llamados “El Niño” y las fases frías “La Niña”. La Oscilación del Sur (ENSO) es una oscilación irregular cada tres a siete años involucrando un estado cálido y uno frío, que evoluciona bajo la influencia de la interacción dinámica entre la atmósfera y el océano (Trenberth, 1997).

La relativa importancia del océano y de la interacción océano-atmósfera en las lluvias Amazónicas puede variar en diferentes partes de la cuenca Amazónica. Lluvias en áreas desde el nordeste de Brasil hacia la Amazonía central han guardado correlación con la oscilación del sur “El Niño” – ENSO y la distribución de las temperaturas superficiales en el Atlántico tropical (Aceituno, 1988, *en*: Fu *et al.*, 2001).

Las distinciones entre los efectos directos de El Niño y aquellos impuestos a través de anomalías SST del Atlántico no han sido claramente establecidas. Por ejemplo, si bien las variaciones interanuales de precipitación en el noreste brasileño se correlacionan con el ENSO, esta aparente influencia de El Niño en la pluviometría amazónica puede ser causada por cambios en el transporte de humedad desde el Océano Atlántico (Fu *et al.*, 2001).

En ese sentido, se había pensado inicialmente que la gran sequía del 2005 que afectó la Amazonía había sido influenciada por El Niño, pero un reciente estudio revela que aquella fue posiblemente provocada por el calentamiento de las aguas del océano Atlántico y no por efecto de El Niño (Marengo, Nobre y Tomasella; 2006). Esto es reforzado por las conclusiones de Harris, Huntingford y Cox (2008) que ha planteado que el volumen pluviométrico en la Amazonía que condiciona las sequías está influenciado directamente por la interacción de los efectos del calentamiento de las temperaturas superficiales del mar en el Atlántico y el Pacífico.

De otro lado, existe acuerdo científico en que el evento El Niño será más frecuente e intenso por efectos del calentamiento global, y que todos estos cambios amenazan el ecosistema terrestre y acuático de la Amazonía. Este último, en particular, se ve afectado por el aumento de la temperatura, que resulta en una mayor evaporación del agua superficial y una mayor transpiración de las plantas, lo que produce un ciclo del agua más intenso. Si la reducción de las precipitaciones durante la época seca ocurre efectivamente, los impactos en el régimen de aguas de la Amazonía se exacerbarán (Nijssen *et al.*, 2001).

La alteración del ciclo de lluvias en la Amazonía ya está ocasionando fuertes sequías que producen severos impactos en la fauna íctica y en las características de los suelos (Rodríguez *et al.*, 2010).

Las condiciones existentes de deforestación, quema de bosques y tendencias de manejo hídrico antrópico, con establecimiento de mega hidroeléctricas en las cabeceras de las principales cuencas y planes de trasvase masivo de agua hacia zonas más secas constituye ya una amenaza para la cuenca y sus recursos naturales (IPCC [207]). Unido a ello, la ocurrencia más frecuente de El Niño (ENSO) por elevación de las temperaturas superficiales del mar debido al calentamiento global, generarían una polarización de los extremos del ciclo hídrico, con lo cual la selva amazónica podría convertirse en una de las áreas más vulnerables del planeta con una perspectiva de gradual transformación a un paisaje de sabana en el mediano – largo plazo.

Lo serio del caso es que, a pesar de haberse producido las cumbres climáticas de Copenhague y Cancún, hasta ahora no se ha definido una actitud firme, vinculante y definitiva para establecer medidas pragmáticas integrales y conjuntas para mitigar/adaptarnos al cambio climático. Incluso las metas del acuerdo de Kioto se hallan aún lejanas a pesar del tiempo transcurrido.

Por ello, no es de extrañar que la Universidad de Cambridge y 180 de las más grandes corporaciones del Planeta hayan emitido el “Comunicado de los 2°C” (Cambridge,

2011), por el que llaman seriamente la atención de los tomadores de decisiones pues, según las últimas proyecciones respecto a la emisión de CO₂, de seguir las tendencias reales de quema de combustibles, la frontera crítica de un incremento de 2 °C de la temperatura promedio planetaria sería sobrepasada antes de las fechas consignadas en los peores escenarios.

2.5.3 *Dinámica climática de la Amazonía*

Según (Nepstad, 2007), el bosque amazónico está íntimamente relacionado con la configuración y modificación del clima mundial debido a varios factores: en primer lugar, el bosque amazónico actúa como un gigantesco consumidor de calor, que absorbe la mitad de la energía solar que le llega en la evaporación del agua de su follaje. Esta energía captada por el bosque amazónico tiene efectos que se extienden alrededor del mundo mediante enlaces llamados “teleconexiones climáticas”, muchas de las cuales aún están por ser comprendidas. En segundo lugar, la Amazonía es una reserva amplia y relativamente sensible de carbono, que se libera a la atmósfera mediante la deforestación, la sequía y el fuego, lo que contribuye al calentamiento global.

Por último, el agua que drena de estos bosques amazónicos hacia el océano Atlántico constituye entre 15 y 20 por ciento de la descarga total mundial de agua dulce fluvial, y podría ser suficiente para influir sobre algunas de las grandes corrientes oceánicas, que son importantes reguladoras del sistema climático global.

Científicos del Proyecto Páramo Andino (Páramo Andino Project, 2007) calcularon que el aporte de agua originado por la desglaciación de los andes al ciclo hídrico de la Amazonía es de aproximadamente 7,000 millones de m³/año, lo que representa menos de 1 por ciento de la masa anual del río Amazonas, aun sin considerar que parte de ese deshielo va hacia los ríos de la vertiente del Pacífico. Si bien el porcentaje de agua que se mueve por el derretimiento de los glaciares andinos es pequeño, tiene una profunda influencia en una serie de procesos biológicos relacionados a los ecosistemas acuáticos en las cabeceras de la cuenca amazónica. Rodríguez (observación personal) indica que ello a su vez afectaría a las poblaciones de peces y ecosistemas acuáticos en general.

2.5.4 *Principales impactos del cambio climático en los recursos hídricos y ecosistemas acuáticos Amazónicos*

Según Alonso *et al.* (2009), los impactos del Cambio Climático sobre los recursos hídricos y los ecosistemas acuáticos se puede resumir como sigue:

- Variabilidad de la cantidad del recurso hídrico.
Con la polarización del ciclo hídrico la tendencia es a que las sequías produzcan los siguientes impactos:
 - Aumento del el costo de acceso al recurso (principalmente en ciudades).
 - Reducción drástica en comunicación fluvial.
 - Perturbación de la actividad económica (disminución de la producción agropecuaria, incremento en precios de productos de alimentación básica por menor disponibilidad).
- Contaminación de las aguas.
 - Reducción en la demanda de productos agrícolas e hidrobiológicos (mayor riesgo de consumir alimentos contaminados).
 - Mayor gasto público para la atención de enfermedades.
 - Disminución de la producción agropecuaria para autoconsumo.
 - Desincentivo para el desarrollo de actividades económicas.
- Mayor sedimentación.
 - Incremento de la producción agrícola en barrizales (vaciantes).
 - Disminución de la vida útil de represas y complejos hidroeléctricos.
 - Disminución de navegabilidad.

- Reducción de recursos hidrobiológicos.
 - Escasez de alimentos.
 - Disminución de ingresos económicos (por mayor esfuerzo pesquero).
 - Cambio de actividades: abandono de pesca. Los pescadores se convierten en agricultores y generan mayor presión sobre el bosque.

Complementando lo anterior, las variables de impacto climático: temperaturas del aire y del agua, la precipitación, las sequías, y el cambio en la sedimentación, al cambio de uso del suelo (deforestación) e incendios forestales, estas afectan las pesquerías de muchas formas, directas e indirectas.

Los **efectos directos** del cambio climático incluyen cambios en la abundancia y la distribución de especies explotadas, así como incrementos en la frecuencia y severidad de eventos extremos como inundaciones y tormentas, las cuales afectan las operaciones pesqueras e infraestructura (Adger *et al.*, 2005b).

Los **efectos indirectos** incluyen: (i) cambios en la cantidad y calidad de hábitats acuáticos, en la productividad de los ecosistemas, en la distribución y abundancia de competidores acuáticos así como de predadores (O'Reilly *et al.*, 2003); (ii) impactos en otros sectores de producción de alimentos que afecta el modo de vida y la seguridad alimentaria (Rosegrant y Cline, 2003); y (iii) impactos en aspectos de la vida de la gente no conectados a sus actividades económicas, tales como enfermedades o daño a sus casas (Kovats *et al.*, 2003). Por último es importante mencionar que el cambio climático también incide en la necesidad de incrementar la generación de electricidad y por tanto de creación de represas (también para riego). El represamiento de los ríos tiene un efecto significativo sobre los recursos pesqueros continentales y este puede tener un impacto indirecto de gran relevancia en la Amazonia.

Los peces amazónicos sufren impactos por sobrepesca y alteración de hábitats mediante acción del hombre y muy probablemente el impacto negativo sobre los recursos hidrobiológicos se incrementará conforme el cambio climático continúe incrementando la temperatura planetaria.

Durante las sequías de 2005 y 2010 la falta de agua afectó la navegación en los ríos y dificultó el abastecimiento de agua y alimentos a las ciudades. También la agricultura fue afectada, así como la calidad del agua originando gran mortalidad de peces. Los incendios forestales abundaron en las zonas más secas, (Lewis *et al.*, 2011; Rodríguez *et al.*, 2010) y es paradójico que esto le suceda al río más caudaloso del mundo, que alberga un quinto del agua dulce no congelada del Planeta.

También el ciclo hídrico es afectado por la sobreexplotación de los bosques con deforestación en las cabeceras de los ríos. Esto último es especialmente grave en las cabeceras de ríos del lado boscoso del piedemonte andino, en las laderas de selva alta de los Departamentos de San Martín y Amazonas, en Perú donde existe una alta migración de personas desde la parte alta de la cordillera cuya mano de obra es empleada para la agricultura así como para establecer pastizales (Alvarez, observación personal).

2.6 Impactos generados por las actividades productivas y por las sequías

Los disturbios ecológicos que viene sufriendo la cuenca del Amazonas y especialmente la llanura inundable son producidos principalmente por la deforestación de las tierras altas, la minería aurífera, construcción de carreteras y represas, unido a la extracción de madera, deforestación por cría de ganado, agricultura industrial, extracción pesquera no controlada, y asentamientos humanos en la vecindad de los ríos (Rodríguez *et al.*, 2010).

La llanura inundable ha sufrido más cambios ambientales en las últimas dos o tres décadas que en toda la historia previa de la humanidad (Geo Amazonía, 2009).

2.6.1 Impactos de la siembra y producción de soya, coca, palma aceitera y otros cultivos en la Amazonia sobre la pesca y la acuicultura

Además que es usual se deforeste y quemado para sembrar masivamente los cultivos citados – siendo ilegal la siembra de coca y producción de cocaína – lo que afecta notoriamente el ambiente y clima, los agricultores utilizan frecuentemente sin restricciones sustancias tóxicas para el ambiente, lo que sucede en Brasil en varias cuencas importantes de su Amazonía.

En Bolivia, Colombia y el Perú, se originaron intensos procesos agropecuarios en los sectores del piedemonte andino, próximo a las nacientes de los grandes tributarios del río Amazonas (Goulding *et al.*, 2003; Inrena, 2006). Estos procesos generan un doble impacto negativo: el proveniente de la propia deforestación y el ocasionado por el uso de fertilizantes, plaguicidas, pesticidas, controladores de malezas y productos de la mecanización, todo lo cual drena hacia las cuencas hídricas aledañas (Oficina de la Naciones Unidas contra la Droga y el Delito 2007).

2.6.2 Impactos de la minería sobre la pesca y la acuicultura

Las explotaciones de hidrocarburos en diversos puntos de la Amazonía, generan un alto riesgo ambiental para el bosque y los ríos debido a la pérdida incidental de hidrocarburos y al vertido de compuestos aditivos salinos e iones clorofenoles como parte de las aguas de formación (resultante del bombeo de hidrocarburos) a las cuencas colindantes a las explotaciones, lo que podría condicionar alteraciones en los patrones migratorios de los peces en esas cuencas (Vásquez, comunicación personal).

De acuerdo a ello, se considera pertinente sugerir que se realice investigación sobre posibles alteraciones en la migración de peces por vertido de ‘aguas de formación’ en cuencas de ríos amazónicos donde se realiza extracción de hidrocarburos.

De otro lado, se estima que hay alrededor de 400 000 mineros de oro aluvial en la Amazonía y se calcula que en los últimos 30 años se han arrojado más de 3 000 toneladas de mercurio usado para amalgamar el mineral, a los ríos amazónicos. Ello ha provocado serios impactos en los ecosistemas circundantes a las explotaciones así como contaminación a las poblaciones humanas que consumen el agua y el pescado (Webb, 2004).

En algunos lugares como en la cuenca del río Madre de Dios, Perú (alto Madeira) esta actividad llegó a tales niveles de informalidad –con evidencias visuales de daño a los ecosistemas además de altos niveles de acumulación en peces– que el gobierno peruano decretó emergencia ambiental en el área y canceló todas las operaciones, procediendo a reorganizar la actividad (Alvarez *et al.*, 2011).

Los mismos autores anteriores estiman que el 99 por ciento de las operaciones de minería aluvial en cuencas amazónicas de Perú son informales, que estas han destruido más de 32 000 hectáreas de bosques y contaminado gravemente varios ríos de la región con mercurio y otros contaminantes.

2.6.3 Impactos de hidroeléctricas sobre la pesca y la acuicultura

De todos los usos que se ha dado al recurso hídrico en la cuenca amazónica, el hidroeléctrico es el que demanda los mayores volúmenes y, en la misma medida, genera los mayores impactos. En este sentido, mientras que los países andino-amazónicos no han aprovechado tal potencial, Brasil tiene actualmente 24 hidroeléctricas, que han inundado más de 11 700 km² de territorio amazónico (Lopes y Cardoso, 2006).

Una iniciativa que podría causar un severo detrimento de los ecosistemas acuáticos de la Amazonía por recorte de flujo hídrico –lo que alteraría severamente varios procesos biológicos en la cuenca– es el trasvase de agua de la Amazonía hacia la Costa, como es el caso del Proyecto “Corina” propuesto por Ley por el gobierno peruano para ejecutarse en las cabeceras de los ríos Huallaga y Marañón Perú, con un flujo de trasvase de agua de 500 m³/segundo para abastecer de agua a dos hidroeléctricas en

la vertiente Occidental de los Andes e irrigar la costa desde el Departamento de Piura hasta Ica (más de 1 000 km de costa). Ello ha suscitado una gran polémica respecto al tema, exigiendo la sociedad civil una evaluación objetiva en las EIA respecto a los eventuales impactos ambientales que generaría dicho proyecto en la Amazonía (Tello, observación personal).

Además, en abril del 2011, a través del Decreto Supremo 020- 2011- EM, ha sido promulgado de interés nacional la construcción de 20 represas hidroeléctricas en la cuenca del río Marañón y el trasvase de agua hacia la costa peruana, lo que también ha generado controversia con grupos ambientalistas locales. Obviamente este tipo de proyecto tiene potenciales impactos sobre la pesca y la acuicultura, si bien en este último caso los embalses pueden ofrecer una oportunidad para el cultivo de peces en balsas jaulas.

En general las represas pueden afectar especialmente el movimiento de las especies migratorias, el flujo adecuado de nutrientes río abajo y la mantención de la estructura forestal ribereña todos factores que pueden tener impactos fundamentales sobre los recursos pesqueros y los pescadores.

2.6.4 Impactos de obras de infraestructura vial sobre la pesca y la acuicultura

Los asentamientos humanos a los márgenes de las carreteras de la Amazonía peruana han generado un incremento notable de la deforestación y quema de bosques, lo que viene generando serios impactos ambientales, principalmente debido a una pobre planificación, a falta de estudios de impacto ambiental (EIAs), falta de estudios detallados de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) y consiguientes planes de ordenamiento territorial, así como una falta de monitoreo del Estado. Es el caso de la carretera transamazónica de Brasil, las carreteras de penetración hacia la selva y la carretera Iquitos Nauta en Perú.

Actualmente, en Perú existen dos proyectos de integración de transporte, uno terrestre al Sur y uno multimodal al Norte (carreteras y transporte fluvial), que unen el Pacífico en Perú con el Atlántico en Brasil atravesando la Amazonía que, si no se aplican medidas que pueden haber generado las lecciones aprendidas de las experiencias previas, se tendrá impactos adicionales en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por el cambio de uso de la tierra, que conviene sean manejados con criterio precautorio.

Los mega proyectos de infraestructura son las principales amenazas para la conectividad y el continuo ambiental en la cuenca amazónica (Petrere, 2001; Barthem *et al.*, 2004; Alonso y Pirker, 2005; Barthem y Goulding, 2007).

2.6.5 Impactos de la industria forestal sobre la pesca y la acuicultura

En general, la tala en la Amazonía es objeto de control mediante licencias o concesiones que sólo autorizan la extracción de ciertas especies y en determinados volúmenes. Sin embargo, en casi todos los países existe abundante evidencia de la importancia de la tala ilegal. Como esta es realizada llevando a cabo tala selectiva, y no se realiza quema de bosque como en el caso de la agricultura y ganadería, su aporte de gases de efecto invernadero es relativamente menor.

En la Amazonía peruana es frecuente que la extracción forestal produzca daños en los ecosistemas acuáticos para el desplazamiento aguas abajo de las balsas con trozas de troncos cortados, pues para ello pequeños arroyos son limpiados de obstáculos (troncos y ramas sumergidos), destruyéndose con esto importantes refugios y zonas de desove de fauna acuática.

Como colofón del análisis previo cabe mencionar que los impactos generados por las actividades productivas descritas ya deben estar afectando a la pesca y la acuicultura amazónica de diversos modos y en medidas que en Perú aún están por ser determinadas mediante evaluaciones científicas objetivas en los ecosistemas acuáticos y terrestres de

los entornos. Sin duda, existe un incremento en la vulnerabilidad de ambas actividades productivas que a su vez incrementa la exposición de las poblaciones en las áreas de impacto así como en los consumidores de pescado, en el caso de la contaminación con mercurio y metales pesados.

2.7 La deforestación de la Amazonia y su papel en el cambio climático

Para la cría de ganado y cultivos industriales de soya, especialmente en Brasil, se ha deforestado enormes extensiones de bosque que se reconoce ha inducido cambios en los microclimas locales, además de contribuir con la carga de CO₂ planetario (IPCC, 2007c). La deforestación tiene efectos directos e indirectos sobre los ecosistemas acuáticos y la productividad de los peces. La deforestación es una creciente amenaza mundial no solo a la biodiversidad y servicios ecosistémicos sino también a los sistemas alimentarios que dependen de estos (Achard *et al.*, 2002; Malhi *et al.*, 2007)

Según (Mahli *et al.*, 2007) es posible estimar que la deforestación total acumulada de la Amazonía hasta 2010 se acerca a 1 millón de km².

Tanto la deforestación como la quema de bosques Amazónicos lanzan a la atmósfera centenares de millones de toneladas de gas carbónico cada año, contribuyendo al calentamiento global. Los incendios son particularmente dañinos porque fragmentan los hábitats y generan impactos más extremos. (Nepstad, 2007, Nepstad *et al.*; 2007a,b; 2008).

De aproximadamente 6,32 millones de km² que corresponde al territorio moderno de la Amazonía continental, hasta 2001 se habían deforestado 837 mil km², de los que se estima el 80 por ciento se produjo en la Amazonía brasilera, de lo que a su vez el 70 por ciento corresponde a deforestación provocada por las actividades ganaderas (para pastos de ganado), la producción de soya en Brasil y por actividades agropecuarias en el piedemonte andino en menor grado.

Según el banco Mundial y el PNUD (2010), la deforestación constituye una amenaza creciente para la disponibilidad de agua, dado que afecta el ciclo hidrológico. Adicionalmente, extremos climáticos, prolongados períodos secos, desaparición o reducción de las lluvias durante los períodos de vaciante de cuencas y un aumento de intensidad durante los períodos de lluvia afectarían los flujos y pulsos hídricos, especialmente en la Amazonía Oriental.

La Tabla 12 sintetiza los niveles de deforestación en la Amazonía continental.

TABLA 12
Deforestación del bosque amazónico por países: décadas de 1980, 1990 y 2000-2005

Países	Área deforestada acumulada (km ²)				Deforestación anual (km ² /año)		
	1980-89	1990-99	2000-05	% de área total deforest. al 2005	1980-90	1990-90	2000-05
Bolivia	15 500	24 700	45 735 ²	5,3%	1 386 ²	1 506 ²	2 247 ²
Brasil	377 500	551 782	682 124	79,5%	19 410	16 503	22 513
Colombia	19 973	27 942	29 302 ⁵	3,4%	n.d.	664	942
Ecuador	S/I	3 784	8 540	1%	212 ⁵	378	388 ⁴
Guyana	S/I	S/I	7 390	0,9%	S/I,	d,	210 ⁵
Perú	56 424	64 252	69 713	8,2%	2 611	783	123 ⁵
Suriname	S/I	S/I	2 086	0,2%	S/I	716	242 ⁵
Venezuela	S/I	7 158	12 776	1,5%	S/I	716	553 ⁵
Total	451 924	666 076	857 666	100%	23 619	20 550	27 218

Fuentes: Amazonía hoy, Cap 3, Perspectivas el medio ambiente Amazónico – Geo Amazonía (2009); Steining *et al.*, (2001); Killeen *et al.*, (2007). Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia [Prodes]⁵, Nepstad *et al.*, (2007b).

⁵ www.obt.inpe.br/prodes/index.php

En el Perú, de acuerdo al mapa generado por el Proyecto Estrategia Nacional de Desarrollo Forestal existe un total de 11 295 000 hectáreas deforestadas que están ubicadas en lugares aledaños a la cordillera de los Andes, zonas con pendientes de la vertiente oriental, donde los efectos de la deforestación causan graves irregularidades a los regímenes hídricos, además de las emisiones de dióxido de carbono CO₂, (Alvarez, observación personal).

En los departamentos de Amazonas y San Martín, durante la sequía del 2010, meses de Setiembre a Octubre, donde existen los mayores índices de deforestación de la Amazonía peruana, se pudo constatar que en la zona había gran estrés hídrico, con ríos y arroyos – históricamente caudalosos en ese período – a los que se podía cruzar caminando, prácticamente sin agua. Dadas las severas sequías en zonas altamente deforestadas, es muy probable que los recursos pesqueros hayan sufrido estrés, lo cual debería ser evaluado.

La Tabla 13 muestra el detalle de la deforestación en la Amazonía peruana.

TABLA 13
Promedio anual de deforestación por Regiones Amazónicas – Perú. 1990-2000

Departamentos	*Mapa ajustado de Deforestación-1990 (Base de Datos de RR.NN-NRENA) (ha)	**Mapa de Deforestación al año 2000 (PROCLIM-INRENA) (ha)	Incremento de la Deforestación período 1990-2000 (ha)	Promedio Anual de Deforestación 1990-2000 (ha)
Amazonas	645 581,97	1 001 467,16	355 885,19	35 588,52
Loreto	638 070,95	945 590,61	307 519,66	30 751,97
Madre de Dios	79 267,85	203 878,80	124 610,95	12 461,10
Ucayali	547 749,65	627 064,40	79 314,75	7 931,48
San Martín	1 300 013,85	1 327 668,52	27 654,67	2 765,47

** INRENA-PROCLIM, 2005.

Fuente: * INRENA, 2000. Base de Datos de Recursos Naturales e Infraestructura (Primera aproximación).

2.7.1 Incendios forestales en la Amazonia

La consecuencia más evidente de la degradación de los bosques es el incremento de su susceptibilidad a la incidencia del fuego, como ya se percibe en la Selva del Sur y, más aún, en el Brasil.

Según Bush *et al.* (2008), en la Amazonía existe una correlación cercana entre actividad humana y los incendios forestales, los que a su vez influyen en la formación de los climas en áreas intervenidas. Más aún, el fuego en áreas de intervención antrópica es muy influenciado por la ocurrencia de sequías, como la del 2005, en la que murieron gran cantidad de árboles. Se estima que, según predicciones con modelos climáticos que para el año 2050 gran parte de la Amazonía será propensa a incendios.

Gran parte de los focos de calor están concentrados en el límite sur del bosque amazónico, a lo largo del denominado “arco de deforestación” en Brasil, la zona central de Bolivia y el piedemonte andino de Perú, principalmente en los departamentos de San Martín y Amazonas. Se observa también una concentración de incendios a lo largo de las carreteras que cortan la zona central del bosque en Brasil, a lo largo de la Transamazónica (BR-230), Santarém-Cuiabá (BR-163) y la carretera BR-317, que conecta la Amazonía occidental brasileña con el Pacífico (Armenteras y Morales, 2009).

En el caso de Perú, la alta tasa de deforestación en el piedemonte Andino, principalmente en los departamentos de San Martín y Amazonas, ha condicionado que en el 2010 la sequía haya generado incendios forestales jamás registrados antes, que consumieron miles de hectáreas de bosques, lo cual ha afectado severamente al ecosistema local (Alvarez, observación personal).

2.8 Acciones humanas frente al cambio climático

Según (IPCC, 2007b) es muy importante para el manejo situacional del cambio climático que todos los actores tengan presentes y compartan activamente los conceptos y pasos metodológicos para la mitigación y adaptación a dicho proceso.

2.8.1 Conceptos clave frente al cambio climático

VULNERABILIDAD: según el IPCC (IPCC, 2007a), la vulnerabilidad es el grado de susceptibilidad, debilidad o de incapacidad de un sistema (sector, región, etc.) para afrontar los efectos negativos del cambio climático (incluye variabilidad climática y eventos extremos).

La vulnerabilidad es función de de los siguientes factores:

- a. **Exposición:** Carácter, grado o magnitud en que los factores climáticos afectan un sistema.

Enfocando en la eco región Amazónica, las variables clave de interés incluirían: cambios en las temperaturas del aire y del agua; precipitación; flujo del río, niveles de nutrientes e inundaciones (Barange y Perry, 2009; Stenseth *et al.*, 2003; Lehodey *et al.*, 2006; Brander, 2007).

- b. **Sensibilidad:** Grado en que un sistema resulta afectado (positiva o negativamente) por el cambio climático.

- c. **Capacidad de adaptación:** Potencial de un sistema ante los efectos reales o esperados del cambio climático, para moderar potenciales daños, tomar ventajas y oportunidades o resistir las consecuencias.

La *capacidad natural* de adaptación depende del ecosistema, del carácter, de la magnitud y sobre todo de la velocidad del cambio.

La *capacidad de adaptación de la sociedad* depende de muchos factores, algunos se pueden influir, otros no; sin embargo, se puede mejorar sustancialmente, en cambio a la capacidad de adaptación de los ecosistemas.

RESILIENCIA: la resiliencia es vista como la capacidad de un sistema de absorber los impactos o disturbios sin dejar de operar sus funciones básicas, a auto – organizarse y a construir capacidades para aprender. La resiliencia de la producción acuática en el mundo en desarrollo ha sido definida como la habilidad para “absorber impactos y reorganizarse luego de estreses y disturbios, mientras ofrece beneficios para la reducción de la pobreza” (Allison, Andrew y Oliver, 2007).

ADAPTACIÓN: es el conjunto de estrategias, tecnologías, innovaciones, para disminuir la vulnerabilidad de la gente y los ecosistemas frente al cambio climático, así como para mejorar la capacidad de respuesta.

MITIGACIÓN: es el conjunto de estrategias, tecnologías, innovaciones, para disminuir los efectos de gases efecto invernadero GEI en los diferentes sistemas/sectores/países, y con ello la exposición.

La figura 18 plantea las relaciones descritas en un modelo conceptual de vulnerabilidad.

La Tabla 14 muestra los niveles de vulnerabilidad relativa de las pesquerías de los diez países donde el sector es más sensible.

- a. Los 10 países altamente vulnerables son calificados por estándares de vulnerabilidad del IPCC bajo el escenario B2 (desarrollo local, bajas emisiones); la vulnerabilidad calculada bajo el escenario A1FI (desarrollo rápido, altas emisiones) son presentadas entre paréntesis. Los valores indicadores de exposición (E), sensibilidad (S), y capacidad adaptativa (AC) son presentadas bajo el escenario A2.

La vulnerabilidad indicada en la Tabla 12 se refiere principalmente a las pesquerías marinas, que son las que tienen mayor relevancia económica respecto a las economías nacionales en los países señalados.

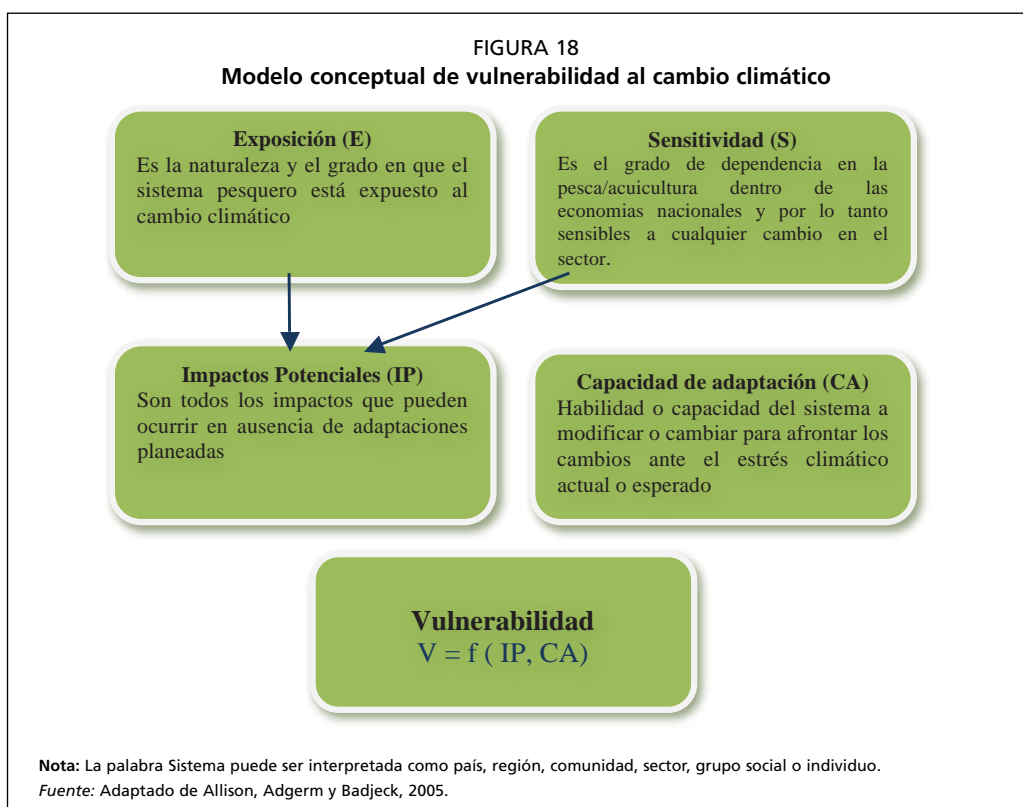


TABLA 14
Vulnerabilidad relativa de algunas economías nacionales al cambio climático relacionado a las pesquerías

Rango	País	Vulnerabilidad (V)	Exposición (E)	Sensibilidad (S)	Capacidad de adaptación (CA)
1	Angola	0,77 (2)	0,74 (34)	0,60 (38)	0,98 (1)
2	DR Congo	0,75 (1)	0,65 (59)	0,67 (20)	0,94 (4)
3	Federación de Rusia	0,73 (7)	1,00 (1)	0,67 (22)	0,52 (75)
4	Mauritania	0,73 (6)	0,76 (26)	0,59 (48)	0,83 (11)
5	Senegal	0,72 (5)	0,65 (59)	0,74 (9)	0,78 (18)
6	Mali	0,72 (3)	0,74 (34)	0,57 (57)	0,85 (9)
7	Sierra Leone	0,71 (4)	0,50(103)	0,68 (19)	0,96 (3)
8	Mozambique	0,69 (11)	0,68 (48)	0,59 (46)	0,81 (13)
9	Níger	0,69 (13)	0,68 (48)	0,43 (100)	0,97 (2)
10	Perú	0,69 (9)	0,82 (18)	0,73 (10)	0,51 (76)

Fuente: Allison et al., (2009).

2.8.2 Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático

El proceso de cambio climático que viene afectando al planeta no podrá ser revertido sino después de muchas décadas o siglos. Evitar que el cambio climático escape del control humano sería uno de los mayores logros de la historia de la humanidad (Barros, 2009).

Aún sin considerar la liberación del metano de las tundras así como de los pantanos y lagos de las florestas tropicales, incluyendo a la Amazonía, debido a la elevación de temperatura ambiental – lo cual escapa de cualquier tipo de control – la posibilidad de sobrepasar un incremento de 2°C en las próximas décadas es alta. Por ello, la humanidad en general y los países Amazónicos en particular, deberán preparar urgentemente alternativas de adaptación al cambio climático, sin dejar de prestar atención a la mitigación.

La tabla 15 sugiere un conjunto de rutas por las cuales el cambio climático afecta a las pesquerías, el ambiente, la distribución y producción de stocks de peces, el riesgo y

TABLA 15

Ejemplos de rutas de posible impacto del Cambio Climático a las Pesquerías y la Acuicultura en la Amazonia

Tipo de cambio	Variación climática	Posibles impactos*	Efectos potenciales sobre las pesquerías Amazónicas*	Efectos potenciales sobre la Acuicultura Amazónica*	Referencias
Medio Físico	Polarización del ciclo hidrico: periodo de sequías más secos y extensos; periodos de creciente más cortos y con mucha precipitación en el llano inundable; aumento de la precipitación en Amazonia occidental (contrafuertes andinos de Perú y Bolivia). Más lluvias concentradas en menor tiempo.	Cambio en la fenología de plantas, algas y plancton. Cambios en la composición de fito y zooplancton Alteración de hábitats por sedimentación y erosión Alteraciones de batimetría de ríos y lagos.	Producción reducida de frutos y semillas Alteración de patrones reproductivos de peces. Menor productividad pesquera en ríos y lagos Potencial desbalance en relación predador (peces) –presa (ejemplo plancton). Cambios en la abundancia de juveniles y por lo tanto en la producción total.	Secado de pozos. Pérdida de agua de estanques por evaporación durante vaciante. Estrés hidrico. Elevación de temperatura de agua de estanques Mortalidad de peces por estrés térmico Bajos rendimientos piscícolas.	Allison, et al. (2009). Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Lowestoft, Suffolk. Allison, Adgerm y Badjeck, (2005) Effects of Climate Change on the Sustainability of Capture and Enhancement Fisheries Important to the Poor: Analysis of the Vulnerability and Adaptability of Fisherfolk Living in Poverty. Fisheries Management Science Programme, Dfid, UK. No. R4778J, 174 pp. Conway et al. (2005). Rainfall variability in East Africa :implication for natural resources management and livelihoods. Philosophical Transactions of the Royal Society. A.363.49-54.
Stock de peces	Alteraciones del pulso de creciente: cambio de monomodal a multimodal. Alteración del ciclo de vaciante: reducción del flujo del agua y incremento de sequías. Elevación de la temperatura del agua y del aire. Cambio en la productividad. Cambio de uso de la cobertura boscosa: deforestación	Alteración de migraciones de peces. Cambios en la disponibilidad de nutrientes y alimentos. Disminución de disponibilidad de agua subterránea en terrazas altas durante sequías. Cambios en la proporción de sexos. Alteración del tiempo de desove. Alteración del tiempo de migraciones.	Encarecimiento y/o desaparición de alimentos balanceados elaborados con harina de pescado Elevación de costos de producción. Pérdidas económicas de acuicultores	Broad et al. (1999) (1999) Climate Information and Conflicting Goals: El Niño 1997- 98 and the Peruvian Fishery. Public Philosophy, Environment and Social Justice. Carnegie Council on Ethics and International Affairs, New York. Pontecorvo (2000) ENSO, Regime Shifts, the Peruvian Anchoveta Catch and Fisheries Management: Some Preliminary Observations. (Proceedings of the IIFET 2000: Micro behaviour and Macro results, Corvallis, Oregon. International Institute of Fisheries Economics and Trade).	Perry et al. (2000). Climate Change and distribution shifts in marine fishes. Science 308, 1912 -1915
Ecosistemas	Cambio en el flujo de sedimentos. Aumento de frecuencia de fenómenos del Niño (ENSO) Menos predictibilidad de las estaciones secas y húmedas Aumento en la liberación de metano de fondo de lagos y aguajales.	Alteración del pico de abundancia Alteración en el reclutamiento de los peces. Escasez de precipitación en contrafuerte Andino durante vaciante: sequías severas e incendios forestales. Incremento de especies invasivas y patógenos en peces. Incremento del índice de mortalidad natural en peces Descenso de capa freática/ profundización de acuíferos subterráneos de terrazas altas en vaciante. Incremento del cambio climático por incremento de aportes del GIE Metano de pantanos y aguajales	Declina disponibilidad de especies y biomasa ictica para consumo humano.	Pontecorvo (2000) ENSO, Regime Shifts, the Peruvian Anchoveta Catch and Fisheries Management: Some Preliminary Observations. (Proceedings of the IIFET 2000: Micro behaviour and Macro results, Corvallis, Oregon. International Institute of Fisheries Economics and Trade).	Perry et al. (2000). Climate Change and distribution shifts in marine fishes. Science 308, 1912 -1915

TABLA 15 (CONTINUACIÓN)
Ejemplos de rutas de posible impacto del Cambio Climático a las Pesquerías y la Acuicultura en la Amazonía

Tipo de cambio	Variación climática	Posibles impactos*	Efectos potenciales sobre las pesquerías Amazónicas*	Efectos potenciales sobre la Acuicultura Amazónica*	Referencias
Operaciones de pesca y modos de vida	Variación climática	Aumento de temperatura de agua en estanques durante vaciante			<p>Harvell et al. (2002) Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. Science 296-2158 -2162</p> <p>Rodríguez et al. (2010)</p> <p>Alvarez, José; Limachi, Luis; Del Castillo, Dennis; Sánchez, Homero y otros; Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana – IIAP – Observación personal, Iquitos, Perú www.iiap.org.pe</p> <p>F. Rodríguez observación personal (2009). Iquitos, Perú</p> <p>Piscicultores de carretera Iquitos Nauta(2010) Observación personal. Iquitos, Perú.</p> <p>Pescadores de Reserva Nacional Pacaya Samiria. (2010). Observación personal. Iquitos, Perú.</p> <p>G Tello (2010) Observación personal.</p>

Fuente: Modificado de Allison et al. (2009).

viabilidad de las operaciones pesqueras y modos de vida, así como a la contribución de las pesquerías a la reducción de la pobreza.

El cuarto informe de evaluación de cambio climático del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2007a, b) y otros estudios (por ejemplo Case, 2002) dan cuenta de la elevada vulnerabilidad de la Amazonía frente a este fenómeno global, y se constituyen en una fuerza motriz clave para el desempeño ambiental de la región para los años venideros considerando que una elevación por encima de los 2°C genera cambios significativos e irreversibles en los ecosistemas (IPCC, 2007a).

Los escenarios que se plantean serán realidad según las decisiones que se tomen integralmente a nivel planetario. Estas decisiones son críticas para determinar hasta qué nivel de “pérdida – ganancia” (*trade off*) entre la degradación ambiental y el desarrollo socioeconómico sería aceptable para los ciudadanos de la Tierra.

De otro lado, las variables empleadas para calcular exposición, sensibilidad (como dependencia pesquera), capacidad de adaptación y su interpretación se indican en la Tabla 16.

TABLA 16
Resumen de las variables empleadas para calcular exposición, sensibilidad (como dependencia pesquera), capacidad adaptativa y su interpretación

Componente	Interpretación	Variable
Exposición	Proyecciones generales de de Cambio Climático	- Promedio de incremento de T° de la superficie del mar (°C a 1,5 m) al 2050. - Disminución de las precipitaciones en la cuenca
Sensibilidad	Índice de empleo y dependencia económica en el sector pesquero	- N° de pescadores. - Valor de las exportaciones pesqueras como proporción (%) del valor total exportado. - Proporción (%) de la población económicamente activa involucrada en el sector pesquero. - Total de desembarcos de pescado
	Índice de dependencia nutricional	- Consumo <i>per cápita</i> de pescado.
Capacidad de adaptación	Salud	- Expectativa de vida sana
	Educación	- Niveles de alfabetismo (% de > de 15 años) - Niveles de enrolamiento en colegios (% en primaria, secundaria y universidad)
	Gobernabilidad	- Estabilidad política. - Efectividad gubernamental - Calidad de las Leyes y cumplimiento - Responsabilidad publica - Niveles de corrupción
	Tamaño de la economía	- Total nivel de ingresos

Fuente: Adaptado de Allison et al. (2009).

3. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO EN LAS PESQUERIAS

3.1 Impacto en la hidrología de cuencas

La correlación entre temperaturas superficiales del Pacífico y Atlántico y la precipitación sobre los trópicos sudamericanos tiene largo registro; sin embargo el impacto de cada Océano en la cronología e intensidad de la estación húmeda sobre esa área y sus mecanismos subyacentes, ha permanecido incierta. La estacionalidad de las temperaturas superficiales en ambos Océanos tiene una importante influencia en la precipitación sobre la Amazonía Oriental durante las estaciones equinoxiales; sin embargo, la estacionalidad de la temperatura superficial del Atlántico es la que más fuertemente afecta la precipitación en la Amazonía que la del Pacífico (Fu et al., 2001).

La escasez de precipitaciones cambia además la hidrología de la cuenca y áreas completas que normalmente se inundan quedan completamente secas. Como ya describió en el capítulo 2.5.5. se conocen dos eventos extremos recientes la vaciante extrema en el sistema del Amazonas del 2010 y la del 2005; la primera causó una escasez de lluvias severas sobre 3 millones de km² de la floresta en comparación con 1,9 millones de km² afectado en el 2005. También fue más intensa pues causó una mayor mortalidad de árboles y tuvo tres grandes epicentros, mientras que la sequía del 2005 se concentró principalmente en la región sudoccidental. Como resultado de ello, la Amazonía no podrá absorber los 1 500 millones de toneladas usuales de dióxido de carbono de la atmósfera en el 2010 y 2011.

Por otra parte, al descomponerse los árboles muertos por las sequías, se estima liberarán 5 000 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera en los próximos años, generando impactos en el ambiente. Estas sequías extremas han sido pronosticadas por algunos modelos de simulación climática más pesimistas. Ambas sequías, separadas por un lapso de 5 años, estaban consideradas como eventos de uno cada cien años (Lewis *et al.*, 2011).

Como se ha mencionado anteriormente diversos modelos predicen que el núcleo central de la cuenca Amazónica permanecerá con la misma o mayor precipitación, en tanto las porciones más orientales y sur de la cuenca tenderán a mayor sequía (Cook, Zeng y Yoon, 2011). Tales eventos cambiarían potencialmente la condición de humedad de suelos y la hidrología de la cuenca con implicaciones más localizadas a globales en la cuenca.

A partir de los cambios en los patrones hidrológicos de la Amazonía les siguen impactos en el ambiente y su biota.

Los impactos del cambio climático y sus adaptaciones efectivas dependerán de las condiciones locales, incluyendo las condiciones socioeconómicas y otras presiones en los recursos acuáticos (Kundzewicz *et al.*, 2008).

3.1.1 Impactos en los ecosistemas acuáticos, en las poblaciones de peces y la producción de pescado

El cambio climático impacta directamente sobre el desempeño de organismos acuáticos individuales a varios niveles de su historia de vida a través de cambios en la fisiología, morfología y comportamiento. Los impactos climáticos también ocurren a través de cambios en los procesos de transporte que influyen dispersión y reclutamiento de la biota. Los efectos a nivel de la comunidad son mediados por especies interactuantes (ejemplo predadores, competidores, etc.), e incluyen cambios generados por el clima en la abundancia y la fuerza de las interacciones entre esas especies. La combinación de esos impactos próximos resultan en respuestas ecológicas emergentes, que incluyen alteraciones en la distribución de especies, biodiversidad, productividad y procesos micro evolutivos (Harley *et al.*, 2006).

En general, un incremento de la escorrentía, del nivel de agua en el área inundable durante la creciente y la disminución de caudales mínimos la durante la estación seca, pueden alterar la productividad a todo nivel (de las microalgas a los peces y vertebrados terrestres). Los cambios en los tiempos de inundación pueden disparar la producción en el tiempo equivocado incluyendo generar producción biológica fuera de su hábitat, generando pulsos de producción primaria en ausencia de consumidores.

Aún con el pronóstico más optimista de cambio climático (+2 ° C), es muy probable que se produzcan cambios en la fenología de plantas que producen frutos consumidos por los peces al igual que en la base de la cadena trófica debido a elevación de temperaturas y alteración del patrón de sedimentación, lo cual, unido a la sobrepesca existente, condicionaría una alteración de los stocks de peces y de la capacidad de recomposición de los mismos, llevando a una escasez severa de recursos pesqueros, lo que condicionará a su vez probablemente una emergencia alimentaria (Tello, observación personal).

Por otro lado los cambios en el régimen hidrológico podrían inducir el aumento de la hibridación de especies afines, por ejemplo gamitana o tambaquí *Colosoma maropomum* y paco *Piaractus brachipomus*, al facilitar el encuentro de estas especies de otra forma normalmente separadas en tiempos reproductivos. Este evento podría producir una erosión genética de los stocks del medio natural en el largo plazo (Alcántara, observación personal).

La mayoría de animales acuáticos son de sangre fría (poiquilotermos) y por lo tanto su metabolismo es fuertemente afectado por condiciones ambientales externas, en particular la temperatura y la mayoría de las especies no presentan la plasticidad fisiológica que les permita adaptarse “*in situ*” como lo hacen los vertebrados de sangre caliente (Fry, 1971).

Los principales efectos potenciales del cambio climático sobre peces de agua dulce, con incidencia en la fauna amazónica, podrían resumirse como sigue:

- Las temperaturas más calientes del agua debido al calentamiento global impactarán a especies que son dependientes de la temperatura. La tolerancia a la temperatura a menudo gobierna la distribución, local y biogeográfica, de los peces de agua dulce (Carpenter, 2003).
- La distribución de especies acuáticas podría cambiar debido a que algunas invaden el hábitat a mayor altitud o desaparecen de los límites altitudinales bajos de su distribución. Las temperaturas elevadas pueden generar una baja concentración del oxígeno disuelto en el agua, lo que tiene inmediatos efectos en los huevos y las larvas, que dependen del oxígeno para sobrevivir (Carpenter, 2003).
- La reducida precipitación durante los meses secos afectará muchas corrientes de agua amazónicas y sistemas de agua dulce. Los hábitats pequeños y superficiales (lagunas, cabeceras de cuencas, y pequeños lagos) experimentarán los primeros efectos de la reducción de la precipitación.

Hay una alta probabilidad que los incrementos en las temperaturas producirán impactos negativos en la fisiología de los peces debido al limitado transporte de oxígeno a los tejidos. Específicamente, a cierta temperatura el sistema circulatorio será incapaz de abastecer suficiente oxígeno para cubrir la demanda metabólica de los tejidos (Portner y Knust, 2007).

Pescadores de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (comunicación personal), de Perú, manifestaron que durante las sequías excepcionales del 2005 y 2010 se presentaron en muchas lagunas y ríos pequeños grandes mortalidades de peces, mucho más intensas que las normales durante las sequías grandes. Según ellos, debido al calentamiento de agua los peces pugnaban masivamente por captar el oxígeno superficial antes de morir masivamente.

Las características de los desoves y reproducción exitosa de organismos marinos y de agua dulce se ha refinado a través de un proceso evolutivo; los organismos se adaptan a las condiciones prevalecientes y probablemente a la variabilidad de esas condiciones, así que ellos pueden completar su ciclo de vida y reproducirse. En este contexto, la influencia de la variabilidad climática y la capacidad de la población de adecuarse a ellas en las características del desove y reproducción es fundamental para el crecimiento y reclutamiento exitoso a la población madura.

La mayor parte de peces migratorios amazónicos (curimatidae) – que son los más abundantes y de importancia socioeconómica en Perú – usualmente se reproducen desde Noviembre a Febrero en la cuenca principal, cuando el nivel de agua de los ríos sobrepasa los cauces y se produce la inundación de la floresta. Una alteración de este patrón es probable que produzca alteraciones en los tiempos de reproducción de estos peces.

En general no se tienen referencias de investigaciones sobre eventuales cambios en los aspectos bio ecológicos incluyendo la reproducción debido al calentamiento global en la Amazonía. Sólo se tiene referencias verbales recogidas de expertos, pescadores y acuicultores en la región Loreto.

En la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Perú, luego de los eventos de sequía de 2005 y 2010, se ha observado una cantidad mucho mayor de larvas de peces en los cauces principales que en los años “normales” y que esos años habían sido “muy buenos” para las aves piscívoras. Pescadores de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (comunicación personal). Ello podría indicar que el ciclo de ingreso a la floresta inundada de las larvas de peces migratorios para refugio e inicio de su alimentación se alteró sensiblemente, haciendo presumir que ello pueda condicionar cambios en la fenología de dichas especies posiblemente generando mayores mortalidades y fallas al reclutamiento de algunas de ellas.

Durante la sequía del 2010 se habría modificado el drenaje casi total de afluentes en las zonas de terrazas medias y altas, donde habitan, además de algunos peces de consumo, muchas especies de peces ornamentales, habiéndose producido una mortalidad de fauna acuática no vista antes: Debido a ello, muy probablemente se producirán alteraciones de los patrones de reproducción de esas especies, con consecuencias aún desconocidas en los índices de desove y reclutamiento futuros. Lo mismo se ha producido en las cabeceras occidentales de los ríos Marañón y Huallaga, en los departamentos de San Martín y Amazonas, donde la severa deforestación ha condicionado que la sequía haya sido especialmente extrema en dichas cuencas altas, produciendo también mortalidad de especies. Alvarez (comunicación personal). Adicionalmente a la sequía de esas cuencas altas, el vertido de residuos contaminantes provenientes del sembrío de coca y producción de pasta de cocaína ha debido impactar mucho más fuerte a los ecosistemas acuáticos que si la vaciante de los ríos hubiese sido “normal”, quizá con consecuencias más serias en el tiempo para los recursos pesqueros que en el primer caso (Tello, comunicación personal).

La misma sequía del 2010, que ha concluido en Diciembre del mismo año con un ingreso lento de agua al sistema, ha modificado directamente los patrones reproductivos de algunas especies de la planicie inundable. Por ejemplo, las carachamas (Loricaridae) depositan sus huevos en agujeros cavados en las paredes arcillosas de los cauces de agua blanca, cuando usualmente, en noviembre de todos los años, el pulso de creciente hace que el nivel de agua sobrepase dichos nichos de ovoposición, que también sirven de refugio a alevinos de “pez torre” (*Practocephalus sp*), los cuales también ingresan a los agujeros para alimentarse de los huevos de carachama y protegerse de otros predadores. Al 5 de enero del 2011 el nivel de agua de la cuenca Amazónica se hallaba aún debajo de los niveles históricos, y los huecos en las paredes de los cauces todavía no eran inundados. No se sabe aún qué comportamiento reproductivo haya generado el fenómeno ni cuáles serán sus consecuencias.

No se tiene referencias sobre lo que puede haber ocurrido debido las sequías 2005 y 2010 en los lagos ubicados en las terrazas medias de la Amazonía, que usualmente han aportado periódicamente (cada 4 a 8 años, durante las grandes crecientes que los inundan) cardúmenes de renovación genética a los stocks de la cuenca inundada. En todo caso, se considera que ello es un tema importante para investigación, especialmente teniendo en cuenta que con la polarización del ciclo hídrico con crecientes más grandes y de corta duración así como con mayor frecuencia de vaciantes extremas, estos lagos se tornarán vulnerables.

Algunos efectos indirectos también se generarían a través de las tramas tróficas que involucran a los organismos acuáticos. Algunas plantas productoras de frutos, como es el caso del Camu camu *Myrciaria dubia*, de los que se alimentan varias especies de peces, han variado su fenología y la producción de frutos y se estima que la base alimentaria sustentada en los sedimentos portados por el sistema (ejemplo insectos acuáticos) también está cambiando y se ven espacialmente afectados en los eventos extremos. Esto mismo se ha observado en la producción de frutos de algunas palmeras de la selva inundable (Rodríguez *et al.*, 2010). Dada la compleja conexión de las redes alimentarias y la estrecha interrelación entre los sistemas terrestre y acuático en la

Amazonía es muy posible que los peces vayan a sufrir una alteración proporcional en su propia fenología, la que en el mediano a largo plazo a su vez podría devenir en mayores alteraciones y caída de las capturas.

Como consecuencia de los impactos observados y posibles mencionados en la sección anterior, es evidente que las especies de peces amazónicos probablemente modificarán sus patrones migratorios para acomodarse a las variaciones que se produzcan en el pulso hídrico y tenderán a modificar sus territorios. A consecuencia de ello, podrían cambiar los índices de reclutamiento, y por lo tanto la distribución por edades y especies y la productividad en general.

Con el cambio climático se incrementará la temperatura ambiental, en rangos aún no precisados, estando los esfuerzos de la humanidad centrados en que el incremento no sea mayor de 2 ° C. Es conocido que las poblaciones de peces marinos con rangos Ecuatoriales tienden a declinar en abundancia conforme se incrementa la temperatura (Carpenter, 2003). Siendo los peces poikiloterms se puede presumir que en la floresta tropical amazónica es aplicable la premisa anterior, es decir el aumento de la temperatura del agua podría ser una amenaza directa para muchas especies particularmente para aquellas no migratorias que tienen hábitats de distribución muy estrechos. Desafortunadamente no existen suficientes estudios y evidencias relevantes de campo que soporten tal propuesta.

Impactos sobre otros recursos acuáticos y biodiversidad en general

Uno de los temas que recibió atención desde las etapas tempranas de deliberaciones del IPCC ha sido el impacto del cambio climático sobre la biodiversidad (IPCC, 2002).

Arturo Acosta (comunicación personal) manifestó que es posible que ranas dendrobatidae, que desovan, incuban y cuidan a sus crías hasta completar metamorfosis en plantas epífitas (que acumulan agua de lluvia entre sus hojas a modo de pequeños recipientes) se hallen entre las especies más vulnerables al cambio climático, pues durante la sequía extrema del 2010 ha observado que gran cantidad de hábitats de anidación de algunos dendrobátidae carecían de sustrato hídrico para reproducción, que había observado también alta incidencia de mortalidad de larvas en plantas deshidratadas. No ha observado ninguna estrategia de adaptación de estas ranas y más bien una disminución notable en número de individuos en crecimiento. Acosta recomendó realizar una investigación específica al respecto.

De otro lado, Alvarez (comunicación personal) manifestó que habiendo viajado a las estibaciones de la cordillera de los andes, recibió testimonios de cazadores que manifestaron haber encontrado fauna terrestre (aves, ungulados) en pisos altitudinales superiores, donde anteriormente no se veían.

3.2 Impactos físicos y ecológicos del cambio climático en múltiples escalas temporales

A escalas de tiempo intermedias de unos cuantos años a una década el estrés fisiológico y los cambios fenológicos generados por la temperatura impactarán el éxito de reclutamiento y por lo tanto la abundancia de muchas especies marinas y de agua dulce. Las especies impactadas más temprano tienden a ser aquellas de períodos de vida más cortos y de rango de renovación más rápido, debido a que las especies con mayor período de vida tienden a ser menos dependientes del reclutamiento anual.

Las tendencias de la precipitación en la Amazonía no son claras pues variaciones multidecadales de los patrones de lluvias han mostrado tendencias opuestas en las porciones Norte y Sur de la cuenca. De acuerdo a lo que se mencionó en el capítulo 2.5, los Modelos de Circulación General (GCM's) proyectan un incremento regional de 2 -3 ° C para alrededor del año 2050 acompañado con una disminución de la precipitación en el Amazonas durante los meses secos, lo que condicionaría una sequía muy difundida (Mitchell *et al.*, 1995; Kattemberg *et al.*, 1996). Algunos de los

modelos de ecosistemas que usan los cambios climáticos esperados muestran una gran declinación de la producción primaria neta (NPP) y liberación de carbono debido a la involución (dieback) de la floresta amazónica (Friend *et al.*, 1997). Entre los posibles efectos del cambio climático es que la Amazonía deje de comportarse como un sumidero neto de carbón atmosférico y se convierta en fuente, lo cual contribuiría a aumentar los niveles de CO₂ en la atmósfera (IPCC, 2007). Los modelos también sugieren que un calentamiento global mayor podría resultar en un estado casi permanente tipo El Niño (Wara *et al.*, 2005).

Considerando los patrones de incremento de temperatura actuales, que podrían estar generando en el largo plazo la modificación del pulso de creciente desde monomodal a multimodal, con períodos de sequía extrema (como los del 2005 y 2010) extendidos en duración y repetidos con mayor frecuencia, alternando con períodos de creciente de ciclo más corto, con abundantes lluvias en cabeceras concentradas en menos meses, ello podría también generar una alteración de la sedimentación del sistema, lo cual facilitaría la ocurrencia de eventos extremos en los poblados a orillas de los ríos.

Consecuentemente, los cambios esperados dentro de las próximas décadas podrían ser significativos para la cuenca, para la pesca y la acuicultura y el consiguiente abastecimiento de proteína para las poblaciones locales.

4. ADAPTACIÓN DE LAS PESQUERIAS AL CAMBIO CLIMATICO

Tal como se definió anteriormente la vulnerabilidad está directamente relacionada al grado de exposición y a la sensibilidad o grado de dependencia del recurso e inversamente relacionada a la capacidad de adaptación. En la Amazonia la sobre pesca incrementa el grado de exposición del recurso pesquero ya que una población que está en el límite o por debajo de su capacidad de recuperación o de mantenimiento será muy afectada por estresantes físicos como aumentos de temperatura, cambios en régimen hídrico, disponibilidad de alimentos etc.

La adaptación al cambio climático es definida como un ajuste en los sistemas ecológicos, sociales o económicos en respuesta a cambios observados o esperados en el estímulo climático y sus efectos e impactos con el fin de aliviar impactos del cambio adversos, o tomar ventaja de nuevas oportunidades. En otras palabras la adaptación es un grupo activo de estrategias y acciones normalmente lideradas por los gobiernos nacionales y o locales en reacción a, o en anticipación de, el cambio climático para fortalecer o mantener su bienestar. La adaptación puede, por lo tanto, involucrar el fortalecimiento de capacidad adaptativa para incrementar la habilidad de individuos, grupos u organizaciones para predecir y prepararse para a los cambios, al mismo tiempo de implementar decisiones de adaptación. La capacidad de adaptación involucra aspectos como educación, salud, tamaño de la economía, la infraestructura existente etc. Todos estos aspectos facilitan las medidas de adaptación.

Si el cambio climático reduce la disponibilidad del recurso (ejemplo, las poblaciones cambian sus patrones de migración), una respuesta típica a esta reducción de la captura es la intensificación del esfuerzo de pesca, incrementando la capacidad pesquera, o pescando más lejos (Smith *et al.*, 2000). Sin embargo este tipo de respuesta puede generar mal adaptaciones y a menudo son demasiado onerosas para los pescadores.

4.1 Adaptación del manejo de pesquerías

En el caso de las pesquerías amazónicas, es muy posible, según lo revisado previamente, que en relativamente corto tiempo, 25 años, sequías extremas como las producidas en el 2005 y 2010 acorten su ocurrencia hasta periodos de 2 a 3 años y en el caso extremo que los niveles de emisión de CO₂ a la atmósfera no hayan disminuido sensiblemente, como muy probablemente suceda, a períodos de ocurrencia anual, en cuyo caso se prevé enormes variaciones en el régimen hídrico y alteraciones de la biota vegetal e íctica. Se considera que es urgente empezar a desarrollar, en forma anticipada y precautoria,

nuevas alternativas de manejo pesquero en las que se busque optimizar los niveles de productividad primaria y secundaria de la floresta inundable bajo los probables escenarios descritos.

La Tabla 17 muestra algunas medidas de posible adaptación.

TABLA 17

Posibles medidas de adaptación a impactos en las pesquerías y acuicultura Amazónica

Consecuencias de Impactos en pesquerías	Medidas potenciales de adaptación	Responsabilidad	Escala de tiempo
Reducidos rendimientos pesqueros (indirecto ecológico)	Acceso mercados de mejor valor	Pública-privada	Corto plazo
	Cambio hacia otras actividades Ejemplo turismo, acuicultura.	Público-privada	Anticipatoria y de corto plazo
Alteración de la trama trófica y reducida productividad primaria y secundaria de planicie inundable (Indirecto ecológico)	Manejo precautorio de planicie inundable. Se requiere una autoridad de cuenca (OTCA??)	Pública	Anticipatoria
	Implementación de manejo integrado y adaptativo (Ejemplo Anexo 3)	Público-privada	Anticipatoria
Reducidas ganancias (indirecto, ecológico y socioeconómico)	Diversificar modo de vida con actividades complementarias	Público-privada	Corto plazo
	Cambio hacia otras actividades Ejemplo turismo, acuicultura	Público-privada	Anticipatoria
Aumento de vulnerabilidad de comunidades ribereñas/falta de alimento proteico (socioeconómico, directo)	Sistemas de alarma temprana y educación	Pública	Anticipatoria
	Migración asistida	Pública	Reactiva
	Programas complementarios de seguridad alimentaria	Pública	Anticipatoria
Inmigración desordenada	ZEE establecido; Manejo unificado de regiones Amazónicas; Se requiere una autoridad de cuenca (OTCA??)	Pública	Anticipatoria
Consecuencias de Impactos en Acuicultura			
Estrés hídrico/desertificación (físico, directo)	-Elaboración de mapas de riesgo -Evaluación de napa freática/nuevas fuentes -Protección y manejo cabeceras de la cuenca cuenca. Se requiere investigación y gestión	Pública	Anticipatoria
Bajos rendimientos piscícolas (socio económico indirecto)	-Búsqueda de nuevos mercados -Re-ubicación planificada -Cambio a otras actividades	Privada-Pública	Anticipatoria/reactiva
Escasez alimentos balanceados (físico indirecto)	Desarrollo formulas alternativas -investigación	Pública	Anticipatoria
	Investig. iliófagos Acuicultura iliófagos	Pública Privada	Anticipatoria Reactiva
Incremento pestes (biológico indirecto)	Protocolos de bioseguridad, (investigación)	Pública	Anticipatoria

Fuente: Adaptado de Daw et al. (2009); de Tompkins y Adger (2004); y Smit et al. (2000).

Un ejemplo de adaptación pesquera que demuestra que pescadores artesanales amazónicos poseen una buena capacidad de respuesta a cambios en su entorno es que se ha observado que algunos pescadores usuarios del arte de pesca “puita”⁶ en el bajo Amazonas peruano, han cambiado su relación con la actividad pesquera para

⁶ Arte de pesca selectivo consistente en una línea de PA 210D/200 x 200 m con lastres en los extremos, de la que cuelgan 4 a 6 anzuelos rectos “saltoneros” 00, que es instalada en el fondo del canal del río principal, a aproximadamente 35 m de profundidad.

poder seguir subsistiendo adecuadamente. Ellos tradicionalmente capturaban saltones *Brachyplatystoma filamentosum*, bagres gigantes de hasta 200 kg con la línea de fondo mencionada, hasta que, debido a la introducción y uso intensivo de redes cortina de deriva denominadas “mallones” (PA 210D/160, malla 10’) para captura de pimelodidae grandes por parte de pescadores competidores, los rendimientos de captura de los primeros disminuyó radicalmente, al grado que muchos “puiteros” se vieron condicionados a adaptarse y reacomodar su método de pesca, cambiando al uso de líneas cortas orilleras, con anzuelos más pequeños que son instalados en zonas del río con palizadas, donde los “mallones” no pueden ser usados. Otros “puiteros” han dejado la actividad pesquera para dedicarse al comercio en sus comunidades, a la pequeña agricultura en sus parcelas o han emigrado a las ciudades.

4.2 El rol de las instituciones en la adaptación

Una aproximación técnica a la adaptación no debe subestimar la importancia de las instituciones (especialmente informales) para facilitar o limitar la adaptación (Coulthard, 2009).

Entre instituciones formales de investigación de la Amazonía tales como el Instituto Brasileiro de Avaliacao Meio Ambiental (IBAMA), el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), el Instituto Colombiano de Investigaciones Amazónicas (SINCHI), y otras, aún no se percibe (a partir de la bibliografía revisada) que hayan potenciado su interacción para resolver las consecuencias del proceso de calentamiento global.

Por otra parte aun existe escasa coordinación en el manejo de cuencas compartidas de la Amazonía y menos aún coordinaciones de trabajo integrado para el diseño de medidas concretas de gestión de riesgo para la floresta inundable en el escenario de un pulso eventualmente alterado por el cambio climático. Sin embargo, existe un proyecto OTCA en iniciación⁷, Proyecto Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos en la Cuenca del Río Amazonas considerando la variabilidad climática y el cambio climático – GEF Amazonas OTCA/PNUMA/OEA, el cual podrá entregar más información sobre los impactos esperados en la cuenca y más detalle de la vulnerabilidad. A pesar de este esfuerzo, será necesario abordar explícitamente los requerimientos de la pesca y la acuicultura.

En Perú, aún en proceso de descentralización, el tamaño e importancia de las pesquerías marinas costeras, que se hallan entre las más grandes del mundo, ha quitado relevancia política a las pesquerías amazónicas, de escasa relevancia económica “aparente” comparada con las marinas. Ello resulta en escasa atención por parte del gobierno central, a pesar que es reconocida la importancia y vulnerabilidad de la Amazonía y la gran importancia de esta para la mitigación y adaptación al cambio climático. Incluso, en la elaboración de la estrategia regional de cambio climático, se ha percibido una baja prioridad que se le asigna a este tema en lo que se refiere al flujo de fondos para implementarla.

Los pueblos indígenas amazónicos, que ya deberían estar involucrados en el trazado de las estrategias de adaptación insertando sus conocimientos ancestrales - que incluso es posible contengan referencias orales de anteriores cambios climáticos y medidas de adaptación que asumieron los antiguos (como el manejo de corrales para tortugas acuáticas y terrestres para superar escasez de pescado) – a duras penas son considerados por los gobiernos en las negociaciones formales para la prospección y explotación de los recursos no renovables. Esto a pesar que el Acuerdo 196 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), relacionado con la coparticipación de pueblos primigenios en las decisiones, comenzando con una consulta informada y consentimiento para cualquier acción en sus territorios, manda a que ello se produzca con fluidez.

⁷ www.otca.org.br/ep/projeto_gef.php

4.3 Construyendo capacidad adaptativa en las pesquerías Amazónicas

La capacidad adaptativa entre los pobladores amazónicos es muy amplia y para desarrollarla es necesario promover una toma de consciencia entre todos los actores, difundir los conocimientos sobre los efectos esperados en un escenario no optimista y educar acorde a ello. El diálogo horizontal e informado con los ribereños – donde se incluyen a habitantes indígenas y mestizos organizados estos en grupos de solidaridad – es condición indispensable para llegar a conocer y efectivamente utilizar dicha capacidad.

Es primordial contar con información actualizada sobre el ambiente, los actores y el uso de los recursos, así como de los procesos que ocurren en los ecosistemas amazónicos a través de un proceso de Zoneamiento Ecológico Económico – ZEE que permita un ordenamiento territorial.

Estos estudios imprescindibles están siendo realizados por partes y sin mayor coordinación entre algunas de las regiones que involucran la Amazonía peruana. Además, hasta ahora no se ha insumido el concepto de manejo integral de cuencas para todo efecto de planificación. Es decir, la Amazonía peruana pareciera ser visualizada por la mayoría de las autoridades como si fuese un conjunto de regiones distintas o inconexas, en vez de considerarla una eco región que comparte cuencas, en la que las acciones deben ser concordadas. Sin embargo como se mencionó anteriormente, es posible que el proyecto GEF mencionado arriba gestionado en parte por la OTCA contribuya a mejorar esta condición. La FAO podría facilitar este proceso.

De la información recogida se percibe que el primer punto para poder desarrollar la capacidad adaptativa al cambio climático de las pesquerías amazónicas es contar con un propósito y gestión unificada por parte de los actores gubernamentales regionales, así como fondos suficientes, a partir de lo cual se podrá construir alternativas; es decir, el desarrollo de la capacidad adaptativa de los ecosistemas acuáticos y pesquerías en la región amazónica comienza con una decisión política seguida de una disponibilidad económica. Se estima que para los propósitos descritos las instituciones deberán potenciar al máximo – apelando al hecho que la Amazonía es uno de los sistemas más sensibles y vulnerables del planeta al cambio climático – la búsqueda de fondos internacionales disponibles.

Un ejemplo de adaptación pesquera ha sido propuesto en el Plan de Desarrollo de la Pesca de la región Loreto, Perú (Direpro) con relación a medidas que se consideran pertinentes para afrontar, en forma precautoria, una muy probable escasez severa de pescado en el medio natural, que se presentaría, según pronósticos expuestos, aproximadamente en 20 años debido a sobrepesca combinada con los impactos del cambio climático, generando problemas sociales por inseguridad alimenticia. Cabe mencionar que la mayoría de la población rural vecina del área inundable amazónica de Perú consume pescado cotidianamente (en Brasil y Colombia también es alto el porcentaje).

Las medidas se refieren al manejo silvicultural-pesquero de la selva inundable amazónica, que implicaría realizar –previos estudios correspondientes, que incluirían estudios sociales, de edafología, batimetría y bordes de inundación– una siembra masiva de plantas que producen frutos que comen los peces en la varzea (incluyendo la zona inundable amazónica de Perú, Brasil y Colombia), con la coparticipación de grupos de manejo pesquero de poblados vecinos, y crear en el mediano/largo plazo grandes áreas de acuicultura extensiva en zonas inundables donde el drenaje de agua del pulso hídrico de la cuenca pueda ser manejado. Ello, junto con medidas de manejo comunitario en áreas de flujo libre de agua.

La propuesta se complementarían con la instalación, en lugares estratégicos, de “hatcheries” para la producción de alevinos a ser usados en el sistema. Con ello se buscaría garantizar que, a pesar de los problemas que genere el cambio climático en el ambiente, continúe vigente la seguridad alimentaria proteica y establecer una

nueva alternativa de generación de ingresos en la zona más pobre; todo ello a través de la administración de una Fundación Pesquera de la Amazonía a ser creada con ese propósito.

Se incluye un borrador de la propuesta como Anexo 2.

4.4 Necesidad de una capacidad de adaptación general frente a la incertidumbre

Existe incertidumbre en la naturaleza y dirección de los cambios e impactos en las pesquerías como resultado del cambio climático. Inversiones en el desarrollo de capacidades adaptativas genéricas y pesquerías resilientes parece ser una buena estrategia para sostener futuras adaptaciones que no se prevén actualmente. Pesquerías mejor manejadas, con instituciones flexibles y que promuevan la equidad debieran tener una mayor capacidad adaptativa.

Muchos pescadores son vulnerables a una serie de perturbaciones que en conjunto decrecen su capacidad adaptativa a los impactos del cambio climático. Así, por ejemplo, el trabajo para superar la marginación de las comunidades pesqueras y su vulnerabilidad a algunas enfermedades, así como su inseguridad alimenticia, pueden ser vistas como una forma de manejo anticipatorio de adaptación a los impactos del cambio climático.

En el 2010, como todos los años, pescadores indígenas pertenecientes a la etnia Awajun (Jíbaro), realizaron su faena ritual colectiva⁸ para proveerse de pescado. Debido a la severa vaciante que se había prolongado hasta Noviembre y alterado los patrones migratorios de los peces, los rendimientos de pesca colectiva indígena han disminuido hasta aproximadamente el 30 por ciento de lo que usualmente se capturaba, generando un desabastecimiento de proteínas por crisis en su fuente habitual. Habiendo regresado a sus poblados, se estima esas personas deberán poner un mayor esfuerzo para conseguir proteínas de la caza y pesca en territorios bastante depredados, lo que irá en detrimento de la conservación en el área. Muy probablemente, y como medida de adaptación en el futuro, esos indígenas deberán poner más esfuerzos en la crianza de aves para suplir el desabastecimiento de pescado y poder subsistir. Respecto a ello, una medida de adaptación futura podría ser, además de facilitar acceso a fuentes alternativas de alimentación, el informar a esas comunidades sobre la fecha cuando los cardúmenes de peces se hallen en migración, para que no haya una disrupción que pueda ser perjudicial al ambiente.

Al depender la mayoría de los pobladores rurales de la Amazonía peruana del abastecimiento de pescado del medio natural para su nutrición proteica, estos son muy vulnerables a la escasez de pescado que está pronosticada para cuando las sequías extremas se conviertan en parte cotidiana del pulso de inundación de la cuenca amazónica, en aproximadamente 20-25 años. Si para entonces no se tomase medidas de remediación/adaptación con acciones novedosas, audaces y precautorias, es muy probable que se desate una aguda crisis alimentaria con consecuencias socioeconómicas impredecibles. Los pobladores ribereños deberán ajustar sus esquemas de obtención de pescado acomodándose a nuevas medidas de manejo, que para entonces es muy posible sean impuestas bajo la sombrilla de una eventual Emergencia Ambiental Amazónica de carácter precautorio (Direpro, 2009).

Está pronosticado que el cambio climático tendrá un amplio rango de impactos en las pesquerías y en aquellos que dependen de ellas. Como es común a lo largo de la ciencia del cambio climático hay un significativo cuerpo de conocimiento en los impactos biofísicos de este en los ecosistemas acuáticos, pero se sabe mucho menos

⁸ Tradicionalmente los pobladores (familias completas) de varios pueblos indígenas del distrito de Datem del Marañón, Loreto, se reúnen y migran temporalmente – alrededor de un mes - hacia la cuenca principal del río Marañón, cerca del pongo de Manseriche, para realizar faenas de pesca colectiva usando atarrayas, líneas de pesca, flechas, etc. y proveerse de pescado. En cada poblado sólo quedan los encargados de cuidar las propiedades.

RECUADRO 1

Apreciaciones sobre los impactos del cambio climático en comunidades pesqueras

- La seguridad alimentaria en comunidades pesqueras será afectada por el cambio climático a través de múltiples vías, incluyendo el movimiento de personas hacia las costas y o migración hacia las ciudades, impactos en infraestructura y espacio vital y a través de más cercanamente observables canales biofísicos de productividad y disponibilidad en las pesquerías afectadas.
- Los cambios indirectos y tendencias podrían interactuar con los impactos biofísicos en la ecología de los peces.
- Aspectos no climáticos y tendencias, por ejemplo, cambios en los mercados, demografía, sobreexplotación y los regímenes de gobernabilidad probablemente tendrán mayores efectos en las pesquerías en un plazo más corto que el cambio climático.
- La capacidad de adaptarse al cambio climático se distribuye de manera desigual a través y entre las comunidades pesqueras. Esto es parcialmente debido los recursos humanos y económicos disponibles pero también a las artes de pesca, tecnologías y gobernanza. El aislamiento geográfico y la carencia de otras alternativas será un problema principal para muchas comunidades amazónicas que viven de la pesca
- La vulnerabilidad de los pescadores al cambio climático está parcialmente determinada por la capacidad de estos de adaptarse a los cambios e impactos observados y futuros en los ecosistemas y la productividad pesquera.
- La construcción de capacidad adaptativa puede reducir la vulnerabilidad frente a una amplia variedad de impactos, muchos de ellos impredecibles o imprevistos. El rol clave para la intervención gubernamental es facilitar/fortalecer las capacidades adaptativas entre las comunidades vulnerables.
- Existe un amplio rango de opciones de adaptación potencial para las pesquerías, sin embargo podrían haber transacciones entre la eficiencia, apuntando hacia lo más vulnerable y la construcción de resiliencia del sistema completo.

Fuente: modificado de Daw *et al.*, 2009.

acerca de como esos impactos serán mediados por el contexto socioeconómico de las pesquerías y cómo debe proceder la adaptación.

La responsabilidad prioritaria para gobiernos, sociedad civil y organizaciones internacionales respecto al cambio climático es desarrollar precautoriamente opciones de adaptación a los cambios que se estima se producirían con la evolución del proceso de calentamiento global. Con la visión que estamos todos inmersos en el problema, se deben abandonar las posiciones individualistas e integrar esfuerzos solidarios para el manejo más eficaz posible del problema. Esto es especialmente válido para territorios eco regionales como la Amazonía, que comparten cuencas y tienen múltiples gobiernos. Ello se debe dar incluso al interior de los países involucrados que muchas veces, por intereses políticos o de otra índole, a niveles interestatales, interdepartamentales no llegan a concretar una integración manejando objetivos comunes.

5. IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE LA ACUICULTURA Y ALGUNAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN.

Los impactos sobre la acuicultura solo se mencionan seriamente en el Cuarto Reporte de Evaluación del cambio climático (IPCC, 2007a).

Según este informe, los impactos negativos del Cambio Climático sobre la acuicultura incluyen:

- Estrés debido al incremento de temperatura y consiguiente demanda de oxígeno.
- Abastecimiento incierto de agua dulce: estrés hídrico.

- Eventos climáticos extremos.
- Incremento de la frecuencia y magnitud de enfermedades y mareas rojas.
- Abastecimiento incierto de harina de pescado de pesquerías pelágicas marinas.

Por otra parte, Handisyde *et al.* (2006) y De Silva y Soto (2009) notaron que los impactos del cambio climático en la acuicultura son *directos*, a través de procesos físicos y fisiológicos e *indirectos* por ejemplo a través de variaciones en el abastecimiento de harina de pescado y el comercio.

En la presente revisión, y en ausencia de información publicada, se ha hecho relevamiento de información sobre acuicultura basada en testimonios recientes de acuicultores e investigadores respecto a los impactos percibidos en este campo durante la sequía extrema de la vaciante en el pulso hídrico de la cuenca Amazónica en el 2010 y por referencias respecto a la del 2005.

Uno de los problemas percibidos atribuibles a la sequía extrema del 2010 es que, a lo largo de la carretera Iquitos Nauta (terrazas altas entre cuencas laterales a la floresta inundable, de los ríos Itaya y Nanay) hasta comienzos del 2011 se observaba severa escasez de agua de la capa freática y de origen en la surgente, de la que se abastecen la mayoría de piscigranjas. Esto ha provocado estrés en los peces y problemas de alimentación que los peces, posiblemente debido a los bajos niveles de agua y escasa tasa de recambio, así como a la elevación de temperaturas y eventual disminución del oxígeno disuelto. En algunos estanques se produjeron mortalidades totales de los peces (*Colossomas sp*) en Agosto 2010. No se ha hecho monitoreo de estos eventos por lo que no se cuenta con datos sobre eventuales variaciones de las características fisicoquímicas del agua de los estanques ni causa específica de mortalidad (Tello, observación personal).

Otro caso mencionado es el de un productor en el departamento de San Martín, Amazonía peruana, que había estado experimentando exitosamente con cultivos mixtos con tilapia y quien teniendo serios problemas con la calidad del agua de abastecimiento que provenía de las cuencas altas del valle, pues los agricultores asentados allí estaban usando agroquímicos para controlar las plagas y hierbas o para fertilizar sus cultivos. Estas acciones se habrían hecho críticas durante la sequía sin precedentes del 2010.

Como consecuencia de lo anterior, el mencionado acuicultor trasladó su proyecto, estanques e instalaciones, hacia una zona menos impactada, en el Pongo de Chazuta, por donde pasa la quebrada, para garantizar buena calidad de agua a su proyecto, buscando reforestar y recuperar el bosque para garantizar agua de calidad. Esta acción de adaptación no estaría sin embargo disponible para la mayoría de los pequeños productores que no tendrían los recursos económicos para moverse a otros sitios.

Los entrevistados locales han sugerido medidas de protección de cabeceras de las cuencas que abastecen de agua a los estanques, reforestando las orillas especialmente donde ya existía intervención antrópica, como una medida de adaptación de la acuicultura al cambio climático.

La crianza de peces en jaulas en lagos es una actividad en proceso de validación en la Amazonía peruana, aún muy incipiente.

Comparada a otras actividades rurales, la acuicultura en la Amazonía peruana es la que produce menos aportes de gases invernadero con relación a las demás: agricultura trashumante, ganadería (poco extendida), siendo estos aportes de muy pequeña cuantía. Se estima que en el Departamento de Loreto no hay más de 1,000 ha de bosque intervenido para realizar acuicultura.

5.1 Vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático

Distintos a otros animales domésticos, todas las especies de animales acuáticos cultivadas para consumo humano son poiquiloterms. Consecuentemente, todo incremento o disminución de las temperaturas de los hábitat tendrían una significativa influencia en el metabolismo general y por lo tanto el rango de crecimiento y la producción total;

reproducción, estacionalidad, y aún posiblemente la eficacia reproductiva; incremento en la susceptibilidad a enfermedades y aún a tóxicos (Wood y McDonald, 1997; Ficke, Myrick y Hansen, 2007).

A nivel de la Amazonía hasta ahora se han detectado aparentes impactos de la variabilidad climática que permitirían pronosticar efectos del cambio climático en la acuicultura.

5.1.1 Impactos en la acuicultura en estanques

Los principales factores que contribuyen a determinar la temperatura de agua de los estanques son la radiación solar, la temperatura de aire, la velocidad de viento, humedad, turbidez, batimetría, disponibilidad de agua y morfometría de los estanques.

De acuerdo con De Silva y Soto (2009) el incremento global de temperaturas pronosticado causará un incremento en la vaporización y cubierta de nubes y por lo tanto reduce la radiación solar alcanzando los estanques. Ello podría significar que no habría mayor exposición a los aumentos de la temperatura directos de la radiación sin embargo no es posible predecir los efectos finales a escalas regionales y locales especialmente considerando el Amazonas con su gran cobertura vegetal.

En la Amazonía peruana, en la vecindad de la planicie inundable, principalmente sobre terrazas altas (terrenos que no se inundan con el pulso hídrico), la acuicultura constituye hasta el presente una actividad de tipo subsistencia en primer término, microempresarial y a lo sumo de tipo pequeño empresarial: son contados los piscicultores que conducen más de 2 ha de espejo de agua de estanques (2 o 3 estanques). Los únicos que cuentan con alrededor de 10 ha de estanques son las instituciones del Estado que se dedican a promocionar la acuicultura (IIAP Iquitos, FONDEPES, IIAP Pucallpa, PRODUCE Ucayali, PRODUCE San Martín, Municipios de Kimbiri y Echarate – Amazonía cusqueña).

La mayoría de estanques –a excepción los pertenecientes a entidades promotoras de la piscicultura– se construyen aprovechando las cotas de nivel inferior entre colinas someras de terrazas altas, con la finalidad de aprovechar la escorrentía de lluvia en su abastecimiento de agua, siendo el trabajo de instalación principal el de limpieza de sustrato base del estanque y la construcción del muro de contención, hecho principalmente mediante trabajo comunal o *minka*⁹. Son pocos los estanques privados que son cavados con maquinaria pesada, en este caso la mayoría de estos están situados sobre terrenos planos y su abastecimiento de agua depende principalmente de las lluvias.

En la Amazonía algunos eventos de variabilidad climática han mostrado impactos aparentemente relevantes sobre los cultivos en estanques. Por ejemplo es el caso de la manifestación cíclica y recurrente de los “frijes”, que consisten en masas de aire frío, de hasta 9°C que provienen del área polar Sur y pasan por la Amazonía, principalmente por la zona sur occidental, MAP, Madre de Dios (Perú), Acre (Brasil) y Pando (Bolivia), enfriando la atmósfera por dos o tres días, produciendo descensos bruscos de temperatura del aire de hasta 20°C, produciendo un enfriamiento del agua en los estanques, lo cual ha demostrado ser crítico en instalaciones con poca circulación de agua –que son los más abundantes en la Amazonía peruana– donde a causa de la baja temperatura los peces sufren estrés agudo y un alto índice de mortalidad en algunos casos, si es que no se toman de inmediato medidas adaptativas reactivas y se combina inmediatamente el agua enfriada de los estanques con agua de pozos o ríos vecinos que no ha sufrido enfriamiento brusco. Por ejemplo, en julio del 2010, en la zona de Iquitos, algunos acuicultores que no tomaron estas medidas, sufrieron pérdidas de parte de los

⁹ Sistema incaico de coparticipación consistente en trabajo comunal hecho por vecinos de un lugar a favor de uno de ellos, por el cual el beneficiario compromete su participación futura en eventuales *minkas* que se hagan en tierras de sus vecinos, produciéndose una justa reciprocidad.

stocks en sus estanques, en un caso con pérdidas totales de hasta de 2 toneladas de tambaquí de 800 gr (*Colossoma sp.*). Aparentemente los friajes son más intensos –como en 2010– cuando el fenómeno de “La Niña” afecta el hemisferio Sur. Las proporciones, relaciones y efectos combinados entre los friajes y las oscilaciones ENSO sobre la acuicultura amazónica del Sudoeste debería ser un tema de detallada investigación para el diseño de medidas precisas de adaptación.

También como se mencionó anteriormente, en las terrazas altas de los ríos Itaya y Nanay, la sequía del 2010 causó problemas a los peces aparentemente ligados a incrementos de la temperatura del agua de los estanques y bajas de oxígeno durante el stress hídrico.

5.1.2 Posibles impactos sobre el cultivo en jaulas

Globalmente, el cultivo en jaulas flotantes está adquiriendo cada vez más importancia en el desarrollo de la acuicultura y se pronostica que ello continuará en el futuro (Halwart, Soto y Arthur, 2007). Ficke, Myrick y Hansen (2007) sugirieron que el cambio climático podría catalizar la eutrofización y producir una más pronunciada estratificación en los sistemas lénticos. La eutrofización exacerbada podría resultar en una anoxia al amanecer.

El cultivo de peces en jaulas en la Amazonía peruana es aún muy incipiente, debido principalmente a que la acuicultura en sí es una actividad exógena al sistema cultural amazónico, que solo recientemente viene siendo promovida por los Estados amazónicos. Hay algunas experiencias promisorias de crianza en jaulas con grupos indígenas, en lagos, pero ellas son aún unas primeras experiencias, aunque es muy probable que la acuicultura en jaulas sea una de los pilares de la acuicultura en el futuro.

En todo caso, para la crianza de peces en jaulas en la Amazonía, habría que ir tomando como referencia los niveles de batimetría en lagos elegibles para esta actividad, generados durante las sequías del 2005 y 2010. Habría que potenciar estudios al respecto y a nivel de cada país contar con un inventario de cuerpos lénticos apropiados para este tipo de crianza de peces. Por otra parte sería necesario realizar los análisis de riesgo ambiental, capacidad de carga y otros necesarios para asegurar sustentabilidad.

5.1.3 Impactos indirectos del cambio climático en acuicultura

Handisyde *et al.* (2006) consideran que un impacto indirecto que el cambio climático puede tener sobre la acuicultura se refiere a las fluctuaciones de precios de la pesca de captura e impactos en la disponibilidad de harina y aceite de pescado, insumos fundamentales para la elaboración de dietas para peces.

Como se trató antes, la probable escasez de harina de pescado para las dietas de peces es quizá el más importante impacto indirecto, además que en el futuro es muy posible que eventos el El Niño tengan una mayor frecuencia de ocurrencia debido al cambio climático.

Abastecimiento de harina y aceite de pescado

El más obvio y comúnmente discutido impacto indirecto del cambio climático en la acuicultura está relacionado con el abastecimiento de harina y aceite de pescado y su concurrente uso en la acuicultura. (Tacon, Hasan y Subasinghe, 2006) estimaron que en el 2003 el sector acuicultura globalmente consumió 2,94 millones de toneladas de harina de pescado (53,2 por ciento de la producción global de harina de pescado) consideradas equivalentes al consumo de 14,95 a 18,69 millones de toneladas de peces forraje, principalmente pequeños pelágicos.

La mayoría de los peces que se cultivan hoy utilizan en alguna medida dietas preparadas para peces que contienen harina de pescado.

Actualmente en la Amazonía se están realizando con éxito experiencias de

alimentación de peces con dietas que no contienen harina de pescado como componente de base proteica y lo único que faltaría es que se establezcan estrategias para la producción y el abastecimiento de los insumos, como son la torta de soya, polvillo de arroz, trigo cimarrón amazónico, y otros insumos a los que la acuicultura bajo régimen de impacto climático deberá adaptarse y en la medida que estos insumos no sean necesarios para alimentación humana directa.

Semillas provenientes del medio natural y de laboratorios.

Muchos acuicultores de la Amazonía peruana utilizan alevinos de especies acuícolas: sábalo; *Brycon melanopterus*, paco; *Piaractus brachipomus*, gamitana; *Colossoma macropomum*, boquichico; *Prochilodus nigricans*, etc. extraídos del medio natural. Ello puede que sea alterado por el cambio climático pues se estima que con las variaciones del régimen hídrico y el trastoque del pulso de creciente/vaciante se alteren las condiciones existentes para una producción abundante de alevinos y estos empiecen a escasear (Tello, observación personal).

De otro lado, el abastecimiento de semillas de peces amazónicos en “hatcheries” es una actividad que ya tiene 20 años de desarrollo activo en los principales países amazónicos, incluyendo la Amazonía peruana, donde existen más de 5 laboratorios de producción con capacidad anual de 10 millones de larvas/alevinos por año, principalmente de la especie tambaquí o gamitana *Colossoma sp*, que es la especie más demandada por los consumidores. Esta actividad acuícola podría ser afectada por disminución del abastecimiento de agua de calidad de arroyos vecinos o pozos artesianos, que ya se ha descrito, lo que sin duda aumentará los costos notablemente. Un ejemplo palpable de ello es el laboratorio de “semillas” del Instituto de Investigaciones Amazónicas de Perú (IIAP) en Iquitos, que está teniendo una severa restricción en el abastecimiento de agua debido a que, por la severa sequía de la cuenca del 2010, los pozos de donde dependía su flujo se están secando desde Setiembre de 2010, lo cual está incrementando los costos de producción de larvas y semillas y restringiendo la actividad. A Enero 2011 el problema continuaba.

Impactos por enfermedades

Ha habido mucho debate acerca del cambio climático y los riesgos asociados para la salud humana (Epstein *et al.*, 1998; McMichael, 2003; Epstein, 2005). Hay un consenso general que la incidencia de vectores de origen terrestre y enfermedades diarreicas se incrementarán.

Es posible predecir impactos por calentamiento de agua en la diseminación de enfermedades de origen bacterial en la acuicultura porque, en la mayoría de casos, la incidencia y persistencia de estas se halla relacionada con el estrés en los peces. Los incrementos de las temperaturas del agua usualmente estresan a los peces y facilita las enfermedades (Snieszko, 1974). Por otra parte las sequías y estrés por falta de agua o falta de oxígeno pueden tener también importantes consecuencias en el desencadenamiento de enfermedades.

5.1.4 Impactos sociales del cambio climático en la acuicultura Amazónica

Los impactos sociales del cambio climático en las pesquerías de captura han recibido mucho más atención comparada con la acuicultura (ejemplo Allison, Adgerm y Badjeck, 2005).

Pérdidas de los acuicultores por aumento de costos, abandono de la actividad, requerimiento de nuevas estrategias de adaptación al cambio climático, así como daños resultantes de eventos climáticos extremos pueden impactar en el modo de vida y tener el potencial de afectar muchos hogares pobres y comunidades. Esas comunidades de acuicultores pobres serán entre las más vulnerables del sector y las posibilidades de reducir su vulnerabilidad son relativamente limitadas.

En la revisión de bibliografía para la realización de este trabajo no se han hallado referencias directas de impactos sociales en la acuicultura amazónica debido al cambio climático. Sin embargo dada la creciente importancia de la acuicultura en la cuenca y considerando la involucración de muchos pequeños productores es evidente que este sector se está convirtiendo en una alternativa productiva relevante. Por ello este sector apenas creciente podría ser también muy vulnerable.

A través de varias entrevistas a pequeños acuicultores de subsistencia – pequeño comercio en las terrazas altas de los ríos Nanay e Itaya, Iquitos, se ha podido percibir que las familias que dependen de la acuicultura en esas áreas es muy probable sufran impactos en el futuro debido a cambios climáticos especialmente en lo que concierne a baja de rendimientos económicos por disminución de la producción, debido al estrés hídrico y posiblemente debido a los “frijes” aunque en menor medida. También manifestaron que la disponibilidad de alevinos del medio natural para cultivo ha disminuido debido a las alteraciones en el pulso hídrico, lo cual, según ellos, también ha alterado el ciclo de ocurrencia de migraciones en cardúmenes (“mijanos”), que finalmente son las que proveen la semilla rural.

5.2 Medidas institucionales, de política y planificación respecto a la adaptación de la acuicultura Amazónica al cambio climático.

El éxito en la acuicultura casi siempre se ha relacionado con cambios de política y planeamiento institucional y un sector privado muy activo. Esto último es posible cuando se trata de empresas grandes en cambio en el caso de los pequeños productores se requiere mayor asistencia del estado. En general, en términos de institucionalidad y medidas de política las siguientes medidas son prioritarias para el desarrollo del sector, adaptándolas a la Amazonía:

- Implementar una aproximación ecosistémica a la acuicultura (EAA, FAO, 2011) como una estrategia global, es decir teniendo en cuenta el delicado balance entre los objetivos socioeconómicos y ambientales dentro de una escala de manejo que considera a los otros usuarios del sistema, es decir un manejo integrado de cuenca;
- Desarrollar mapas de riesgo para el sector;
- Favorecer y priorizar una acuicultura poco dependiente de alimentación externa o que pueda hacer uso de insumos alimenticios locales.

En este sentido, en una Amazonía que sufrirá severos impactos por el cambio climático cabría priorizar la acuicultura de especies detritófagas como son los prochilodontidae, y algunos pimelodidae como maparate *Hipoptalmus sp* así como proyectos de acuicultura extensiva. También sería apropiado considerar un manejo precautorio silvícola-pesquero, de tal forma que se pudieran utilizar los frutos del ecosistema para alimentar peces en un área extensiva, acomodándose a la posible evolución de la utilización de espacios de la selva inundable a medida que se intensifiquen los impactos del cambio climático.

- Fortalecer el uso de cuerpos de agua apropiados para acuicultura a través de actividades pesqueras basados en el cultivo y a través de prácticas apropiadas de fortalecimiento de repoblamiento. Lo mismo que el caso anterior referido al manejo silvicultural pesquero de la selva inundable.

El Enfoque Ecosistémico a la Acuicultura (EEA) buscaría integrar la acuicultura dentro del amplio ecosistema Amazónico de tal modo que promueva la sostenibilidad de sistemas socio – ecológicos inter relacionados. Quizá la implementación del EEA a escala de los cuerpos de agua, microcuencas y cuencas es uno de las más relevantes adaptaciones al cambio climático.

Para ello, es indispensable que previamente se realicen estudios de microzonificación ecológica económica en áreas donde se planea promover la acuicultura.

Un enfoque EEA está siendo crecientemente considerado como una estrategia adecuada para asegurar la sostenibilidad, incluyendo la planificación requerida para

tener en cuenta los impactos del cambio climático. Otros elementos relevantes a considerar en las políticas y planeamiento son descritos a continuación.

5.2.1 Aseguramiento de la acuicultura en la Amazonía

No se ha encontrado información al respecto, aunque cabe presumir que, conforme la acuicultura se desarrolle en la Amazonía para complementar la cada vez menor disponibilidad de pescado del medio natural, las inversiones serán mayores para producir más pescado en estanques y en jaulas. Y como toda inversión, el sistema de seguros y reaseguros debiera incluir esta actividad en sus carpetas de atención, pues, complementariamente al crecimiento también aumentarán riesgos relacionados al cambio climático, los cuales deberán ser cubiertos por primas adecuadas.

5.2.2 Investigación y transferencia de tecnología

Respecto a medidas de adaptación generadas por instituciones, por ejemplo, el IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos), desde hace años ha desarrollado un paquete tecnológico para la acuicultura intensiva del Paiche (*Arapaima gigas*) en estanques. Esta especie adecuadamente alimentada puede llegar a pesar 10 kg al año de crianza, el que contempla el uso de alimento balanceado con base proteica de harina de pescado de origen marino (pequeños pelágicos).

Sin embargo, al haber percibido que hay una alta probabilidad que el abastecimiento de harina decrezca por escasez de materia prima debido al cambio climático, el IIAP ha empezado a tomar medidas de adaptación situacional enfocando investigación hacia el desarrollo de fórmulas con base proteica vegetal.

Dicho instituto, que cuenta con un laboratorio de producción de alevinos (capacidad de 10 millones de larvas por año) también ha promovido y colaborado con la instalación de laboratorios de producción de peces tropicales, principalmente *Colossoma sp.*, en otras localidades amazónicas como Tingo María, Pucallpa, Amazonas, San Martín, Kimbiri y Pichari, para que la acuicultura en esas zonas no dependa de semillas del medio natural. La producción de semilla del medio natural para dar origen a lo que se conoce como acuicultura basada en la pesca, es muy sensible a la variabilidad climática y cambio climático como ya se ha explicado aquí.

Es importante señalar que un creciente número de acuicultores a lo largo de la carretera Iquitos – Nauta se están incorporando a la acuicultura para cría y reproducción de paiche en estanques. Parejas de paiche bien alimentadas, llegadas a su madurez sexual (1,60 m) se reproducen espontáneamente en estanques, produciendo un promedio de 2,500 crías. Luego de manejar los alevinos en artesas hasta 12-15 cm, estos son exportados, generando utilidades significativas. (Salvador Tello, 2010; y Luis Campos, 2010, entrevistas personales).

En general, se requiere la realización de investigación relevante para adaptar la acuicultura al cambio climático, concordando entre regiones y países las líneas de investigación que deben conjugarse como: nuevas enfermedades y tratamientos preventivos, fisiología de animales acuáticos, búsqueda de nuevas y mejores especies para acuicultura, mejores alimentos y prácticas alimentarias que sean amigables a los ecosistemas acuáticos. Los mecanismos de transferencia de tecnología deben alcanzar a todos los acuicultores, especialmente a pequeños acuicultores.

5.2.3 Diversificación de la acuicultura

En la Amazonía peruana por ejemplo, teniendo en cuenta los impactos que se producirían en la acuicultura, en el IIAP están poniendo especial atención en investigaciones sobre especies amazónicas que tienen potencial piscícola y que son detritófagas o iliófagas, como son: maparate (*Hipothalmus sp.*), boquichico (*Prochilodus sp.*) y yaraquí (*Somatoprochilodus sp.*) (IIAP, 2009).

5.2.4 Zonificación y monitoreo de la acuicultura

Una adecuada selección del sitio así como la zonificación acuícola pueden ser importantes medidas de adaptación al cambio climático. Cuando se seleccionen los lugares para desarrollar acuicultura es muy importante determinar posibles amenazas a través de un análisis de evaluación de riesgos. Cuando se seleccionen los mejores lugares para piscigranjas, los riesgos relacionados al clima deben ser considerados con precisión.

En este sentido, medidas de adaptación tendrían la necesidad de considerar una perspectiva ecosistémica con alto grado de conformidad entre los alcances de las prácticas de cultivo en jaulas y capacidad de carga de cada cuerpo de agua. Por ejemplo en la colocación de las jaulas también deberá evitarse áreas muy someras y zonas con limitada circulación de agua.

Teniendo en cuenta la inevitabilidad del cambio climático y la generación de impactos a los cuales el sistema acuícola amazónico tiene que adaptarse, modificándose si fuera necesario, es imprescindible que los administradores pesqueros hagan de uso cotidiano una herramienta de gestión muy importante que es la Zonificación Ecológica Económica (ZEE).

6. CONCLUSIONES

Es claro que la Amazonia como ecosistema es muy sensible al cambio climático.

También es evidente que la pesca y la acuicultura tienen un gran valor para la alimentación y para el sustento de las poblaciones ribereñas especialmente para las comunidades indígenas que tienen en el pescado su principal fuente de proteína.

La pesca y la acuicultura son muy vulnerable pues dependen directamente del ciclo hídrico y la disponibilidad directa de agua. La distribución y disponibilidad de este último elemento podría estar amenazada por el cambio climático.

Impactos del cambio climático sobre los bosques, particularmente debidos a las sequias e incendios afectarían a la pesca y la acuicultura. Estos efectos se intensifican debido al mal manejo forestal y deforestación de las cuencas.

Es muy posible que la acuicultura, en vista de su resiliencia y la potencialidad de cultivo de un amplio espectro de especies y grupos de especies, sea mas resiliente y/o capaz de responder positivamente a los impactos del cambio climático.

Si bien la acuicultura la Amazonía es un sector relativamente pequeño de la producción de alimentos, comienza a ser un significativo contribuyente al componente de proteína animal de la canasta alimenticia.

La Tabla 18 muestra un conjunto de impactos en la acuicultura así como las eventuales medidas de adaptación a seguir.

En los trópicos y sub trópicos, la acuicultura continental es predominante y posiblemente continúe así en el futuro cercano. Sin embargo, considerando la presión potencial incrementada en la disponibilidad y calidad de agua dulce, así como los impactos potenciales del cambio climático en los recursos hídricos, es difícil predecir en el mediano plazo la expansión de la acuicultura de agua dulce.

Los cambios climáticos esperados podrían tener una profunda influencia en cuerpos de agua estáticos a través de una reforzada eutrofización y estratificación y traer mortalidad de los stocks cultivados por disminución del oxígeno.

Los alimentos para animales de crianza conllevan un alto costo ecológico (Bartley *et al.*, 2007) y la acuicultura de especies carnívoras, que corrientemente constituyen sólo una pequeña proporción de todos los bienes cultivados, no es una excepción.

TABLA 18

Resumen de posibles impactos de los elementos del cambio climático en la acuicultura amazónica, con eventuales medidas potenciales de adaptación

Acuicultura/otras actividades	Impactos		Medidas de adaptación
	+/-	Tipo/forma	
Todos los sistemas: jaulas, estanques, peces	-	Condiciones de cultivo fuera del rango de tolerancia	Mejores alimentos; crianza selectiva para alta tolerancia a cambios en la temperatura
Jaulas	-	Eutrofización/mortalidad del stock, exceso de sedimentación y material en suspensión	Mejor planificación, ubicación conforme a CC; monitoreo regular
Cultivo en estanques	-	Limitaciones por abstracción de agua	Mejorar eficiencia del uso de agua; recomendar acuicultura con poco consumo de agua. Ejemplo pesquerías basadas en el cultivo. Cultivos integrados agricultura/acuicultura
Pesquerías basadas en el cultivo	-	Períodos de retención de agua reducidos, cuerpos de agua poco estables; e.g. lagos temporales de la cuenca amazónica	Uso de especies de rápido crecimiento; incrementar la eficiencia de uso compartido de agua con usuarios primarios; Ejemplo sembrío de arroz en pozas y zonas inundadas.
Cultivo en jaulas ribereñas	-	Disponibilidad de stocks de semillas silvestre, períodos limitados diferentes a los usuales	Cambio a semillas de laboratorio; costo extra

Fuente: Modificado de: De Silva y Soto (2009).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achard, F., Eva, H., Stibig, H.J., Mayaux, P., Gallego, J., Richards, T. y Malingreau, J.P. 2002. *Detrmination of Deforestation Rates of the World's Humid Tropical Forests*. Science Magazine 297, 999.
- Agudelo, E., Alonso, J.C. y Moya L.A. 2006. *La pesca y la acuicultura en la frontera colombo-peruana del río Putumayo*. En: *Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo*, p. 59-77. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi) e Instituto Nacional de Desarrollo (Inade) Bogotá: Editorial Scripto.
- Allison, E.H., Andrew, N.L. y Oliver, J. 2007. *Enhancing the resilience of inland fisheries and aquaculture systems to climate change*. Journal of Semi-Arid Tropical Agricultural Research 4 1 (also available at e-journal: www.icrisat.org/Journal/SpecialProject/sp15.pdf).
- Allison, E.H., Adger, W.N. y Badjeck, M.C. 2005. *Effects of climate change on sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of fisher folk living in poverty*. UK. Project No. R 4778J, Final Technical Report, DFID, 168 pp.
- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M-C., Adger, N.W., 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* 10: 173–196
- Alonso, J.C., Gómez, R.M., Galarza, E. y Armenteras, D. 2009. *Las huellas de la degradación ambiental*. En: *Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonia*, Cap. 4 – GEO AMAZONIA. Pag. 196-218.
- Alvarez, J., Sotero, V., Brack, A. y Ipemza, C.A. 2011. *Minería Aurífera en Madre de Dios y contaminación con mercurio: una bomba de tiempo*. Informe preparado por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP y el Ministerio del Ambiente, Lima. 103 p.
- ANAB. 2006. Agencia Nacional de Aguas de Brasil. Ministerio del Medio Ambiente.
- Aragón, L.E. 2005. *Población de la Amazonía* Belén: Universidad Federal de Pará-UFPA; Núcleo de Altos Estudios Amazónicos (NAEA).

- Araujo, C. y Goulding, M. 1998. *Os frutos do tambaqui: ecología, conservación e cultivo en Amazonia*. Sociedade Mamirauá MCT – CNOq, 186 p. Brasília.
- Armenteras, D. y Morales, M. 2009. *Amazonía Hoy*. En: *Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía* – GEO AMAZONIA., Cap. 3.
- Barange, M. y Perry, R.I. 2009. *Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture*. En: K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds.) *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*. No. 530. Rome, FAO.
- Barros, V.R. 2009. *Adaptación al cambio ¿a qué y por qué?*. Vanguardia/Dossier, N° 33, Oct./Dic. 2009., Buenos Aires.
- Barthem, R.; Guerra, H. y Valderrama, M. 1995. *Diagnóstico de los recursos hidrobiológicos de la Amazonia*. Lima, Perú: Tratado de Cooperación Amazónica, Secretaría Pro-Témpore. 162 pp.
- Barthem, R. B., Charvet-Almeida, P., Montag, L. F. A. y Lanna, A.E. (eds) *Amazon Basin*. UNEP, 2004, GIWA Regional assessment 40b. University of Kalmar, Kalmar, Sweden.
- Barthem, R. y Goulding, M. 2007. *Un ecosistema inesperado. La Amazonía revelada por la pesca*. Belén: Museu Paraense Emilio Goeldi, ACCA. 243 pp. 1997 *The Catfish Connection. Ecology, Migration and Conservation of Amazon Predators*. Columbia University Press. 144 pp.
- Bartley, D.M., Brugère, C., Soto, D., Gerber, P. y Harvey, B. (eds.). 2007. *Comparative assessment of the environment costs of aquaculture and other food production sectors: methods of meaningful comparisons*. Rome. FAO Fisheries Proceedings, No 10, 240 pp.
- Bayley, P. 1981. *Características de Inundación de los Ríos y Aéreas de Captación en la Amazonía Peruana: Una interpretación Basada en Imágenes del 'Landsat' e informes de 'Onern'*. Informe de Consultoría, Instituto de Mar del Perú (IMARPE. Proyecto PNUD/FAO/PER/76/022.p 246 -308.
- Bayley, P.B. y Petrere, M. 1989. *Amazon Fisheries: Assessment Methods, Current Status and Management Options*. En: DODGE, D. P. (eds.) *Proceedings of the International Large River Symposium*. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V. 106, p. 385-98.
- Bayley, P., Vásquez, P., Ghersi, F., Soini, P. y Pinedo, M. 1992. *Environmental Review of the Pacaya*. Samiria National Reserve in Peru and Assessment of Project (527 – 0341).
- Bayley, P.B. 2010. *Revisión de casos de estudios de consumo per cápita de pescado en algunos países de la Amazonía*, Borrador de trabajo. 8 pp.
- Brackelaire, V. 2006. *Situación de los últimos pueblos indígenas aislados en América Latina. Diagnóstico regional para facilitar estrategias de protección*. Brasilia. En: *Iniciativa Amazónica 2003. "Una visión regional para la Amazonía: ¿quién construye la región?*, Quito: ALDHU.
- Bush, M.B., Silman, M.R., McMichael, C. y Saatchis, S. 2008. *Fire, climate change and biodiversity in Amazonia: a Late-Holocene perspective*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363: 1795-1802.
- Calasans, N., Levy, M.T. y Moreau, M. 2005. *Interrelações entre clima e vazão*. En: Shiavetti, A. y Camargo, A. *Conceitos de bacias hidrográficas. Teorías e aplicações*, p. 67-123.
- Cambridge. 2011. *The 2 °C communiqué*. Cambridge University Press.
- Campos, L. 2008. *Aspectos Limnológicos y Bioecológicos que influyen en el comportamiento migratorio de la "Gamitana" Colossoma macropomum en el río Ucayali*. Tesis doctoral Universidad de Trujillo.
- Case, M. 2002. *Climate Change Impacts in the Amazon: Review of Scientific Literature*. Research Scientist. WWF Climate Change Programme.
- Cook, B., Zeng, N. y Yoon, H. 2010. *Climatic and ecological future of the Amazon: likelihood and causes of change*. *Earth System Dynamic Discussion*, 1, 63-101.

- Cook, B., Zeng, N. y Yoon, J. 2011. *Will Amazonia Dry Out? Magnitude and causes of Change*. From IPCC Climate Model Projections. Earth Interactions 16: 1-26.
- Costa, K., Galarza, E. y Gómez, R. 2009. *La Amazonía, territorio, sociedad y economía en el tiempo*. En: Perspectivas del Medio Ambiente de la Amazonía- Geo Amazonía. Brasilia.
- Costa, K.S. 2004. *A formação da Amazonía e seu lugar no Brasil*. En: Toledo, M. *Cultura brasileira: o jeito de ser e de viver de um povo*. São Paulo: Nankin Editorial.
- Coulthard, S. 2009. *Adaptation and conflict within fisheries: insights for living with climate change*. In: Adger, W.N., Lorenzoni, I. & O'Brien, K. (eds.) 2009. (in press) *Adapting to climate change: thresholds, values, governance*. Cambridge, United Kingdom, Cambridge University Press. pp 255-268.
- Cox, P.M., Betts, R.A., Collins, M. y Harris, C. 2004. *Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century*. Theoretical and Applied Climatology, 78, 137-156.
- Daw, T., Adger, W.N., Brown, K. y Badjeck, M. 2009. *Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation*. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds.) *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. Pp.107-150.
- De Silva, S.S. y Soto, D. 2009. *Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation*. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto y T. Bahri (eds.) *Climate change implications for fisheries and aquaculture. Overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome. FAO. Pp. 151-212.
- Direpro, L. 2009. *Plan de Desarrollo de La Pesca en la Región Loreto*. 162 p.(en prensa).
- Dourojeanni, M., Barandiarán, A. y Dourojeanni, D. 2008. *La Amazonía Peruana en el 2021*. Pro Naturaleza/SPDA/DAR. Lima, Perú. 160p.
- FAO. 2005. *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 10. Rome, FAO. 79 p.
- FAO. 2009. *The state of world fisheries and aquaculture 2008*. Rome, FAO: 76 pp.
- FAO. 2011. Desarrollo de la Acuicultura. 4. Enfoque Ecosistémico de la Acuicultura. *FAO Directrices Técnicas para la Pesca Responsable*. No. 5, Supl. 4. Roma, FAO. 2011. 60p. www.fao.org/docrep/014/i1750s/i1750s.pdf
- Ficke, A.D., Myrick, C.A. y Hansen, L.J. 2007. *Potential impacts of global climate change on fresh water fisheries*. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 17: 581-613.
- Filizola, N. 2003. *Transfert sédimentaire actuel par les fleuves amazoniens*. Thesis doctoral. Université P. Sabatier, Toulouse. 292 pp.
- Fry, F.E.J. 1971. *The effect of environmental factors on the physiology of fish*. In: W.S. Hoar & D.J. Randall (eds.) *Fish physiology*. Vol. 6. Pp. 1-98. New York, USA, Academic Press.
- Geo Amazonía. 2009. *Perspectivas del medio ambiente de la Amazonía 2*. Dinámicas de la Amazonía. 67.
- Gómez, R., Costa, K. y Galarza, E. 2009. *El futuro de la Amazonía, Cap. 5*. Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía – Geo Amazonía.
- Gomez, R., Galarzam E., Alomnso, J.C., Armenteras, D., Morales, M. y Souza, C. 2009. *Dinámicas de la Amazonía*. En: *Perspectivas del Medio Ambiente en la Amazonía*. Geo Amazonía.
- González, J. 2000. *Patrones generales de caza y pesca en comunidades nativas y asentamientos colonos aledaños a la Reserva Comunal Yaneshá (Valle del Palcazu, Pasco, Perú)*. Trabajo de consultoría elaborado para Pro Naturaleza, dentro del proyecto “Conservación de los Bosques de la Amazonia Alta en la Selva Central del Perú” 62 pp.
- Goulding, M., Cañas, C., Barthem, R., Forsberg, B. y Ortega, H. 2003. *Amazon Headwaters. Rivers, Wildlife and Conservation in Southeastern Peru*. Lima: ACA & ACCA. Gráfica Biblos.

- Hale, G. 2008. *The Floodplains of the Amazon River Basin*. Consultancy report to Ford Foundation.
- Halwart, M., Soto, D. y Arthur, J.R. 2007. *Cage aquaculture. Regional reviews and global overviews*. FAO. Rome. FAO Fisheries Technical Paper No. 498. Rome, FAO. 240 pp.
- Hanek, G. 1982. *La pesquería en la Amazonía peruana, presente y futuro*. FAO/FI: Documento de campo 2. Proyecto DP/PER/76/022, Roma.
- Handisyde, N.T., Ross, L.G., Badjeck, M.-C. y Allison, E.H. 2006. *The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective*. Final Technical Report, DFID Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture, Stirling, U.K., 151 pp. Available at www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/pdfs/Climate_full.pdf.
- Harley, CD, Randall Hughes, A., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L. y Williams, S.L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.*, 9: 228-241.
- Harris, P.P., Huntingford, C. y Cox, P.M. 2008. *Amazon Basin climate under global warming: the role of the sea surface temperature*. *Phil. Trans. R. Soc. B* 363: 1753-1759.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). 2009. *Síntesis de gestión 2006-2009*, Iquitos.
- IPCC. 2002. *Climate change and biodiversity*. In: H. Gitay, A. Suarez, R.T. Watson and D.J. Dokken (eds.) *IPCC Technical Paper V*. 76 pp. Inter-Governmental Panel on Climate Change, WMO and UNEP.
- IPCC. 2007a. *Climate change 2007: synthesis report*. Inter-Governmental Panel on Climate Change. (Also available at www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4-syr-topic/pdf).
- IPCC. 2007b. *Summary for policymakers*. In: M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. Linden & Hanson, C.E, eds. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, pp. 7-22. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- IPCC. 2007c. *Climate Change 2007: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, Y.L.A. (eds.)] Nueva York – Cambridge: Cambridge University Press.
- Isaac, V.J. 1993. *Considerações sobre a legislação da piracema e outras restrições da pesca da região do médio Amazonas*. In: *Povos das águas. Realidade e perspectivas na Amazônia*. MCT/CNPq/MPEG, Belém, pp. 187-211.
- Isaac, V.J. & Ruffino, M.L. 1996. Population dynamic of tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Lower Amazon - Brazil. *Fisheries Management and Ecology* (3):315-333.
- Isaac, V. J. y De Almeida, M. C. 2011. El Consumo de pescado en la Amazonía Brasileña. COPESCAALC Documento Ocasional. No 13. Roma, FAO. 2011. 43 pp. www.fao.org/docrep/014/i2408s/i2408s.pdf
- Junk W.J. 2000. The central Amazon River floodplain: Concepts for the sustainable use of its resources. In W.J. Junk, J.J. Ohly, M.T.F. Piedade & M.G.M. Soares eds. *The Central Amazon floodplain: Actual use and options for sustainable management*. pp. 75-94. Leiden, The Netherlands, Backhuys Publishers.
- Junk, W.J. 2001. *Mecanismos for Development and Maintenance of Biodiversity in Neotropical floodplains*. Leiden, The Netherlands, pp.119-139.
- Junk, W.J., Bayley, P.B. y Sparks, R.E. 1989. *The flood pulse concept in river-floodplain systems*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci. Special Publication* 106, 110-127.
- Killeen TJ, Calderon V, Soria L, Quezada B, Steininger MK, Harper G, Solórzano LA, Tucker CJ. Thirty years of land-cover change in Bolivia. 2007. *Ambio*. Nov;36(7):600-6.
- Kundzewicz, Z.W., Mata, L.J., Arnell, N.W., Döll, P., Jimenez, B., Miller, K., Oki, T., Sen, Z. y Shiklomanov, I. 2008. *The implications of projected climate change for freshwater resources and their management*. *Hydrological Sciences I*, 53: 3-10.

- Lewis, S., Brando, P.M., Philips, O.L., Van der Huijden, G.M. y Nepstad, D. 2011. *The 2010 Amazon Drought*. Science.
- Llerena, C.A. 2009. *Los cambios globales, el bosque amazónico y el programa LBA*. En: *Seminario Internacional Políticas Públicas y Cambio Climático*. La Molina, Lima 26 y 27 Marzo 2009.
- Lopes, P. y Cardoso, H. 2006. *Visão estratégica para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos e do solo, desenvolvimento sustentável da bacia hidrográfica do rio Amazonas*. Relatório Final. Projeto gerenciamento integrado e sustentable dos recursos hídricos transfronteiriços na bacia do rio Amazonas. Proyecto GEF Amazonas – OTCA/PNUMA/OEA.
- Lundberg, J.G., Marshall, L.G., Guerrero, J., Horton, B. y Claudia, M.S.L. 2004. *The stage for Neotropical fish diversification: a History of Tropical South American Rivers*. En: *Phylogeny and classification of Neotropical Fishes*. Part 1. Fossils and geologic evidence. Fac. Biology, U of Turku, Finland.
- Malhi, Y., Roberts, T., Betts, R.A., Killeen, T.J., Li, W. y Nobre, C.A. 2007. *Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon*. www.sciencexpress.org/29 November 2007/ Page 2/10.1126/science.1146961.
- Mapes, R. 2008. En: *La Amazonía de Colombia*. Cap 2. Colección Ecológica. Banco de Occidente, Bogotá.
- Marengo, J. A. y Dias, P. S. 2006. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: Rebouças, A. C.; Braga, B.; Tundisi, J. G. (Ed.) *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3. ed. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, 2006. p.63-109.
- Marengo, J.A. y Valverde, M.C. 2007. *Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade – caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI*. En: *Biodiversidade*, 26. 2ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas.
- Marengo, J.A., Nobre, C.A. y Tomasella, J. 2006. *The Drought of Amazonia in 2005*. CPTE/INPE, Divisão de Ciências Atmosféricas, Woods Hole Research Center. 55 pp.
- Maslin, M., Malhi, Y., Philips, O. y Cowling, S. 2005. *Trans. Institute British of Geography*. 30, 477.
- Merona, B. 1993. *Pesca e estuário dos recursos acuáticos na Amazônia*. En: *Povos das águas: Realidade e perspectivas na Amazonia*. 292 pp.
- Nepstad, C.D. 2007. *Los círculos viciosos de la Amazonía*. WWF Internacional.
- Nepstad, D.C., Tohver, I.M., Ray, D., Moutinho, P. y Cardinot, G. 2007a. *Long-Term Experimental Drought Effects on Stem Mortality, Forest Structure, and Dead Biomass Pools in an Eastern-Central Amazonian Forest*. En: *Ecology*, vol. 88, N° 9, p. 2259-69.
- Nepstad, D., Soares-Filho, B., Merry, F., Moutinho, P., Oliveira-Rodrigues, H., Bowman, M., Schwartzman, S., Almeida, O. and Rivero, S. 2007b. The costs and benefits of reducing carbon emissions from deforestation and forest degradation in the Brazilian Amazon. Reducing emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD). *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Conference of the Parties (COP), Thirteenth session*.
- Nepstad, D.C., Sticker, C.M., Soares-Filho, B. y Merry, F. 2008. *Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point*. Philos. Trans. R. Soc. London Ser. B 363, 1737-1746.
- Nijssen, B., O'Donnell, G.M., Hamlet, A.F. y Lettenmaier, D.P. 2001. *Hydrologic Sensitivity of Global Rivers to Climate Change*, vol. 50, N° 1-2, pp. 143-75.
- OTCA. 2008. *La agenda ambiental de la OTCA*. Informe presentado a los señores ministros de Medio Ambiente de los países amazónicos, participantes en la Novena Conferencia de la Convención sobre Diversidad Biológica – COP9 – CBD. Brasília.
- Pierret, P.V. y Dourojeanni, M.J. 1966. *Caza y la alimentación humana en las riberas del río Pachitea, Perú*. Turialba 16(3). 271-277.

- Porro, R., Börner, J. y Jarvis, A.** 2008. *Challenges to Managing Ecosystems Sustainably for Poverty Alleviation: Securing Well-Being in the Andes/Amazon*. Situation Analysis prepared for the ESPA Program. Amazon Initiative Consortium, Belém, Brazil.
- Ruffino M. L. y Barthem, R.B.** 1996. *Perspectivas para el manejo de los bagres migradores de la Amazônia*. Boletín Científico, N° 4. Santa Fé de Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) p. 19-28.
- Salati, E.** 1983. *O clima atual depende da floresta*. En: *Amazônia: desenvolvimento, integração e estuário*. São Paulo: Brasiliense; Conselho de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, p. 15-44.
- Salati, E., Dall'Olio, A., Matsui, E. y Gat, J.R.** 1979. *Recycling of water in the Amazon, Brazil: an isotopic study*. Water Resources Research, 15, n.5.
- Sioli, H.** 1984. *The Amazon and its Main Affluents: Hydrography, Morphology of the River Courses and River Types*. En: Sioli, H. (eds.) *The Amazon: Limnology and Landscape Ecology of a Mighty Tropical River and its Basin*. Dordrecht, Holanda: W. Junk Publishers, p. 127-65. 763 pp.
- Siren, A.** 2011. *El consumo de pescado y fauna acuática silvestre en la Amazonía ecuatoriana*. FAO COPESCAL Documento Ocasional No 12 COPESCAL/OP12.
- Snieszko, S.F.** 1974. *The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes*. Journal of Fish Biology, 6.2, pp. 197-208
- Steininger M.K., Tucker C.J., Townshend J.R.G., Killeen T.J., Desch A., Bell V., Ersts P., 2001. "Tropical deforestation in the Bolivian Amazon". *Environmental Conservation* 28:127-134.
- Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. y Subasinghe, R.P.** 2006. *Use of fishery resources as feed inputs for aquaculture development: trends and policy implications*. FAO Fisheries Circular. No. 1018. Rome, FAO. 99 pp.
- Tello, S.** 1995. *Relevamiento de información sobre captura y esfuerzo pesquero con destino a ciudades*. Informe: convenio Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza y el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.
- Tello, S. y García, A.** 1998. *Estudio complementario de consumo y desembarco de pescado de la cuenca del Marañón y Ucayali*. IIAP, Informe de Trabajo.
- Tello, S.** 2011. Conferencia "Situación actual de la pesca en la Amazonía peruana, con énfasis en Loreto", realizada en el marco del Seminario Internacional "Manejo Comunitario y Gobernanza Colaborativa de las Pesquerías en la Cuenca Amazónica", 1-2 de Setiembre de 2011, Auditorio del IIAP www.iiap.org.pe, Iquitos, Perú.
- Trenberth, K.E.** 1997. *The definition of El Niño*. Bull. Amer. Met. Soc., 78: 2771-2777.
- Welcomme, R.L.** 1980. *Cuencas fluviales*. FAO- Documento Técnico de Pesca 202.
- Welcomme, R.L.** 1985. *River Fisheries*. FAO Fisheries technical Paper N° 262, 330 p.
- Wood, C.M. y McDonald, D.G.** 1997. *Global warming: implications for fresh water and marine fish*. Cambridge, United Kingdom. Cambridge University Press. 425 pp.

AGRADECIMIENTOS Y ENTREVISTAS

Se agradece especialmente a la Dra. Doris Soto de la FAO y Dr. Renato Quiñones de la Universidad de Concepción, Chile, por el apoyo recibido para poder llevar el reporte de trabajo a un documento de publicación.

Se agradece a los pescadores artesanales entrevistados de la cuenca del Nanay, Amazonas y de la Reserva Nacional Pacaya Samiria, así como a piscicultores de la carretera Iquitos Nauta, quienes con sus observaciones han enriquecido el presente trabajo.

También se agradece a los profesionales Investigadores entrevistados quienes con su aporte también han enriquecido este estudio.

Acuicultores de Carretera Iquitos (2010). Nauta, Loreto, Perú:

Arturo Acosta (2010). MSc. Biólogo, catedrático e investigador de fauna de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos.
www.unap.edu.pe

Carlos Cabrera (2009). Director Ejecutivo de la Dirección Regional de Producción de Loreto, Iquitos, Perú.
www.produce.gob.pe/pesca/loreto

Fernando Alcántara (2010). Jefe de Acuicultura del Programa ACUAREC, Instituto de Investigaciones de la Amazonía peruana – IIAP.
www.iiap.org.pe

Fernando Rodríguez (2009). Director del Programa de Ordenamiento Territorial – PROTERRA/Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. IIAP.
www.iiap.org.pe

Homero Sanchez (2010). Investigador pesquero, experto en ictiología y taxonomía. Programa ACUAREC, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP.
www.iiap.org.pe

José Alvarez (2010) Investigador del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
www.iiap.org.pe/Pbio

Jurg Gasche (2010). Director del Programa de Estudios Sociales, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP.
www.iiap.org.pe

Luis Campos (2010). Presidente del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, Iquitos, Perú.
www.iiap.org.pe

Luciano Rodríguez (2010). Investigador del IIAP. Programa ACUAREC.
www.iiap.org.pe

Mario Pinedo (2010). Jefe del Proyecto Camu camu. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP.
www.iiap.org.pe

Pedro Vásquez (1995). Catedrático y experto ambientalista de la Universidad Nacional Agraria, Lima, Perú.
www.lamolina.edu.pe

Pescadores del Grupo de Manejo Pesquero “Yacutaita” – Cocha El Dorado, Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto, Perú.

Salvador Tello (2010). Director del Programa de Ecosistemas Acuáticos y Recursos (ACUAREC), Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP, Iquitos.
www.iiap.org.pe

Anexos

ANEXO 1

Algunas de las plantas de la floresta inundada que producen frutos y semillas que consumen los peces

Especie – familia	Consumo	Fructificación		Fluctúa	Densidad (individuos/ha)	
		Época	Periodo (meses)		Agua blanca	Agua negra
Cecropia sp. Moraceae	vainas	todo el año	todo el año	sí	31,5	-
Pseudobombax munguba Bombacaceae	pulpa y semilla		2m	si	5	-
Tubebuia barbata Bignoniaceae	semilla	vaciante (cheia)	4-5 m	si	3,6	-
Mabea sp. Euphorbiaceae	semilla	Creciente	3-4 m	si	0,3	30
Vitex cimosa Verbenaceae	pulpa y semilla	creciente	2 m	si	20	-
Hevea spruceana Euphorbiaceae	semilla	creciente	3-4 m	si	12,4	10
Hevea brasiliensis Euphorbiaceae	semilla	vaciante	2-3 m	si	5	-
Astrocaryum jauarí Palmaceae	pulpa y semilla	vaciante	2-3 m	no	5,7	8
Neolabatia sp Sapotaceae	pulpa		-	si	2,8	-
Alchornea schomburgkiana Euphorbiaceae	semilla	vaciante	-	si	14,1	-
Piranhea trifoliata Euphorbiaceae	semilla	vaciante	-	si	6,4	2
Eschweilera s Lecythidaceae	semilla	vaciante	-	-	6,9	-
Macrolabium acaciifolium Leguminaceae	semilla	-	-	si	-	50
Genipa americana Rubiaceae	semilla	-	-	si	-	-
Ficus sp Moraceae	semilla		-	-	0,5	-
Eugenia inundata Myrtaceae	semilla	creciente	-	si	-	-
Myrcia fallax Myrtaceae	semilla	-	-	-	-	-
Gymnoloma glabrescens Sapotaceae	-	-	-	-	-	-

Fuentes: Araujo y Goulding (1998) y Campos (2008).

ANEXO 2

PROPUESTA DE PROYECTO DE GESTION PRECAUTORIA DE RIESGO CLIMÁTICO (INVESTIGACIÓN & DESARROLLO)

Nombre del Proyecto	Manejo pesquero comunal mediante acondicionamiento trófico en la planicie inundable amazonica (Varzea e Iigapo) ®
Ubicación Geográfica	Estado de Amazonas, Brasil/Loreto, Perú
Localización del proyecto	Zona de Varzea (agua blanca): _____ río Solimoes Zona de Igapó (agua negra): _____ río Negro
Duración del proyecto	10 años (cuatro etapas)
Entes de financiamiento	Banco Mundial/Gobierno Japonés/WWF/UICN
Costo total I Etapa	equivalente en Reales a 523 600 dólares americanos
Proyecto en agua blanca	equivalente en Reales a 355 800 dólares americanos
Proyecto en aguas negra	equivalente en Reales a 355 800 dólares americanos
Institución Gestora	NAE/PROSITROPICOS (?)
Representantes	Oswaldo de Oliva Neto/Jamil Macedo
Dirección	_____
Institución ejecutora	INPA (?)
Autor de la propuesta	Ing° Gonzalo Tello Martín – Consultor en Pesca (PTAD FAO) gonzalo_tello@yahoo.com
Dirección	Calle Manco Capac Mz D Lote 8, Quistococha, Distrito de San Juan Bautista, Iquitos, Perú Cel. 00 51 65 965765000
Palabras clave	pesquerías amazónicas, selva inundable (floodplain), varzea, igapo, manejo precautorio silvicultural – pesquero, adaptación, cambio climático

RESUMEN

El presente es una propuesta inédita en el campo del manejo integrado silvicultural – pesquero a través de mejoramiento de la productividad pesquera de áreas de selva inundable mediante la introducción selectiva de especies vegetales productoras de frutos comestibles por peces hasta llegar a su nivel de incompetencia ambiental, con la finalidad de aumentar la productividad secundaria y así mejorar la seguridad alimentaria de poblaciones rurales de áreas inundables de la Amazonía, para cuando estas se hallen afectadas por el proceso de cambio climático que afecta el Planeta y la Amazonía toda.

El proceso de calentamiento global está continuamente disminuyendo la masa de hielo de los glaciares Este Andinos y Sur Ecuatoriales, aproximadamente 25 por ciento hasta el presente, también alterando negativamente los niveles de evapotranspiración del Atlántico y de la cuenca baja y media del río Amazonas, lo que en relativamente corto plazo alterará el balance hídrico en la Amazonía y como consecuencia, el abastecimiento de pescado, con todos los problemas sociales que ello conllevará.

El presente proyecto busca demostrar en un área piloto los efectos de una reforestación masiva con plantas frutales productoras de frutos consumibles por los peces y hacer un ensayo de manejo pesquero relacionado, a modo de manejo precautorio en la adaptación al Cambio Climático.

Se propone realizar la experiencia en el área de influencia de (Varzea de _____) río Amazonas, en un ámbito de aguas blancas y en la vecindad de algún poblado

aledaño a áreas de inundación de agua negra (Igapò de _____) en la cuenca del río Negro. El Proyecto es promovido, en principio, por su autor, como un aporte para la adaptación de las pesquerías Amazónicas al cambio climático.

En cada ámbito (varzea e igapò), la propuesta sugiere, como *primera etapa*, instalar una parcela experimental de _____ ha enriquecida con plantas resistentes a la inundación productoras de frutos y una testigo, con el objetivo de demostrar la hipótesis culturalmente demostrada: “la abundancia de peces frugívoros/omnívoros y su ictiofauna de acompañamiento en un área de bosque inundado es directamente proporcional a la presencia de plantas productoras de frutos en ella”, lo cual se estima tomará 6 años. La *segunda etapa* se realizaría a partir del sexto año hasta el noveno, en la que se efectuará manejo pesquero con participación de pobladores vecinos, incluyendo mujeres, de cuya actuación en el uso sostenible de los recursos en la parcela enriquecida y la información aportada por la parcela testigo, se determinaría la factibilidad social, económica y ambiental del modelo de manejo.

A partir del noveno año, de resultar validado, en una *tercera etapa* el concepto desarrollado de manejo silvicultural pesquero en varzeas e igapò sería promovido masivamente por el Estado y Agencias involucradas, con participación de autoridades locales, en el resto de zonas de inundación de la Amazonía brasilera, con la finalidad de afianzar la seguridad alimentaria en la vecindad de poblados ribereños durante épocas de inundación en la nueva Era climática.

Finalmente, en una *cuarta etapa* que podría realizarse también a partir del noveno año, el concepto validado sería presentado bajo la sombrilla de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica y asesoramiento de la FAO en países Amazónicos vecinos que poseen selva inundable, para una irradiación masiva. Se tendrá el liderazgo en la producción bajo manejo de proteína de origen acuático.

En todas las etapas nacionales se contaría con la participación de las siguientes entidades: _____.

En principio, la inversión estimada (tentativa) para la primera Fase del proyecto es de 365 800 dólares americanos en cada ámbito. Es decir, 700 600 dólares americanos para agua blanca y agua negra.

Se sugiere buscar el financiamiento del proyecto con el Banco Mundial, Gobierno Japonés, la UICN, BIOFOR – AID, WWF, u otro ente.

Teniendo en cuenta la cobertura de la planicie inundable e la cuenca este sería un proyecto multinacional amazónico.

I. ANTECEDENTES/JUSTIFICACION/CONSIDERACIONES

1. Hasta el presente, en la Amazonía aún no se ha desarrollado un proyecto como el que se propone. Una primera versión fue alcanzada por el autor a Pro naturaleza y al Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana en 1995, en Iquitos, Perú. La propuesta fue archivada.

La mayor parte de la población rural de la eco región inundable de la Amazonía continental vive en pequeños poblados asentados a orillas de cuerpos de agua, principalmente lóticos, en los que el abastecimiento proteico durante la inundación depende del pescado que es extraído de los ecosistemas acuáticos circundantes por pescadores de subsistencia o pescadores comerciales.

Debido al crecimiento demográfico, a la limitada capacidad natural de carga/producción pesquera sostenible por hectárea de las varzeas vecinas, al mejoramiento tecnológico de las artes de pesca, a la introducción del hielo y el hecho que muchos pescadores de subsistencia han engrosado la práctica del pequeño comercio, la presión de pesca es cada vez mayor en la vecindad a esos poblados, lo que está condicionando que el pescado sea escaso y que los pescadores de subsistencia deban desplazarse cada vez más lejos para proveerse de pescado para abastecerse y eventualmente vender los pequeños excedentes a sus vecinos y comerciantes itinerantes.

2. De otro lado, el proceso de calentamiento global está continuamente disminuyendo la masa de hielo de los glaciares Este Andinos y Sur Ecuatoriales, aproximadamente 25 por ciento hasta el presente y también aumentando los niveles de evapotranspiración del Atlántico y de la cuenca baja y media del río Amazonas, donde se han producido severas deforestaciones que están alterando el intercambio hídrico tierra – atmósfera, lo que en relativamente corto plazo alterará el balance hídrico global en la Amazonía y como consecuencia, el flujo de agua en los pulsos de inundación así como el abastecimiento de pescado, con todos los problemas sociales que ello conllevará. Con la presión existente sobre el recurso por sobrepesca, unida a los cambios de flujo hídrico lo más probable es que se produzca escasez de pescado el corto – mediano plazo. Las vaciantes – sequías de la cuenca del Amazonas de 2005 y 2010 son un claro indicador del problema.

Para manejar dicha crisis, es urgente que se busquen y desarrollen alternativas de adaptación, en forma precautoria. Es decir, no esperar a que los peces desaparezcan o que se alteren los ecosistemas para tomar medidas.

En entrevistas anteriores a su fallecimiento, Fernando Rodríguez, investigador y Director del Programa PROTERRA del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, www.iiap.org.pe, manifestó que de producirse en el presente año (2010) una gran vaciante como la del 2005, ello indicará con bastante certeza que los extremos del ciclo hídrico Amazónico se están polarizando rápidamente, al grado que es muy probable que en aproximadamente 20 años, las sequías grandes sean muy frecuentes y las crecientes con sus correspondientes inundaciones dejen de ser monomodales y que el pulso se halle alterado en forma proporcional al de las sequías, con crecientes súbitas intercaladas con amplios “veranitos” intermedios, y estas se conviertan en multimodales. Ello ocasionaría una notable alteración en las áreas de inundación estacional tradicionales y una disminución proporcional de la productividad pesquera: este fenómeno generaría una severa emergencia alimentaria proteica y una gran inseguridad social si no se toman medidas, como por ejemplo, reforestación masiva con plantas productoras de frutos de las zonas de inundación para compensar la pérdida de productividad por área.

3. Por ello, es necesario diseñar y poner en funcionamiento ambiciosas y audaces medidas precautorias de manejo pesquero, pragmáticas, para manejar la situación problema, pues en el mediano plazo habrá una significativa disminución del consumo per cápita de proteínas en el área rural amazónica - con los problemas que ello conlleva - y un problema adicional de conservación de recursos.

4. La formación de los bosques de la selva inundable se ha producido mediante dispersión aleatoria del germoplasma de los árboles que lo forman a través de varios vectores bióticos, el viento y principalmente con el flujo de las corrientes de agua durante las crecientes. Esta formación no necesariamente ha originado una combinación de máxima productividad de acuerdo a la capacidad de máximo rendimiento del sustrato. Así como en el planeta existen grandes pastos naturales que han sido mejorados por acción antrópica, se considera que también es posible realizar un mejoramiento de la productividad en áreas de inundación sin afectar negativamente el medio ambiente.

5. A pesar que hasta hoy no hay experiencias científicas que demuestren que “a mayor producción de frutos de consumo íctico en un área determinada de varzea o igapó hay presencia de mayor biomasa de peces frugívoros – omnívoros con su respectiva fauna de acompañamiento”, esta hipótesis ha sido demostrada culturalmente en toda la Amazonía, desde siempre Mediante transmisión oral de conocimientos, todo pescador sabe que en áreas de varzeas donde hay plantas productoras de frutos hay más biomasa de peces frugívoros-omnívoros e incluso detritófagos, que en áreas similares donde estas plantas escasean.

Dentro del ambiente científico las hipótesis demostradas culturalmente son cada vez más aceptadas como válidas, debiendo sólo corroborarse las relaciones y proporcionalidades.

6. A partir de la ejecución exitosa de un proyecto como el que se propone, en el largo plazo se establecería un nuevo sistema de compensación de la productividad natural por incremento de la productividad inducida y un sistema novedoso de manejo integral y eficiente de recursos silviculturales pesqueros para mejorar la alimentación proteica de los habitantes rurales de la ecorregión inundable amazónica y los ingresos de los grupos participantes. Sería una primera experiencia de esta índole: sembrar plantas productoras de frutos para incrementar la productividad vegetal y a su vez la de peces frugívoros en las áreas vecinas a pequeños poblados, y en base a ello establecer pautas de manejo integrado, las que - siendo positivas y luego de ser sistematizadas, validadas y difundidas - generarían réplicas a todo nivel y se daría inicio a una nueva forma sostenible de manejo pesquero integrado, mejorándose sustancialmente la seguridad alimentaria y la conservación de la ecorregión.

7. Peter Bayley, autoridad mundial en pesquerías amazónicas, manifiesta en el reporte No 98/055CP-RLC, iii, de 2 sept. 1998. FAO/World Bank Cooperative Programme “Fisheries and aquatic biodiversity management in the Amazon”, que “se requiere experimentación de campo en cultivo de plantas resistentes a la inundación, productoras de frutos y semillas; desarrollar plantaciones para proveer comida de alta calidad a unidades de acuicultura intensiva de *Colossoma* y para acuicultura extensiva de *Colossoma* en lagos de varzea mediante fortalecimiento de los stocks”.

También, Michael Goulding, otro experto internacional en pesquerías amazónicas, durante una visita en Setiembre 2000 a la Reserva Nacional Pacaya Samiria – RNPS manifestó ante funcionarios de Pro Naturaleza y TNC que la mejor manera para establecer el manejo de las cochas (lagos) de esa área protegida era mediante la reforestación de las orillas con plantas productoras de frutos.

8. Finalmente, en la vecindad de las áreas recomendadas vecinas a poblados, existen pescadores que podrían interesarse en realizar manejo pesquero, quienes podrían ser actores principales de la propuesta, la cual unificaría criterios de manejo.

II. FINALIDAD

Mejorar mediante acción precautoria la seguridad alimentaria de poblaciones rurales de áreas inundables de la Amazonía para mitigar los severos efectos en la productividad natural a producirse por el calentamiento global.

III. OBJETIVOS

Principal

Determinar la factibilidad y desarrollo de una alternativa de manejo silvicultural pesquero de la planicie inundable de la Amazonia.

Secundarios

1. Verificar hipótesis generatriz culturalmente demostrada: “La abundancia de peces frugívoros/omnívoros y su ictiofauna de acompañamiento en un área de bosque inundado es directamente proporcional a la presencia de plantas productoras de frutos en ella”.
2. Determinar procedimientos para establecer la factibilidad de una alternativa de manejo silvicultural pesquero por parte de grupos residentes organizados vecinos a áreas inundables, que garantice seguridad alimentaria proteica adaptándose a la escasez que vaya a generar el cambio climático.

3. Validar y difundir/irradiar los conceptos de manejo desarrollados hacia todo el ámbito de la Eco Región Amazónica que se inunda estacionalmente.

IV. METODOLOGÍA/ACTIVIDADES DEL PROYECTO

La realización del proyecto demandará esfuerzos multidisciplinarios en el corto y mediano plazo debido a su planteamiento integral, en el que se involucraría trabajos en edafología, fitopropagación/silvicultura, entomología, hidrobiología, piscicultura extensiva, tecnología pesquera y gestión pesquera.

El Proyecto tiene dos posibles ámbitos de acción que pueden trabajarse en forma separada, sucesiva o simultánea, dependiendo de los fondos disponibles: A. zonas de inundación de aguas blancas y B. zonas de inundación de aguas negras, siendo la metodología igual para ambos casos.

Tentativamente, para el trabajo en aguas blancas (Varzea) se tendrá como base (_____), a orillas del Amazonas, desde donde se manejará la experiencia, se establecerá el nexo, la asesoría y acompañamiento a las acciones. Para el trabajo en aguas negras (Igapó) se podría elegir un área relacionada de (_____). La base de operaciones del Proyecto podría ser, en principio, la ciudad de Manaus.

El Proyecto será ejecutado conjuntamente por personal de (_____ u otro) y eventuales grupos de manejo pesquero a establecerse en base a participación de pescadores de cada zona.

Las acciones se desarrollarán en un área de inundación vecina a un poblado pequeño de cada ámbito, a determinarse por eventuales interesados en manejo, las autoridades y entidades de cooperación.

Teniendo en cuenta los patrones de crecimiento de las plantas frutícolas de alimentación íctica de la selva inundable y el tiempo necesario para establecer medidas de manejo relacionadas - cuyos efectos puedan ser monitoreados para justificar una réplica masiva - el proyecto se realizará en cuatro etapas sucesivas y complementarias, de preferencia en cada ámbito, con un período total de ejecución de 10 años.

Primera Etapa: acondicionamiento trófico del área de inundación (várzea e igapo)

Con una duración de 6 años. En la que se efectuarán las siguientes acciones:

- Elaboración de estudio detallado.
- 1er Taller de retroalimentación.
- Selección de participantes técnicos y comunales.
- Capacitación de personal seleccionado.
- Selección de área(s) de selva inundable en la vecindad de comunidad elegida. El suelo de la “várzea ” e “igapo” deberá tener condiciones edafológicas aparentes para realizar la silvicultura de plantas productoras de frutos y semillas consumibles por los peces, resistentes a la inundación.
- Establecimiento de una línea base de datos socio-económico-ambientales georeferenciados del área seleccionada y la comunidad vecina. Evaluación completa de los cuerpos de agua vecinos. Realizar un ZEE focalizado con mapas a escala adecuada al piloto.
- Un experto forestal/botánico deberá determinar las condiciones edafológicas y capacidad de carga de vegetación productora de frutos en el área de trabajo, en base a un “raleo” planificado de la floresta no productora de frutos, sin afectar negativamente el estado ambiental de la productividad primaria.
- Acondicionamiento de la Varzea. Según el potencial edafológico de la varzea seleccionada y respetando la vegetación de cobertura más antigua, a comienzos de la vaciante del año 1 del proyecto se efectuará tala/raleo de especies que tengan baja productividad, efectuando a continuación la siembra selectiva de reemplazo con especies resistentes a la inundación y productoras de frutos que puedan estar presentes en el área, Ejemplo Incira (*Maclura tinctoria*),

Capinuri (*Maquira coriacea*), Shiringa (*Hevea guianensis*), Palometa huayo (*Neea parviflora*), Sepanchina (*Sloanea laxiflora*), Timareo (*Yactia carymbulosa*), Zapallito (*Cayaponia crugeri*), Ojé (*Ficus insipida*), Huiririna (*Astroearyum jauari*), Cetico (*Cecropia membranacea*), y otras, priorizando el uso de las de rápido crecimiento como son el zapallito, incira, palometa huayo y cetico, estableciéndose una parcela base de mejoramiento trófico de _____ hectáreas. De ser posible, trabajar con plántones obtenidos por regeneración natural en la misma zona o en nichos similares.

- Establecer parcelas testigo; se tomará un área vecina a la parcela-base, que servirá como testigo, en la que se realizarán las mismas mediciones de productividad que en la parcela – base, las que servirán como foco informativo referencial para la corroboración de la hipótesis culturalmente demostrada.
- Diseñar y poner en operación plan de monitoreo: durante 6 años se hará el monitoreo del crecimiento de las plantas y la productividad íctica – vegetal que se genere, de las eventuales modificaciones en la composición de especies de insectos, invertebrados y peces, de las variaciones del índice de captura por unidad de esfuerzo, así como las variaciones del consumo per cápita de pescado y el eventual mejoramiento de la generación de ingresos de grupos participantes hasta que plantas introducidas hayan brindado dos fructificaciones continuas.
- Sistematización de resultados.
- Se corroborará hipótesis cultural y se determinará las relaciones y proporciones según resultados y conclusiones en parcelas de acuerdo a diseño experimental, definiéndose cuál es la alternativa de enriquecimiento trófico más efectiva del punto de vista socio económico ambiental y se decidirá el modelo de manejo pesquero de cuencas según tipos de agua, presencia de grupos vecinales, etc.

Segunda Etapa: Establecimiento de plan de manejo pesquero – Validación

- Esta fase dura tres años, y consiste en el establecimiento de Unidades de Manejo Pesquero Comunal (UMPC) pilotos con la participación de grupos de pescadores organizados de cada poblado vecino de las varzea e igapó utilizando como concesión las áreas enriquecidas por el Proyecto. Sería de gran valor la participación de entes del Estado relacionados como son la _____, así como ONGs relacionadas al manejo pesquero, como _____ y entes internacionales tipo UICN, WWF, FAO.
- Se realizarán talleres de trabajo y planificación participativa con pobladores vecinos al área de inundación intervenida.
- Se diseñará un plan de manejo pesquero con participación de pobladores interesados que implique:
 - Zoneamiento pesquero.
 - Actividades de protección y vigilancia.
 - Extracción sostenible mediante artes de pesca selectivos para alimentación y venta.
 - Procesamiento de la producción: ahumado, seco salado, curtido de pieles.
 - Registro de actividades y resultados.
- Se continuaría haciendo seguimiento de los registros de composición, tallas y peso de las capturas.
- Antes de terminar esta etapa, con la participación de las entidades responsables del Estado y organismos de cooperación, se procederá a difundir en la Amazonía peruana los principios y preceptos técnicos de la nueva forma de manejo silvicultural – pesquero efectuando talleres y buscando afianzar la seguridad alimentaria – proteica de las poblaciones de la ecorregión durante las temporadas de inundación.

Tercera etapa: de réplica amazónica brasilera, irradiación nacional.

Esta etapa podría comenzar al noveno año de vida del Proyecto bajo el liderazgo de XXXX, en la que los conceptos desarrollados serían irradiados en los Estados Amazónicos del Brasil a través de EMBRAPA, INPA, etc.

Cuarta Etapa: de réplica/irradiación Amazónica continental

Dentro de los lineamientos de acuerdos internacionales de la OTCA, el Gobierno Brasileiro presentará la opción a los países amazónicos buscando unificar criterios para evitar duplicidad de esfuerzos. Se podría involucrar a la UICN, FAO y otras Agencias internacionales relacionadas.

Nota: Para los efectos de un manejo exitoso del Proyecto en todas sus etapas el NAE podría establecer una Fundación ad hoc compuesta por los mejores técnicos, que incluso podría tener cobertura en los países del TCA que se involucren - en su momento - en el proyecto.

V. RESULTADOS ESPERADOS/METAS

- Unidad enriquecida de varzea e igapó con especies vegetales produciendo al final del sexto año del proyecto, con unidades testigo de referencia.
- Pescadores del área de influencia del proyecto organizados y motivados para participar en actividades de manejo pesquero al séptimo año del proyecto.
- Actividades de generación de ingreso en base a unidad enriquecida de Varzea e Igapó, con participación de género, en plena operación y demostrando su factibilidad al noveno año del proyecto.
- Modelo presentado a derechohabientes de la Amazonía brasilera al final del noveno año del proyecto.
- Modelo promovido en el ámbito Amazónico continental al final del proyecto
- Poblaciones de la planicie inundable amazónica cuentan con un sistema de manejo silvocultural pesquero operativo generando una adaptación al proceso de cambio climático.

VI. MONITOREO Y EVALUACION DEL PROYECTO

El monitoreo se hará empleando indicadores adecuados referidos al aspecto ambiental, económico y social, sobre una base de datos referenciales a determinar.

Las evaluaciones se realizarán de acuerdo a los requerimientos y términos de referencia de las entidades donantes en lo referido a número de reportes, condiciones y plazos de entrega, información requerida.

En el documento detallado del proyecto se incluiría la planificación usando sistema del marco lógico.

VII. AREA TEMATICA

El proyecto se enmarca en el manejo alternativo integrado de recursos silviculturales - pesqueros en el trópico húmedo de la Amazonía, dentro del sector manejo del medio ambiente y los recursos naturales, como respuesta adaptativa al proceso de cambio climático.

VIII. RASGOS Y CARACTERÍSTICAS INNOVADORAS DE LA PROPUESTA

Es una primera propuesta dirigida a reforzar la seguridad alimentaria en la Amazonía inundable buscando mitigar los efectos del calentamiento global.

Con la ejecución del presente proyecto de investigación y manejo pesquero se busca establecer un nuevo paradigma para la gestión integrada silvicultural y pesquera de la selva inundable de la Amazonía, donde la población local participa activamente en la protección y control de las áreas de trabajo y se beneficia de la utilización, bajo planes de manejo específicos, de los recursos existentes.

El proyecto permitirá dar el empuje necesario a los grupos locales para permitirles ser los protagonistas de su propio desarrollo y destino en la primera fase de la nueva Era climática del Planeta. Se promovería la participación equilibrada del género y de grupos indígenas en sus territorios.

El empleo coordinado y concertado de criterios de manejo ayudará a la eliminación del uso de algunas artes de pesca inadecuados, las que serán paulatinamente reemplazadas por artes selectivos.

Finalmente, debe ser mencionado que la planicie inundable amazónica, visualizada como un conjunto de unidades de recepción de agua de las crecientes, al tener distintas cotas batimétricas se llenan cada una a su ritmo de acuerdo al pulso hídrico mediante “canales” comunicantes desde el canal principal del río. Una vez llenas las “tahuampas” (expresión peruana para indicar las oquedades que se llenan de agua primero), el pulso continúa hasta cubrir toda la selva, sobrepasando los “bordes” de cada una de ellas. El agua permanece cubriendo el área largo tiempo y luego, con el pulso de vaciante, se produce el drenaje de la selva inundada, hasta que las tahuampas, dentro de la varzea e igapó, quedan definidas como último lugar de captura de pescado en la selva inundada; luego, siempre a través de los canales comunicantes estas drenan el agua contenida en ellos hacia el canal principal del río, hasta quedar secas.

Por ello, la presente propuesta también sugiere considerar la posibilidad de manejar, en su momento, a las tahuampas como “unidades de acuicultura extensiva” en un medio mejorado tróficamente.

En esa línea, incluso cabría considerar para el largo plazo, cuando el proceso de cambio climático se halle en plena expansión (25 años), la posibilidad de modificar los bordes de las tahuampas (depresiones de la varzea) que lo permitan, con la finalidad de aumentar el período de retención de agua y por lo tanto el tiempo de acuicultura extensiva del pescado contenido en ellas. Ello, si los respectivos estudios de factibilidad ambiental efectuados en su momento permiten la aplicación de este concepto. En este caso habría que incluir producción masiva de alevinos de especies frugívoras valiosas en ‘hatcheries’ de la vecindad (modulares – móviles) para su siembra en las tahuampas bajo manejo.

IX. COSTO MÍNIMO ESTIMADO (USD) ETAPAS I Y II

El costo indicativo del proyecto **por ámbito** (varzea e igapó) es como sigue:

Gastos pre operativos.	
Formulación de la propuesta	48 000
Gastos operativos	
a. Personal	
Asesor responsable. 24 meses/h	72 000
Profesionales de campo. 40 meses/h (forestal, taxónomo, biólogo pesquero, ingeniero pesquero)	40 000
Pago por acondicionamiento de ____ ha. de varzea o igapó	3 000
Mantenimiento de ____ ha. de tahuampa	3 500
b. Equipos/materiales	
Equipos de campo(GPS, motosierra, machetes, carpas, primus, brújula, botas, etc.)	18 500
Construcciones rústicas/plantones	12 000
Materiales de pesca	2 500

c. Viajes	
Pasajes	22 000
Viáticos	54 000
d. Servicios	
Servicios secretariales	2 500
e. Imprevistos (10%)	
	27 800
	–
Total inversión por ámbito	355 800 USD

Por ello, si se quisiera involucrar acciones en zonas de inundación de aguas blancas y negras el costo tentativo total del proyecto piloto sería del orden de 711 600 USD (a ser actualizado).

Teniendo en cuenta la precisión requerida de los diversos parámetros susceptibles de ser monitoreados y evaluados como parte de las actividades, los montos que se consigna son indicativos, a ser confirmados en la propuesta detallada.

X. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Bayley, P. 1998. *Fisheries and aquatic biodiversity management in the Amazon*. FAO/ World Bank Cooperative Programme. Report No 98/055CP-RLC, iii- Sept.
2. Daget, J. 1960. *Fish migrations in African Rivers*. Kenya University Publ.127pp.
3. Schwassman, H.O. 1978. *Rhythmic activities of fishes*. London, Academic Press, 200 pp.
4. Welcomme, R.L. 1985. *River Fisheries*. River Fisheries. FAO Fish. Tech. Pap. N°262 – 330 pp. Roma.
5. Junk, W.J., Bayley, P.B. y Sparks, R.E. 1989. *The Flood pulse Concept in River Flood Plain Systems*. Publ. Fish. Aquat. Sci.
6. Awachie, J.B.E. 1979. *Fishing and fisheries management in large tropical African rivers with particular reference to Nigeria*. In: Welcomme, R.L. *Fishery management in Large Rivers*. FAO Fisheries Technical Paper 194.
7. Lewis, S., Brando, P.M., Philips, O.L., Van der Huijden, G.M. y Nepstadm, D. 2011. *The 2010 Amazon Drought*. Science.

Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático

El caso de las pesquerías principales de la zona centro-sur de Chile

Renato A. Quiñones^{1,4,5}, Hugo Salgado², Aldo Montecinos³, Jorge Dresdner² y Manuela Venegas⁴

1) Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) y Departamento de Oceanografía, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

2) Departamento de Economía, Universidad de Concepción, Casilla 1987, Concepción, Chile.

3) Departamento de Geofísica, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

4) Programa de Investigación Marina de Excelencia (PIMEX), Facultad de Ciencias naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.

5) Centro Interdisciplinario para la Investigación Acuícola (INCAR), Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile.

RESUMEN

Las pesquerías son uno de los pilares de la economía de Chile, con una producción total de 4 647 000 toneladas en el año 2010 y con un total anual de 3931 millones de USD por concepto de exportación de pescado y productos pesqueros. Las pesquerías de la zona centro-sur de Chile son las más importantes del país con alrededor del 45 por ciento del total nacional. En el presente trabajo se explora la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático global (CCG) en la zona centro-sur de Chile y la capacidad de adaptación existente, basado en las pesquerías de la sardina común, anchoveta, jurel y merluza común. Además se recomiendan estrategias de adaptación locales y nacionales, en base a la información disponible y análisis realizado en el caso de estudio.

Los forzantes físicos más relevantes (no necesariamente en orden de importancia) para el Sistema de la Corriente de Humboldt desde la perspectiva del posible impacto del CCG sobre las pesquerías analizadas (exposición) serían: (i) cambios en la concentración de oxígeno ambiental en la columna de agua y sedimentos; (ii) variaciones en la intensidad y dinámica espacio-temporal de las surgencias costeras; (iii) cambios en la temperatura del mar; (iv) cambios en la frecuencia e intensidad del ENSO; (v) cambio en circulación (corrientes marinas); (vi) modificación en la dinámica espacio temporal de estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo filamentos, meandros, remolinos, jets); (vii) aumento nivel del mar; y (viii) cambio en el aporte de agua dulce al ecosistema costero. Los forzantes antropogénicos más relevantes (no necesariamente en orden de importancia) son: (i) sobre explotación pesquera; (ii) disminución de la biodiversidad; (iii) degradación del hábitat; (iv) contaminación; (v) incremento de gases invernadero de origen antropogénico; (vi) introducción de especies exóticas; (vii) Incremento del espacio y uso de instalaciones portuarias y costeras; y (viii) transporte marítimo.

En relación a la sensibilidad, se analizan modelos recientes, tales como el de Cheung y colaboradores, que han propuesto que la disminución en el potencial de captura para Chile hasta el año 2055 como producto del CCG sería moderado disminuyendo de 6 por ciento a 13 por ciento bajo un escenario de alto rango de emisiones de CO₂. Se presenta un análisis de la capacidad adaptativa de la zona centro-sur de Chile al CCG en base a las adaptaciones ocurridas durante la crisis de la pesquería del jurel entre el

1997 al 2002. El análisis incluye una evaluación de las características socioeconómicas de los trabajadores de planta de productos de consumo humano, trabajadores de plantas de procesamiento de harina de pescado, tripulantes pesqueros, y tripulantes de la flota artesanal dedicada a la sardina común y la anchoveta. De igual forma se analizan las respuestas sociales adaptativas gatilladas por la crisis del jurel incluyendo: poder ejecutivo, parlamento, industria, trabajadores de planta, tripulantes de flota industrial y pescadores artesanales. El análisis permite inferir que existe una importante capacidad adaptativa para cambios en los niveles de biomasa de los recursos pesqueros en la zona centro-sur de Chile.

La capacidad de adaptación al CCG está directamente relacionada con un manejo sustentable de las pesquerías, la mayoría de las cuales, en el caso de la zona centro sur de Chile, muestran claros signos de sobre-explotación. Entre las recomendaciones para incrementar la capacidad de adaptación al CCG se encuentran las siguientes, divididas en 3 componentes.

Componente de Gobernanza y Políticas Públicas: (1) mejorar los mecanismos existentes para la toma de decisiones respecto de medidas de manejo claves tales como las cuotas y regímenes de acceso; (2) disminuir las fuertes inequidades socio-económicas existentes al interior del sector pesquero; (3) aplicar de manera estricta el Código de Conducta para la Pesca Responsable; (4) incrementar el financiamiento para la investigación científica relevantes la sustentabilidad de las pesquerías y al CCG; (5) Potenciar la institucionalidad pública en cuanto a sus capacidades de fiscalización e investigación; (6) Potenciar las capacidades de la institucionalidad pública en sus capacidades para enfrentar crisis económico-sociales; y (7) fortalecer el “Estado de derecho” en las pesquerías nacionales, generando nuevos arreglos de gobernanza.

Componente poblaciones y comunidades biológicas: (1) administrar los recursos de manera sustentable de tal forma de tener pesquerías sanas; (2) eliminar la sobre-explotación en cualquiera de sus formas; (3) avanzar hacia la aplicación de un enfoque ecosistémico para el manejo pesquero; (4) disminuir la alteración del hábitat y la contaminación; (5) mantener la variabilidad genética de los stocks; y (6) proteger la heterogeneidad espacial o la subestructura geográfica de los recursos.

Componente epistemológica: (1) identificar y resolver los vacíos de conocimiento científico respecto de las poblaciones, la variabilidad ambiental y sus interacciones; (2) identificar y resolver los vacíos existentes acerca de la biología básica de los organismos objetivo relevante al impacto del cambio climático global; (3) explorar nuevos métodos de incorporación de la variabilidad ambiental en los modelos de evaluación uni y multiespecíficos; (4) incrementar el conocimiento respecto a la componente socio-económica de las pesquerías más importantes para comprender las posibilidades de adaptación al CCG, así como los riesgos y oportunidades emergentes; (5) disminuir las incertezas respecto del impacto del CCG sobre procesos físicos claves (o que pueden ser claves) en el Sistema de la Corriente de Humboldt; y (6) promover investigación acerca del impacto del CCG en el corto y mediano plazo, para contribuir a la identificación de puntos críticos en la vulnerabilidad y de esta forma proveer insumos para el desarrollo de políticas públicas de adaptación.

En resumen, ante las incertezas existentes respecto del posible impacto del cambio climático global sobre las pesquerías es necesario hacer todos los esfuerzos posibles para reducir el estrés de las poblaciones y comunidades, lo cual permitirá disminuir la vulnerabilidad al CCG.

1. INTRODUCCIÓN

La comprensión del cambio climático global (CCG) y sus posibles impactos sobre la biosfera es uno de los desafíos científicos más importantes de la historia de la humanidad. A nivel global existe un incremento progresivo de evidencia científica que demuestra que el CCG está afectando los ecosistemas marinos (por ejemplo Hoegh-Guldberg *et al.*, 2007; IPCC, 2007; Cheung *et al.*, 2009). Las proyecciones existentes incluyen, entre otros, cambios en temperatura, acidificación, corrientes oceánicas, productividad, distribución de especies, biomasa de recursos pesqueros, pérdida de biodiversidad, etc. (por ejemplo Behrenfeld *et al.*, 2006; Worm *et al.*, 2006; IPCC, 2007; Cheung *et al.*, 2009; Barange y Perry, 2009). Para hacer el problema aun más complejo, el CCG y sus efectos es transversal a una gran gama de escalas espacio-temporales, y por consiguiente, las respuestas de las poblaciones, comunidades y ecosistemas es y será altamente heterogénea. Es un hecho que los efectos del CCG serán diferentes en cuanto a magnitud y dirección en diferentes áreas geográficas (IPCC, 2007), y en el caso particular del océano entre el océano abierto, las plataformas continentales, y los ecosistemas costeros (Walther *et al.*, 2002; Lehodey *et al.*, 2006).

Por otra parte, debido a la magnitud de los flujos de energía y materia en que domina la actividad humana, lo que nuestra especie haga o deje de hacer en el presente y los próximos años, en cuanto a mitigación y capacidad adaptativa será determinante en la trayectoria del CCG y su impacto (Allison, Beveridge y van Brackel, 2009). En consecuencia, el problema tiene una componente sociopolítica ineludible, y exige nuevas formas de gobernanza y participación a distintos niveles (local, nacional, regional, internacional, global), tensionando las estructuras y formas de gobernanza heredadas principalmente del siglo XX.

La separación artificial entre el mundo biofísico y social pierde cada vez más su justificación dando paso a nuevos paradigmas tales como el de los sistemas socio-ecológicos (por ejemplo Folke *et al.*, 2005, Perry *et al.*, 2010a,b) mucho más apropiados, no solo como representación de la realidad, sino para enfrentar múltiples desafíos concretos de la humanidad (por ejemplo contaminación, sobre-explotación de recursos hidrobiológicos, pérdida de biodiversidad, etc.).

En el caso particular de las pesquerías mundiales existe gran preocupación por su potencial fragilidad frente al cambio climático. Las pesquerías actualmente, y en escalas de tiempo mucho más cortas y por consiguiente no directamente vinculadas al CCG, ya presentan claros signos de deterioro producto de múltiples factores tales como la sobreexplotación de un porcentaje altísimo de los mayores stocks del mundo (FAO, 2010), el descarte (Kelleher, 2005), el deterioro de los hábitats (Caddy, 2007; Wilson *et al.*, 2010), la contaminación, la pérdida de diversidad (Worm *et al.*, 2006), entre otras. Por consiguiente, y considerando la importancia de las pesquerías como fuente de trabajo directo para aproximadamente de 43,5 millones de personas (FAO, 2005) y como una fuente fundamental de proteínas para la alimentación humana y animal (Thorpe *et al.*, 2006), existe gran preocupación por parte de diversos organismos internacionales por el futuro de esta actividad a la luz de la incerteza proveniente, además, de los posibles cambios generados por el calentamiento global. Así un panel de expertos bajo el alero de la FAO planteó en el contexto de los recursos acuáticos, que el CCG afectaría las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria, es decir: disponibilidad, estabilidad del suministro, acceso a los alimentos de origen acuático, y utilización de productos del mar (Cochrane *et al.*, 2009).

Los impactos y cambios inevitables generados por el cambio climático irán más allá de la capacidad de hacerles frente, y la sociedad y los ecosistemas deberán poner en práctica medidas de adaptación (IPCC, 2007). La capacidad adaptativa de una sociedad se encuentra estrechamente relacionada con su nivel de desarrollo, por lo que el desafío para los países en vías al desarrollo es aún mayor. En este sentido, el avanzar hacia un sólido desarrollo sustentable es una manera eficaz de reducir la vulnerabilidad al CCG

(IPCC, 2007).

Un paso fundamental para la adaptación es poseer un adecuado diagnóstico de la vulnerabilidad de los ecosistemas relevantes al cambio climático. Desafortunadamente, el conocimiento acerca de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas es aún escaso para enfrentar adecuadamente el desafío. Además de los posibles impactos del cambio climático sobre las pesquerías se agregan la complejidad de los fenómenos naturales, la presencia mayoritaria de respuestas no-lineales y la incertidumbre de los modelos climáticos y de los escenarios de emisiones escogidos.

Las pesquerías son uno de los pilares de la economía de Chile (OECD, 2009), con una producción total de 4 647 000 toneladas en el año 2010 (SERNAPESCA, 2011), lo que lo incorpora entre los 7 principales países productores en cuanto a captura (FAO, 2010), así como en cuanto a exportación de pescado y productos pesqueros con un total de 3931 millones de USD (FAO, 2010). Las pesquerías de la zona centro-sur de Chile corresponden a las más importantes del país con alrededor del 45 por ciento del total nacional (SERNAPESCA, 2011).

En este contexto, en el presente trabajo se explora la vulnerabilidad de la pesca al CCG en la zona centro-sur de Chile, basado en las pesquerías de la sardina común, anchoveta, jurel y merluza común.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- (i) Definir la vulnerabilidad de la pesca al cambio climático global en la zona centro-sur de Chile a partir de los potenciales impactos, la sensibilidad del sistema y la capacidad de adaptación
- (ii) Recomendar estrategias de adaptación locales y/o nacionales, en base a la información disponible y análisis realizado en el caso de estudio
- (iii) Aportar con información relevante al desarrollo de directrices globales para el desarrollo de políticas de adaptación de la pesca al cambio climático

3. METODOLOGÍA

El estudio se centró en las pesquerías más importantes desde el punto de vista socioeconómico de la zona centro-sur de Chile, es decir: jurel, sardina común, anchoveta y merluza común. En base a lo establecido en los términos de referencia de la presente investigación se procedió a:

- 1) Revisar los modelos climáticos y la información disponible sobre cambios biofísicos que permitan predecir los efectos posibles del cambio climático en las pesquerías de la zona centro-sur de Chile
- 2) Revisar bases de datos e información disponible (histórica y actual) en cuanto a: empleo, estado actual de los recursos pesqueros seleccionados, estado actual y tendencias en gobernanza relacionadas con el manejo pesquero, y cambio climático
- 3) Proveer un análisis inicial de vulnerabilidad siguiendo el marco conceptual de vulnerabilidad del IPCC
- 4) Identificar las estrategias actuales para enfrentar el cambio climático
- 5) Discutir estrategias alternativas de adaptación e identificar obstáculos y oportunidades que dificulten/faciliten su implementación en el sector pesquero de la zona centro-sur de Chile

4. RESULTADOS

4.1 Límites geográficos (físicos) y antecedentes generales del sistema en consideración.

Este estudio se focaliza en aquella porción del Sistema de la Corriente de Humboldt (Figura 1) localizada frente a la zona centro-sur de Chile, es decir ~ 35°-38°S. No obstante, comenzaremos la descripción del sistema con algunas generalidades del SCH

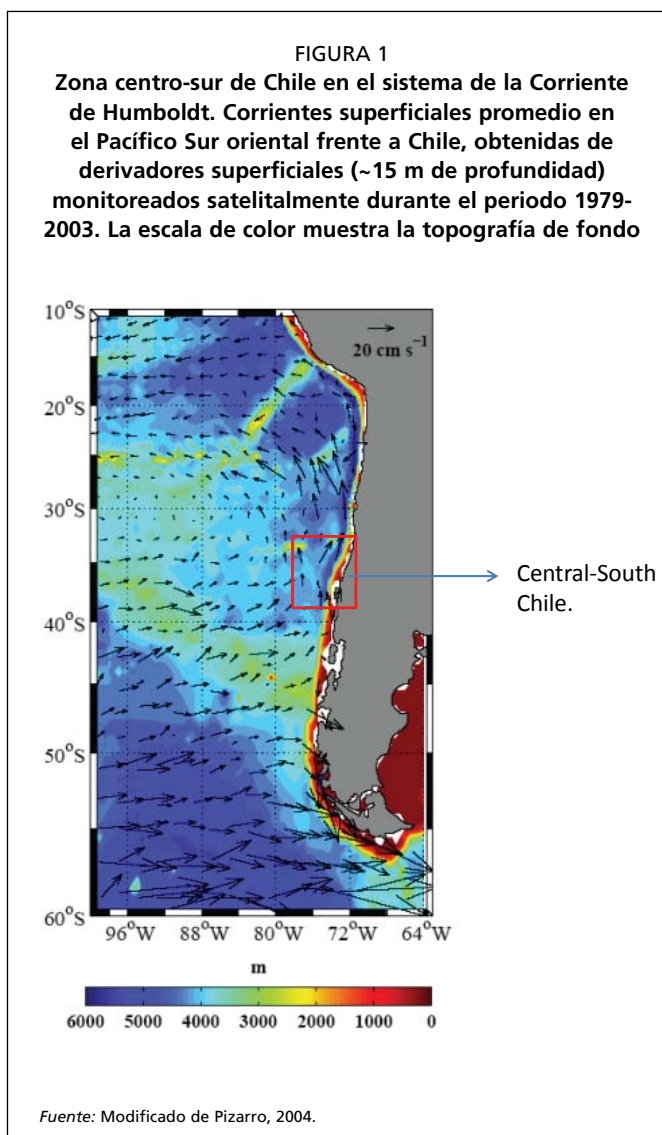
para posteriormente centrarnos en la zona centro-sur de Chile.

El Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) es uno de los sistemas más productivos del mundo, tanto en términos de su producción primaria (Fossing *et al.*, 1995; Daneri *et al.*, 2000) como en cuanto a su producción pesquera (Bakun y Broad, 2003). El SCH cubre, desde una perspectiva latitudinal, desde Chile centro-sur (~ 42 °S) hasta el norte de Perú (~ 4-5 °S). En su límite norte existe un borde dinámico con el Ecosistema Costero del Pacífico Centro-Americano (Bakun *et al.*, 1999), que corresponde a una zona de transición entre la Provincia Biogeográfica de Humboldt y la Provincia Biogeográfica Panameña. Este límite se desplaza a escalas estacionales e interanuales y es, además, afectado por las fases del ciclo El Niño-Oscilación del Sur, ENSO (Strub *et al.*, 1998).

El borde sur del SCH está vinculado a la Corriente de Deriva del Oeste (CDO), la cual corresponde al borde meridional del giro subtropical, el que presenta una circulación anticiclónica permanente en el Pacífico Sur. La CDO transporta aguas comparativamente más salinas desde el occidente, las que van disminuyendo su salinidad y enfriándose a medida que se acercan al continente sudamericano (Silva y Neshyba, 1979a).

La CDO constituye el origen de la Corriente de Chile-Perú que fluye hacia el norte y de la Corriente del Cabo de Hornos que fluye en dirección sur (Reid, 1965; Wyrski, 1975; Silva y Neshyba, 1977). La CDO alcanza el continente sudamericano alrededor de los 42°S (Nuñez, 1996; Figueroa y Quiñones, 1997) causando un punto de estancamiento a los 44°S alrededor de 30 millas de distancia de la costa (Davila, 2002). La variabilidad norte-sur de la bifurcación cerca de la costa es el resultante del viento local el cual a su vez depende de la interacción entre el Anticiclón del Pacífico Sur y las bajas Subpolares (Nuñez, 1996). La posición intra-anual de la CDO oscila aproximadamente entre los 34° y los 45°S (Gatica *et al.*, 2009).

El límite exterior del SCH es también variable (por ejemplo variabilidad interanual, Car, 2002; estacional, Calienes, Guillén y Lostaunau, 1985) existiendo, además, varios criterios para definirlo. Por ejemplo, si sólo se considera el dominio físico de la surgencia la extensión promedio del SCH sería alrededor de 120 km de la costa (Chávez y Barber, 1987). Por otra parte, se ha utilizado un criterio biológico basado en una línea de contorno de 1 mg m⁻³ de clorofila superficial para estimar el límite externo del SCH (por ejemplo Nixon y Thomas, 2001; Quiñones *et al.*, 2010). Quiñones *et al.* (2010) estimaron que usando dicho criterio el límite externo variaba entre 40 y 200 km dependiendo de la zona al interior del SCH. Para la zona centro-sur de Chile Quiñones *et al.* (2010) proponen una extensión de aproximadamente 100 km desde la costa.



De acuerdo con los resultados de estudios de modelamiento, los sistemas de circulación de mesoescala están principalmente forzados por el esfuerzo del viento y por el rotor del esfuerzo, generando surgencia, remolinos, y filamentos en el océano costero de la zona central y centro-sur de Chile (Batteen *et al.*, 1995; Leth y Shaffer, 2001; Aitken *et al.*, 2008). Ondas atrapadas a la costa, gatilladas por intensos vientos que duran días a lo largo del Océano Pacífico ecuatorial, también juegan un rol importante. Cuando una onda Kelvin ecuatorial alcanza la costa occidental de Sudamérica, parte de su energía se propaga hacia el polo en la forma de una onda atrapada a la costa, forzando cambios en la temperatura superficial del mar, picnoclina, nivel del mar y fluctuaciones de corrientes a lo largo de la plataforma continental en escalas que van de intra-estacional a inter-anual (Pizarro, Clarke y Gorder, 2001; Hormazabal *et al.*, 2001). Además, ondas largas de Rossby generadas a lo largo de la costa transfieren perturbaciones costeras hacia el oeste en escalas de tiempo estacionales a inter-anales (Vega *et al.*, 2003; Ramos *et al.*, 2006). En particular, la corriente subsuperficial de Perú-Chile, el principal flujo subsuperficial hacia el polo que se desplaza a lo largo del borde de la plataforma continental y del talud, está fuertemente modulada por las ondas de Rossby (Pizarro *et al.*, 2002).

4.2 Aspectos generales del clima

Frente a la costa chilena, el SCH se encuentra influenciado, desde el punto de vista meteorológico, principalmente por la interacción de los siguientes centros de presión: el Anticiclón Subtropical del Pacífico (ASP), la Baja Polar y la Baja Costera (Saavedra y Foppiano, 1992). Estos centros de presión, actúan sobre los patrones generales de vientos en el Pacífico suroriental.

El principal sistema atmosférico de gran escala que fuerza los vientos con componente del sur a lo largo del norte y centro de Chile es el ASP. La presencia cuasi permanente del ASP en conjunto con un contraste regional térmico entre la tierra y el mar, fuerza a lo largo de todo el año vientos del sur en el norte de Chile (Rutllant, Fuenzalida y Aceituno, 2003). Asociado al ASP existe una amplia y muy persistente cobertura de nubes estratocúmulos de bajo nivel, que juega un papel importante en el balance radiativo de la tierra (Painemal *et al.*, 2010). Cambios en la posición del ASP, especialmente la migración de norte a sur entre el invierno y el verano respectivamente, y los cambios en su intensidad con un mínimo en otoño y un máximo en primavera (Fuenzalida, 1982), explican la variabilidad estacional de los vientos costeros. En particular cuando el ASP se desplaza hacia el Ecuador, los sistemas atmosféricos de latitudes medias experimentan su posición más al norte, alternando vientos hacia el polo y hacia el ecuador a lo largo de la costa central de Chile. Recientemente, Muñoz y Garreaud (2005) describieron un chorro costero de bajo nivel en dirección hacia el Ecuador frente a Chile central, forzado por un gradiente de presión meridional (balanceado ageostróficamente) debido al paso de anticiclones superficiales en latitudes medias desde el océano al continente.

Así, la surgencia forzada por el viento en las costas de Chile puede ser clasificada en dos áreas distintas de acuerdo con la estacionalidad de los vientos a lo largo de la costa: la región norte (18°-30°S) caracterizada por vientos favorables a la surgencia a lo largo de todo el año (Pizarro *et al.*, 1994), y la región central (30°-41°S) caracterizada por su fuerte estacionalidad, con una estación de surgencias bien definida que tiene lugar durante la primavera y el verano austral, especialmente en su zona sur (por ejemplo Arcos y Navarro, 1986). En consecuencia la zona central de Chile se caracteriza por un fuerte ciclo anual pluviométrico con inviernos relativamente húmedos y veranos secos (Fuenzalida, 1982). En esta región, la mayor parte de la precipitación es originada por los frentes fríos asociados con sistemas migratorios de baja presión vinculados a los vientos del oeste de latitudes medias. Además, las descargas de los ríos en Chile central presentan un máximo invernal debido a la contribución de la lluvia a la Cuenca de los

ríos y a un máximo secundario en verano debido a los deshielos (por ejemplo Waylen y Caviedes, 1990).

En general, la variabilidad interanual del sistema océano-atmósfera en Chile central está estrechamente relacionado al ciclo ENSO. Fuertes fluctuaciones de la piconclina durante El Niño y La Niña, debido al paso de ondas atrapadas a la costa y ondas largas de Rossby, explican la mayoría de las fluctuaciones sobre la plataforma continental (por ejemplo Pizarro, Clarke y Gorder, 2001; Hormazabal *et al.*, 2001; Pizarro *et al.*, 2002; Vega *et al.*, 2003; Escribano *et al.*, 2004). Por otra parte, la dinámica del ASP es parte de la Oscilación del Sur, es decir la componente atmosférica del ENSO. Así, durante los eventos El Niño (La Niña), anomalías negativas (positivas) del ASP están relacionadas con condiciones húmedas (secas) de lluvia (por ejemplo Aceituno, 1988; Rutllant y Fuenzalida, 1991), anomalías positivas (negativas) de caudales (por ejemplo Waylen y Caviedes, 1990; Aceituno y Vidal, 1990), y una débil (fuerte) estación de surgencia en Chile central (Montecinos y Gómez, 2010). En escalas de tiempo interdecadales, fluctuaciones de baja frecuencia del viento ecuatorial a lo largo del Océano Pacífico parecieran forzar cambios en el océano costero en Chile norte y central a través de fluctuaciones de la piconclina (por ejemplo Montecinos, Leth y Pizarro, 2007). Las fluctuaciones interdecadales de la lluvia en Chile central están asociadas con la Oscilación Interdecadal del Pacífico y están superimpuestas a una débil tendencia negativa de la pluviosidad (Montecinos, Garreaud y Aceituno, 2000; Pellicciotti, Burlando y van Vliet, 2007).

El Modo Anular Austral, o también llamada Oscilación Antártica (AAO), es importante para explicar la variabilidad climática en la región. Durante la fase positiva (negativa) del AAO hay una reducción (incremento) de la lluvia especialmente cerca de la latitud 40°S en la zona centro-sur de Chile (Gillet *et al.*, 2006). En una escala de tiempo más larga, Quintana (2004) demostró que el AAO explica parcialmente la tendencia negativa de largo plazo observada en la precipitación anual, en la porción sur de Chile central (37°-43°S). La aceleración de los vientos del oeste en altas latitudes en el Hemisferio Sur, en relación a la tendencia positiva del AAO, también ha forzado un incremento en la circulación del giro subtropical del océano Pacífico Sur en las últimas décadas (Marshall, 2003; Roemmich *et al.*, 2007).

Desde el cambio de régimen que tuvo lugar a mediados de la década de los 70 (ejemplo Trenberth y Hurrell, 1994), las áreas costera a lo largo de la zona norte y central de Chile ha experimentado una tendencia al enfriamiento, tanto en la temperatura del mar como en la temperatura superficial del aire, mientras que tierra adentro cerca de la Cordillera de los Andes se ha experimentado un calentamiento (Falvey y Garreaud, 2009). Bakun (1990) propuso que el calentamiento global generaría una intensificación de la surgencia costera en los sistemas de borde oriental debido a un incremento del contraste térmico entre la tierra y el océano. Este proceso sería el responsable de la tendencia al enfriamiento en el Perú (Narayan *et al.*, 2010), pero probablemente también en el norte de Chile. Según Falvey y Garreaud (2009), la intensificación del APS durante las últimas décadas está probablemente jugando un papel importante en el forzamiento de la tendencia al enfriamiento en Chile. Por otra parte, los vientos ecuatoriales del Este han mostrado una tendencia negativa en relación con el debilitamiento de la circulación de Walker (Vecchi *et al.*, 2006), mientras hay un desplazamiento general hacia el sur de la celda de Hadley (Vecchi y Soden, 2007), y un cambio hacia el polo de los vientos del oeste y de la trayectoria de las tormentas (Bengtsson, Hodges y Roeckner, 2006) en el Hemisferio Sur.

4.3 Surgencia costera y productividad biológica

Las aguas transportadas por la surgencia (por ejemplo AESS) provienen de profundidades someras (50-150 m), presentando bajo contenido de oxígeno y altas concentraciones de nutrientes (por ejemplo Zuta y Guillén, 1970; Strub *et al.*, 1998). A lo largo de las

costas Chilenas, la presencia de surgencia costera es bastante común entre las latitudes 18°S y 38°S debido a la orientación de la línea de costa y la frecuencia de los vientos del sur y sur-oeste. Entre los más importantes centros de surgencia están Iquique (20°S), Antofagasta (23°S), Coquimbo (30°S), Valparaíso (33°S), Concepción (36°S), y el Golfo de Arauco (37°S). Sin embargo, se han reportado otros centros de surgencias tan al sur como Valdivia (39°S; Atkinson *et al.*, 2002).

En el SCH frente a Chile, el transporte de Ekman mar afuera y la mezcla superficial son máximos en primavera y verano (Pizarro *et al.*, 1994; Strub *et al.*, 1998). En términos generales, el efecto combinado de los vientos y de la fuerza de Coriolis permite la generación de la surgencia de AESS transportadas por la Corriente subsuperficial de Perú-Chile. Además de la circulación forzada por el viento, la presencia de remolinos de mesoescala es importante en el forzamiento de la surgencia costera (Leth y Shaffer, 2001; Mesias, Mantano y Strub, 2003; Leth y Middleton, 2004).

La variación estacional de las concentraciones de nutrientes en las aguas superficiales del SCH está en concordancia con el régimen temporal de surgencias favoreciendo altas tasas de producción nueva en el ecosistema. De hecho, las razones f estimadas (f -ratio) varían entre 0,21 y 0,75 (Dugdale, 1985; Minas *et al.*, 1986). Sin embargo, la regeneración de nutrientes en los sedimentos cerca de la costa puede ser significativa (Harrison y Platt, 1981). Tanto el silicato como el nitrato pueden actuar como nutrientes limitantes del crecimiento del fitoplancton (Guillén y Calienes, 1981; Calienes, Guillén y Lostaunau, 1985), el primero bajo condiciones de eventos de surgencia débiles, mientras que el segundo cuando la surgencia se intensifica (Dugdale, 1983). La limitación por nitrógeno es el resultante de altas tasas de denitrificación asociadas con la ZMO (Codispoti y Packard, 1980; Olivieri y Chávez, 1996; Farías, Paulmier y Gallegos, 2007). A comienzos de los años 2000, se reportó por primera vez en el SCH evidencia de limitación por hierro de la producción primaria (Hutchins *et al.*, 2002; Bruland *et al.*, 2005). Además, Gómez *et al.* (2007) ha sugerido la existencia de limitación por sílice como el proceso responsable por la existencia de ensamblajes de fitoplancton bajo condiciones de altos nutrientes/baja clorofila en periodo de verano en la zona oceánica del SCH frente a Chile. Al sur de los 15°S existe evidencia basada en la proporción de los nutrientes y modelos biogeoquímicos de cajas de la presencia de posible limitación de la producción primaria por nitrógeno (Quiñones *et al.*, 2010).

El rango de producción primaria reportado para el SCH es amplio con valores entre 3,0 y 7,0 g/cm²d frente a Chile (Montecino *et al.*, 2006). La variación estacional de la biomasa del plancton y de la productividad primaria dentro de los primeros 100 km desde la línea de costa está 180° fuera de fase con la variación de la intensidad de la surgencia (Guillén y Calienes, 1981; Calienes, Guillén y Lostaunau, 1985; Chávez, 1996; Thomas *et al.*, 2001a). Guillén y Calienes (1981) sugieren que la mayor productividad primaria observada en el periodo verano/otoño encuentra explicación en la dinámica de la profundidad de la capa de mezcla y en la radiación solar. Sin embargo, lejos de la costa (100-250 km) la concentración de clorofila a es máxima durante el invierno, probablemente como un resultante de fuerte transporte costa-oceano (Chávez, 1996; Grob, Quiñones y Figueroa, 2003).

Variaciones espaciales en la producción primaria a lo largo del SCH han sido demostradas utilizando datos de dos ecosistemas de surgencia de la zona norte (Antofagasta: 23°S y Coquimbo: 30°S) y uno de la zona central (Concepción: 36°S). Los mayores niveles de producción ocurren cerca de la costa, en cercana asociación con los centros de surgencia. Altos valores de producción primaria integrada en la columna de agua han sido medidas en las áreas de surgencia de Antofagasta (9,3 g/cm²d) y Concepción (19,9 g/cm²d) mientras que en el área localizada frente a Coquimbo se han encontrado consistentemente valores más bajos de productividad primaria (<2 g/cm²d), a pesar de la persistencia de condiciones favorables a la surgencia (Daneri *et al.*, 2000). El mismo patrón emerge en términos de la biomasa de fitoplancton (González *et al.*,

1998; Montecino y Quiroz, 2000; Morales *et al.*, 1996, 2001). Investigaciones recientes han demostrado un importante vínculo entre la surgencia costera y la capacidad del sistema pelágico de transformarse en heterotrófico u autotrófico, basado en el impacto de los eventos de surgencia sobre la estructura de tamaño del fitoplancton (Jacob *et al.*, 2011).

En el SCH, intercambios significativos de calor y CO₂ tienen lugar entre el océano y la atmosfera debido al proceso de afloramiento de aguas subsuperficiales (AESS), frías, ricas en nutrientes y saturadas en CO₂. En un comienzo la surgencia promueve un fuerte transporte de calor y una fuerte desgasificación de CO₂ hacia la atmosfera (Torres *et al.*, 1999, 2002). Posteriormente, la fertilización de la zona fótica por la surgencia promueve altas tasas de productividad primaria y de uptake de CO₂ desde la atmósfera y eventualmente alto exporte de carbono hacia el océano profundo. Aunque el SCH se comporta como una fuente neta de los gases invernaderos CO₂ y N₂O (Codispoti y Packard, 1980; Takahashi *et al.*, 2002b; Cornejo *et al.*, 2006), la variabilidad espacial y estacional es alta (Lefevre *et al.*, 2002; Torres *et al.*, 2002, 2003; Cornejo *et al.*, 2006; Farías, Paulmier y Gallegos, 2007) y es regulada tanto por procesos físicos y biológicos (Copin-Montégut y Raimbault, 1994; Takahashi *et al.*, 2002b, Torres *et al.*, 2002). En las aguas costeras frente a Chile Centro-sur la producción de N₂O pareciera estar principalmente asociada a la nitrificación (Cornejo *et al.*, 2006). Además, en aguas frente al norte de Chile los procesos acoplados de oxidación y reducción de compuestos de nitrógeno han sido propuestos como una fuente de N₂O en la parte más profunda de la oxiclina (Farías, Paulmier y Gallegos, 2007).

4.4 La Zona de Mínima de Oxígeno en el SCH

El SCH posee una de las tres zonas de mínimos de oxígeno (ZMO) más importantes del océano global (Levin, 2003) (Figura 2). Se caracteriza por la presencia de niveles de concentración muy bajos en la termoclina principal debido a altos niveles de consumo de oxígeno generado por la descomposición de material orgánica y bajas tasas de renovación de agua por ventilación (Morales, Hormazabal y Blanco, 1999). El Agua

FIGURA 2
Principales zonas de mínimo de oxígeno subsuperficiales (zonas en gris) del océano global



Fuente: Levin, 2002.

Ecuatorial Subsuperficial (AESS) con bajo contenido de oxígeno es transportada hacia el polo sobre la plataforma continental y el talud a lo largo de la costa de Chile por la llamada Corriente de Gunther (Alheit y Bernal, 1993) o la corriente subsuperficial de Perú-Chile (Perú-Chile undercurrent; Wooster y Gilmartin, 1961). La ZMO se va profundizando y debilitando hacia el sur (Grados, 1988). La ZMO entre los 17°S y 38°S cubre cerca de 3500 km² (Fuenzalida *et al.*, 2009a) y va perdiendo su grosor hacia el océano abierto desde alrededor de 300 m a los 70°W y desaparece a los 103°W (Pantoja, Sepúlveda y González, 2004). El límite superior de la ZMO fluctúa entre < 50 m de profundidad frente a Perú y norte de Chile, y entre 70-80 m a los 19° S (Morales, Hormazabal y Blanco, 1999). Esta variabilidad puede ser explicada por la profundización del núcleo de la AESS hacia el sur (Silva y Sievers, 1981; Grados, 1988). Así, alrededor de los 36° S, el límite superior de la ZMO fluctúa entre 80-280 m de profundidad (Silva y Neshyba, 1979b), aunque en periodos de surgencia activa (Octubre-Marzo) este puede alcanzar 20 m de profundidad (Brandhorst, 1971).

La ZMO es una importante barrera física para la respiración aeróbica (Eissler y Quiñones, 1999) haciendo que los niveles de oxígeno y su variabilidad sean factores críticos para la biota en el SCH (por ejemplo Boyd *et al.*, 1980; Morales *et al.*, 1996; González y Quiñones, 2000). Por ejemplo, la distribución de especies claves del zooplancton es fuertemente influenciada por la ZMO como ha sido demostrado para *Calanus chilensis* (Escribano, 1998; Ulloa *et al.*, 2001, González y Quiñones, 2002), otras especies de copépodos (Escribano y Hidalgo, 2000), *Euphausia mucronata* (Escribano, Marín y Irribarren, 2000; González y Quiñones, 2002) y larvas de anchoveta (Morales *et al.*, 1996). Por otra parte, se ha sugerido que la ZMO afecta indirectamente la sobrevivencia de estadíos tempranos de anchoveta, ya que ésta influencia la distribución de especies de zooplancton gelatinoso predadores de larvas de anchoveta (Fuenzalida *et al.*, 2009b).

No obstante, la ZMO es una zona altamente activa desde el punto de vista microbiológico y biogeoquímico. Por ejemplo, González *et al.* (2007), comparando el efecto de diferentes fuentes de carbono orgánico disuelto sobre la producción de biomasa en la OMZ encontraron que la comunidad microbiana que habita la OMZ tenía un crecimiento potencial similar que aquella comunidad de microorganismos que habitan en la zona más oxigenada de la columna de agua.

Arquea, con crenarchaeota como el grupo dominante, es un componente muy importante de la comunidad microbiana residente en la ZMO (Levipan *et al.*, 2007a; Quiñones *et al.*, 2009). La producción procarionte total (por ejemplo bacteria + arquea) en la ZMO frente a Chile centro-sur puede alcanzar valores tan altos como 910 ug C/m³h con una producción promedio secundaria de arquea de 42,4±8,5 por ciento (±SE) de la producción procarionte total aunque su contribución puede alcanzar cerca de 97 por ciento ocasionalmente (Levipan *et al.*, 2007a). Ensamblajes de bacteria y arquea pueden alcanzar valores de producción secundaria en la OMZ tan altos como 600 y 300 ug C/m³h, respectivamente. El núcleo central de la OMZ frente al norte de Chile presenta una comunidad denitrificante muy activa que es capaz de reducir entre un 30 y un 40 por ciento del NO₃⁻ a N₂ (Castro-González y Farías, 2004).

En las capas oxicas y suboxicas, los eucariotes parecieran ser los principales contribuyentes a la regeneración neta de NH₄⁺ (4,6 a 17,7 μM/d) (Molina *et al.*, 2005). La actividad de pastoreo por parte de los nanoheterótrofos sobre los procariontes en la OMZ es significativa (Cuevas y Morales, 2006) y la concentración de partículas virales en la ZMO es del orden de 2,2 X 10⁹ VPL/l (Chiang y Quiñones, 2007; Eissler *et al.*, 2010).

La ZMO del SCH, a través del proceso biológicamente mediado de dinitrificación, es importante para el sumidero global de nitrógeno en el océano (Codispoti y Christiansen, 1985; Codispoti *et al.*, 1986; Gruber y Sarmiento, 1997), y es una fuente del gas invernadero óxido nitroso N₂O hacia la atmósfera (Codispoti y Christiansen,

1985; Ward *et al.*, 1989; Cornejo *et al.*, 2006; Farías, Paulmier y Gallegos, 2007), el cual además juega un importante papel en el deterioro del ozono de la estratosfera. En consecuencia, la ZMO frente a Perú y norte de Chile ha sido reconocida como uno de los tres sitios más importantes de denitrificación del océano global asociado a condiciones mínimas de oxígeno (Wooster, Chow y Barrett, 1965; Fiadero y Strickland, 1968; Codispoti y Packard, 1980; Codispoti *et al.*, 1989), y se ha estimado que es el responsable de aproximadamente un 20 por ciento de la denitrificación global del océano (Codispoti y Packard, 1980; Codispoti *et al.*, 1986).

En la plataforma continental de Chile centro-sur, extensas áreas del fondo están expuestas a bajos niveles de oxígeno, en escala estacional (Ahumada y Chuecas, 1979; Ahumada, 1989). Generalmente, la aparición de condiciones deficitarias de oxígeno (<1 mL O₂ L⁻¹) ocurren al comienzo de la primavera, desapareciendo en otoño (Ahumada, Rudolph y Martínez, 1983). Consecuentemente el metabolismo de los organismos que habitan la plataforma continental, debería reflejar en cierto grado, el ambiente hipóxico y regular los mecanismos bioquímicos y fisiológicos envueltos en el metabolismo anaeróbico (González y Quiñones, 2000).

4.5 Variabilidad interanual y los efectos de las fases del ENSO

Entre los principales ecosistemas de surgencias a escala mundial, SCH es uno de los que se encuentra más sometido a variabilidad interanual debido al ENSO y sus fases cálidas (El Niño) y frías (La Niña) (Brainard y McLain, 1987; Carr, 2002). Perturbaciones en el campo de presión del Pacífico Ecuatorial, los cuales están asociados con el debilitamiento de los vientos alisios, gatillan la propagación de las ondas Kelvin hacia el Pacífico Oriental. Estas se manifiestan en el incremento del nivel del mar y la profundización de la termoclina, oxiclina y nutriclina. De acuerdo a Strub *et al.* (1998), las condiciones típicas que se desarrollan durante El Niño son las siguientes:

(i) Intensificación temporal, a escala de varios meses, de la Corriente Subsuperficial de Perú-Chile (PUC); (ii) profundización prolongada de la termoclina; (iii) desplazamiento meridional de la Zona de Convergencia Intertropical, incrementando la pluviosidad y cambiando localizaciones favorables para la surgencia en la zona norte del Perú; y (iv) debilitamiento del Anticiclón del Pacífico Sur. No obstante, los vientos costeros tienden a intensificarse al sur de los 5°S, incrementando la agitación (sea roughness), turbulencia y la mezcla. La surgencia puede ser aun más intensa, pero debido a la profundización de la termoclina, se dificulta el transporte de aguas ricas en nutrientes (AESS) hacia la superficie, y la productividad primaria disminuye de manera significativa (Barber y Chávez, 1983). Al norte de los 5°S, los vientos se debilitan debido al desplazamiento de la Zona de Convergencia Intertropical. Aguas superficiales tropicales y ecuatoriales se desplazan hacia el sur. Las aguas oceánicas salinas y cálidas penetran la zona costera (Guillén *et al.*, 1985, Sánchez, Calienes y Zuta, 2000). Una característica propia de los Eventos El Niño es la profundización de la termoclina y el fortalecimiento temporal de la PUC, lo que profundiza a su vez la ZMO, llegando su límite superior hasta 200 y 250 m en los eventos El Niño 1982/1983 y 1997/1998, respectivamente (Guillén *et al.*, 1985; Arntz y Fahrbach, 1996; Sánchez, Calienes y Zuta, 2000).

Durante El Niño, la intrusión de aguas tropicales, ecuatoriales y oceánicas hacia el sur y el este, la disminución de la productividad y la profundización de la capa de mínimo de oxígeno son las principales perturbaciones que afectan las comunidades biológicas del SCH. Por ejemplo, frente a Perú, la productividad primaria se redujo en 50 por ciento y la comunidad del fitoplancton fue dominada por dinoflagelados y diatomeas grandes de origen oceánico y ecuatorial (Chávez *et al.*, 1989; Ochoa *et al.*, 1985; Rojas de Mendiola *et al.*, 1985). En la zona norte de Chile, se ha observado disminuciones de la producción primaria del orden del 30 por ciento y con las fracciones de tamaño

del pico- y nanofitoplancton llevando a cabo una fuerte contribución a la producción primaria (Iriarte y González, 2004). Las especies locales de zooplancton fitófago fueron reemplazadas parcialmente por especies carnívoras asociadas a aguas cálidas (Carrasco y Santander, 1987; Tarazona y Arntz, 2000).

En el caso del bentos, los mayores niveles de oxígeno en el fondo producidos por El Niño generaron importantes cambios en la composición y biomasa de la comunidad (por ejemplo Sellanes y Neira, 2006; Sellanes *et al.*, 2007). Cuando el SCH está bajo condiciones de no-El Niño, las comunidades bentónicas de la plataforma continental dentro de la ZMO presentan tapices extensos de las bacterias gigantes, filamentosas y sulfuro-oxidantes de los géneros *Thioploca* y *Beggiatoa* (Gallardo, 1977; Schulz *et al.*, 2000). Biomásas bacterianas bentónicas de hasta 1 kg m⁻² (peso húmedo) han sido descritas a profundidades entre los 50 y 100 metros (Gallardo, 1963; Gallardo, 1977). En el caso de El Niño, las concentraciones más altas de oxígeno presentes en el fondo favorecen la diversidad y biomasa de especies de macrofauna (Tarazona *et al.*, 1988; Arntz *et al.*, 1991; Gutiérrez *et al.*, 2002) y los consumidores de interface son reemplazados por consumidores subsuperficiales y bioperturbadores más fuertes, en dominancia (Gutiérrez *et al.*, 2002). Además, un gran número de peces tropicales y oceánicos invaden la zona nerítica y varias especies bentónicas inmigran desde áreas tropicales (Tarazona y Arntz, 2000). Fuertes eventos El Niño son negativos para la anchoveta y también se han observado importantes cambios en la distribución y abundancia de jurel (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2001).

Durante El Niño la ictiofauna del norte de Chile experimenta cambios significativos a causa de la presencia de alrededor de 100 especies de peces invasores que durante periodos normales y/o fríos habitan en latitudes menores (Sielfeld *et al.*, 2010). La fuerza del El Niño medida por la intensidad de la anomalía de la temperatura, está en relación directa con el número de especies invasoras/afectadas (Sielfeld *et al.*, 2010).

De acuerdo con Ñiquén y Bouchon (2004) los principales impactos de El Niño sobre las principales pesquerías pelágicas en el SCH frente a Perú son las siguientes: (i) cambios en la distribución espacial de los stocks de sardina y anchoveta tanto en sentido latitudinal como longitudinal con ambas especies mostrando una tendencia a profundizarse bajo los 20 m; (ii) cambios en la estructura de tamaños de las poblaciones de sardina y anchoveta; (iii) la reproducción de la anchoveta se ve afectada mientras la de sardina (*Sardinops sagax*), caballa (*Scomber japonicus*), y la anchoa trompuda (*Anchoa nasus*) se ven favorecidas; (iv) el sistema pelágico pasa desde una estructura de biomasa dominada por la anchoveta a otra dominada por otras especies tales como la sardina (excepto durante el evento El Niño 1997-1998), jurel, caballa, anchoa trompuda, pez luminoso (*Vinciguerria* spp.), falso volador (*Prionotus stephanophrys*), pacífic cutlassfishes y mictófidis; (v) cambios en la composición de los desembarques pasando de una pesquería pelágica mono-específica a una multiespecífica, disminuyendo el porcentaje de anchovetas; y (vi) en general se observa una clara tendencia de desplazamiento espacial de los recursos pelágicos hacia el sur.

El Niño 1997-1998 causó cambios físicos en el hábitat frente a Chile centro-sur con efectos negativos sobre la actividad reproductiva y el estado de condición de las hembras de peces pelágicos pequeños durante 1997, determinando el reclutamiento más bajo de sardina común (*Strangomera bentincki*) durante los años 90 (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2004). Por su parte, el crecimiento y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens*) en esta zona no fue significativamente afectado (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2004).

Por otra parte, además de la clara sobreexplotación a que estaba sometido el jurel a mediados de los 90, las condiciones ambientales pre-El Niño y El Niño habrían producido una alteración en la distribución espacial del recurso, desplazando a los juveniles de la especie en la zona centro-sur de Chile (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2001). A nivel ecosistémico Tam *et al.* (2008), trabajando en la zona norte del SCH

(4°S-16°S; hasta 60 mn de la costa), determinan tres efectos principales de El Niño: (i) disminución dramática pero temporal del tamaño del ecosistema en términos de flujos y organización ecosistémica; (ii) cambios suaves en el funcionamiento global del ecosistema (por ejemplo proporción de los flujos de energía utilizados para respiración, consumo por predadores, detritus y exporte); y (iii) uso de vías alternativas a través del incremento de la predación del zooplancton sobre los productores primarios, lo que conlleva a un mayor impacto de las pesquerías sobre los flujos ecosistémicos. Además durante el evento El Niño 1997/1998 se observó una reducción de la biomasa de diatomeas forzando a peces planctívoros omnívoros a cambiarse a una dieta más dominada por el zooplancton. Se detectó, un aumento temporal del nivel trófico de la captura, y a pesar de capturas más bajas, el incremento en la proporción producción primaria necesaria para sostener las pesquerías versus capturas (PPR/Capturas) implica un impacto ecológico más fuerte de la pesquería sobre el ecosistema, lo cual enfatiza la necesidad de un manejo pesquero precautorio durante y después de El Niño. De hecho, Taylor *et al.* (2008) demuestran que a nivel ecosistémico los cambios en la tasa de pesca era el factor más importante tanto durante El Niño como durante el periodo post-El Niño.

4.6 Variabilidad interdecadal

La variabilidad interdecadal en el Pacífico Sur Oriental fue primero detectada como importantes fluctuaciones en stocks de peces pelágicos en Perú (Pauly y Tsukayama, 1987) y en Chile (Yáñez, 1991). Estas fluctuaciones son indicadoras de cambios mayores en la estructura y el funcionamiento del ecosistema (Lluch-Belda *et al.*, 1992; Chávez *et al.*, 2003).

Basados en la alternancia como especies dominantes entre sardina (*Sardinops sagax*) y anchoveta, Chávez *et al.* (2003) ha propuesto dos cambios de régimen para el sistema de Humboldt. El primero habría tenido lugar alrededor del año 1971 cuando la anchoveta colapsó y los niveles de sardina comienzan a crecer continuamente hasta mediados de la década del 80. El segundo cambio de régimen habría ocurrido a comienzos de la década de los 90 cuando la anchoveta recuperó su posición de especie dominante. La disminución brusca de una de estas especies dominantes modifica significativamente los flujos de carbono en el ecosistema pelágico alterando, en consecuencia, su biogeoquímica (Walsh, 1981; Jarre-Teichmann, 1998; Jarre-Teichmann *et al.*, 1998; Cury *et al.*, 2000).

Por otra parte, Yáñez (1991) reporta para la zona norte de Chile un incremento en la temperatura superficial del mar (TSM) a partir de 1976, dando origen a un periodo decadal cálido, coincidente con el reemplazo de la anchoveta por la sardina (*Sardinops sagax*). En el mismo periodo en la zona centro-sur de Chile la pesquería conjunta de sardina común y anchoveta fue reemplazada por la del jurel, proceso que Yáñez, Barbiery y Santillán (1992) sugieren como asociada a un incremento de la TSM y del nivel medio del mar después de 1976. Se ha sugerido que este aumento de la TSM se debería a un incremento en la frecuencia de vientos anómalos de componente norte, los cuales no son favorables a producir surgencia costera (Yáñez, 1998, Yáñez *et al.*, 2001). Hacia fines de los ochenta, la anchoveta habría reemplazado a la sardina en la zona norte de Chile, mientras que en la zona centro-sur se recuperan los clupeidos disminuyendo notablemente las capturas de jurel. Cabe destacar que este análisis no incorpora en el caso del jurel el fuerte impacto de la sobrepesca a que fue sometido este recurso durante la década de los 90.

Las fluctuaciones de la TSM costera en el SCH se caracterizan por presentar variabilidad interdecadal asociada a la Oscilación Interdecadal del Pacífico o ENSO-like Oscillation (Montecinos, Purca y Pizarro, 2003). Variaciones interdecadales también han sido documentadas respecto de la profundidad de la termoclina (Pizarro y Montecinos, 2004), la temperatura del aire (Rosenblüth, Fuenzalida y Aceituno, 1997),

y la precipitación (Montecinos, Garreaud y Aceituno, 2000; Vargas, Ortlieb y Rutllant, 2000) a lo largo de Chile.

4.7 El ecosistema marino frente a la zona centro-sur de Chile

El sistema de surgencia de Chile centro-sur es una de las áreas de mayor productividad biológica del Sistema de Corriente de Humboldt. En términos generales, la dinámica oceanográfica de esta zona puede ser explicada principalmente a través de la variabilidad asociada a la escala interanual, vinculada con la alternancia entre eventos cálidos y fríos producto de la manifestación de ENSO (Strub *et al.*, 1998; Blanco *et al.*, 2001, 2002; Arcos, Cubillos y Nuñez, 2001; Escribano *et al.*, 2004), y la variabilidad en la escala estacional asociada al proceso de surgencia que se verifica con mayor fuerza en el periodo primavera-verano (Saavedra, 1980, Bakun y Nelson, 1991; Leth, 2000; Rutllant, Rosenbluth y Hormazabal, 2004).

Los eventos de surgencia llevan a la superficie aguas ecuatoriales sub-superficiales con altas concentraciones de nutrientes principalmente durante el verano y primavera (Strub *et al.*, 1998). La fertilización de la zona fótica resulta en tasas de producción de hasta 25 mg C/m²/d (Daneri *et al.*, 2000; Montero *et al.*, 2007), lo cual promueve el crecimiento zooplanctónico y su disponibilidad para la trama trófica (Nuñez, *et al.*, 2009).

La plataforma continental frente a Chile centro-sur es ancha (~65 km) y topográficamente interrumpida por los cañones submarinos del Río Itata por el norte (36°05'S) y el Río Bio Bio por el sur (36°52'S) (Figueroa y Moffat, 2000; Sobarzo, Figueroa y Djurfeldt, 2001; Sobarzo y Djurfeldt, 2004). El aporte total de los ríos en esta zona es variable a través del año (~34,5 ×10⁹ m³/año) (Quiñones y Montes, 2001; Quiñones *et al.*, 2010), en respuesta a la pluviosidad estacional local, la cual fluctúa entre 300 and ~1000 mm/año (www.meteochile.cl). El input de agua dulce suministra cantidades importantes de ácido silícico, nitrato y ortofosfato a la zona costera (Sánchez *et al.*, 2008).

Estructuras de mesoescala tales como remolinos, corrientes de meandros y filamentos son frecuentes en esta región (Grob, Quiñones y Figueroa, 2003; Correa-Ramírez, Hormazabal y Yuras, 2007; Letelier, Pizarro y Nuñez, 2009) y son capaces de transportar fitoplancton y zooplancton aguas afuera (Hormazabal *et al.*, 2004; Correa-Ramírez, Hormazabal y Yuras, 2007; Morales *et al.*, 2007, 2010). Además se ha sugerido que estas estructuras de mesoescalas tendrían un grado de acoplamiento con la distribución espacio-temporal de peces (Hormazabal *et al.*, 2004).

Como en el resto del SCH, esta zona presenta una pronunciada ZMO (O₂<45μM), asociada con la presencia de Agua Ecuatorial Subsuperficial (AESS) (Silva y Neshyba, 1979b) entre los 50 y 300m de profundidad. Frente a Chile centro-sur, la ZMO se presenta en forma estacional (Escribano *et al.*, 2004) y presenta también una activa comunidad microbiana (Cuevas *et al.*, 2004), incluyendo arquea metanogénicas (Levipan *et al.*, 2007). La presencia de la ZMO sobre la plataforma continental genera largos periodos de hipoxia en los sedimentos (Fariás, Graco y Ulloa, 2004) y es un factor crítico para la estructura de las comunidades bentónicas (Gutiérrez *et al.*, 2000; Levin, 2003; Quiroga *et al.*, 2005; Levin *et al.*, 2009). Existe, además, clara evidencia de que bajo vientos de surgencia intensos y que duren varios días consecutivos estas aguas con bajo contenido de oxígeno pueden producir mortandades masivas de organismos como las ocurridas en Bahía Coliumo en enero de 2008 (Hernández-Miranda *et al.*, 2010).

La surgencia en la zona centro-sur de Chile está concentrado principalmente entre Punta Nugurne (35° 57' S; 72° 47' W) y Punta Manuel (38° 30' S; 73° 31' W). En esta zona el efecto del viento y de la topografía (por ejemplo presencia de los cañones submarinos de los ríos Bio Bio e Itata) influyen en forma importante (Fonseca y Fariás, 1987; Sobarzo, 1999). La zona centro-sur de Chile está bajo la influencia de fuerte surgencia

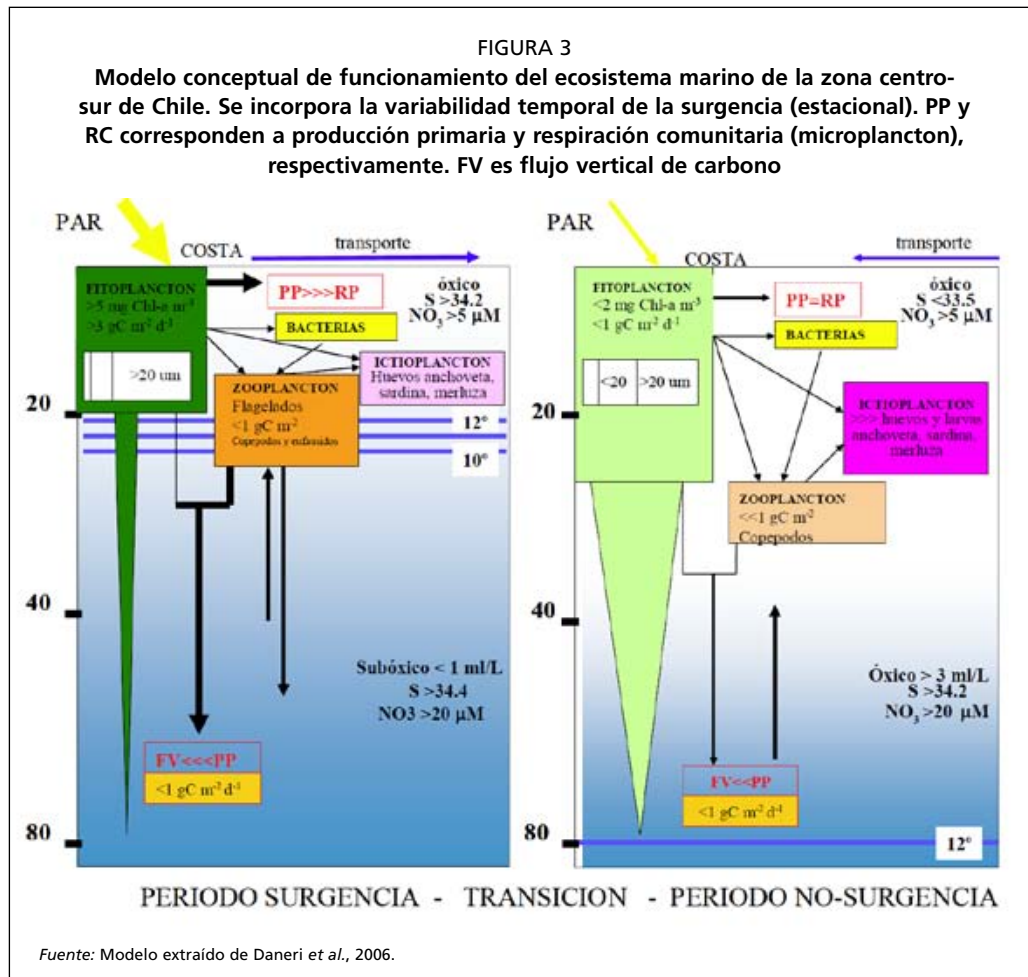
costera debido a la predominancia de vientos sur-oeste, principalmente, desde la parte final de la primavera hasta comienzos de otoño (Arcos y Wilson 1984; Ahumada, 1989). Esta surgencia gatilla una de las productividades primarias más altas del océano global con valores diarios entre 1 y 19,9 g Cm⁻² d⁻¹ (Fossing *et al.*, 1995, Daneri *et al.*, 2000). La zona muestra un claro régimen estacional en cuanto a la producción primaria con tasas de 5 a 9 gC m²/d durante el periodo primavera verano y <2 gC m²/d durante el otoño-invierno (Daneri *et al.*, 2000; Farías, Graco y Ulloa, 2004; Montecino *et al.*, 2004; Montero *et al.*, 2007). Alta biomasa principalmente de microfitoplancton se ha observado en los meses de primavera (González *et al.*, 1989; 2007; González *et al.*, 2007), mientras que en invierno la biomasa autotrófica es más bien baja (<2 mg Chl-a/m³) y dominada por fracciones de tamaño de pequeño tamaño corporal tales como los fitonanoflagelados y las cianobacterias (González *et al.*, 1989; Anabalón *et al.*, 2007; Böttjer y Morales, 2007). Por otra parte, floraciones de fitoplancton típicamente dominados por diatomeas formadoras de largas cadenas celulares se han reportado para bahías pequeñas en la zona costera (Vargas *et al.*, 2007).

El flujo de carbono orgánico particulado (COP) hacia el sedimento es una parte importante de la productividad primaria en la zona costera llegando a 31 por ciento y 15 por ciento en la primavera e invierno respectivamente (Grunewald *et al.*, 2002). En una estación más oceánica se ha estimado que el flujo de COP hacia el fondo es una fracción aun mayor de la productividad primaria en ambas estaciones resultando en aproximadamente un 4647 por ciento de la productividad (Grunewald *et al.*, 2002). González *et al.* (2007) llevó a cabo una serie de tiempo de dos años en la zona de estudio y estimó un promedio de producción de exporte de COP bajo los 50 metros de profundidad de 16,6 por ciento.

Los altos flujos de partículas orgánicas que llegan al bentos pueden causar condiciones anoxicas en los sedimentos o incluso en el agua de fondo (Gutiérrez *et al.*, 2000). Una capa floculenta se forma en la interface agua-sedimento compuesta principalmente de fitodetrítico. La presencia y grosor de esta capa es variable en el tiempo y esta normalmente asociada con tapices bacterianos de *Beggiatoa* y/o *Thioploca*, especialmente en las profundidades más someras de la plataforma (Gutiérrez *et al.*, 2000; Graco *et al.*, 2001). Por otra parte, los sedimentos de la plataforma continental contienen importantes acumulaciones de sulfato en las aguas intersticiales (Gutiérrez, *et al.*, 2000). La presencia de gruesos tapices de la bacteria gigante *Thioploca* sp. contribuye a remover los sulfatos (Gallardo *et al.*, 1996), y pueden además representar una fuente de alimento y refugio para la macrofauna (Gallardo, 1977).

Los sedimentos blandos de la plataforma continental están caracterizados por una abundante comunidad bentónica compuesta principalmente por poliquetos, aunque la riqueza de especies y la biodiversidad son bajas (Palma *et al.*, 2005). La comunidad bentónica juega un importante papel en los flujos biogeoquímicos de este sistema altamente productivo (por ejemplo Farías, Graco y Ulloa, 2004).

Daneri *et al.* (2006) ha propuesto un modelo conceptual de funcionamiento, en cuanto a flujos de carbono, del ecosistema marino de la zona centro-sur de Chile para un periodo neutral con respecto a periodos El Niño o La Niña (ver Figura 3). Según el modelo propuesto por Daneri *et al.* (2006), el período de surgencia define un ambiente en el cual coincide una mayor radiación solar, la presencia de una termoclina y oxiclina más cercana a la superficie producto de la surgencia, y obviamente se promueve el transporte superficial desde la costa hacia la zona oceánica. Esta condición generaría una mayor agregación de la actividad biológica en una capa superficial estrecha (0-20 m de profundidad), donde incrementan los componentes autotróficos, dominados por diatomeas de mayor tamaño (>20 µm), promoviendo la agregación e incremento del resto de componentes del plancton. Esta condición sería favorable para la presencia de numerosas especies meso-, macroplánctónicas y al desove de peces. La mayor productividad primaria supera ampliamente el carbono consumido mediante la



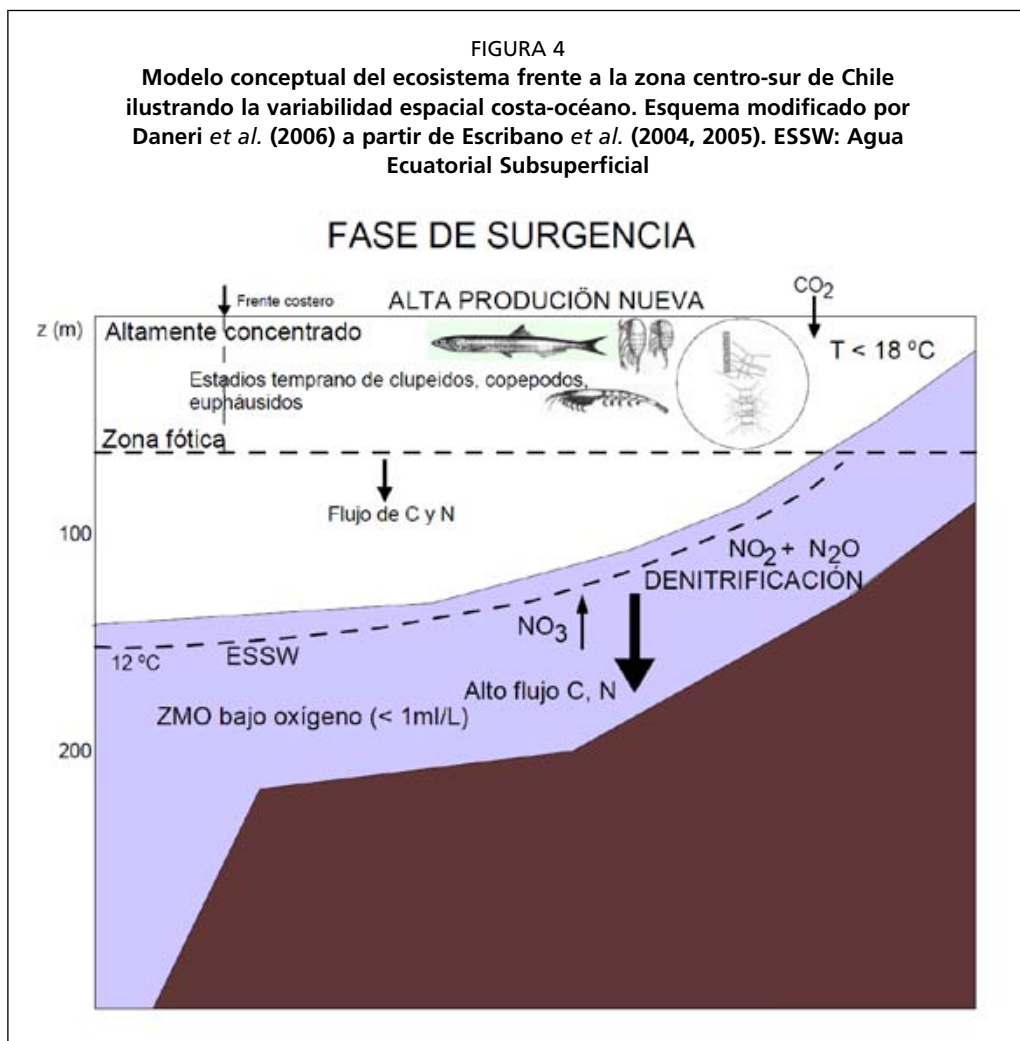
respiración comunitaria microplancónica, lo que sugiere que el sistema en este periodo es productor neto de materia orgánica hacia otros niveles tróficos superiores, al anillo microbiano o para exportación. En este periodo de surgencia tendrían lugar flujos verticales de materia orgánica bastante menores que la magnitud de la producción primaria y principalmente en la forma de material fecal, sugiriendo que la exportación es mínima pero que predomina el traspaso a niveles tróficos superiores y posiblemente un traspaso significativo hacia la trama microbiana (Daneri *et al.*, 2006).

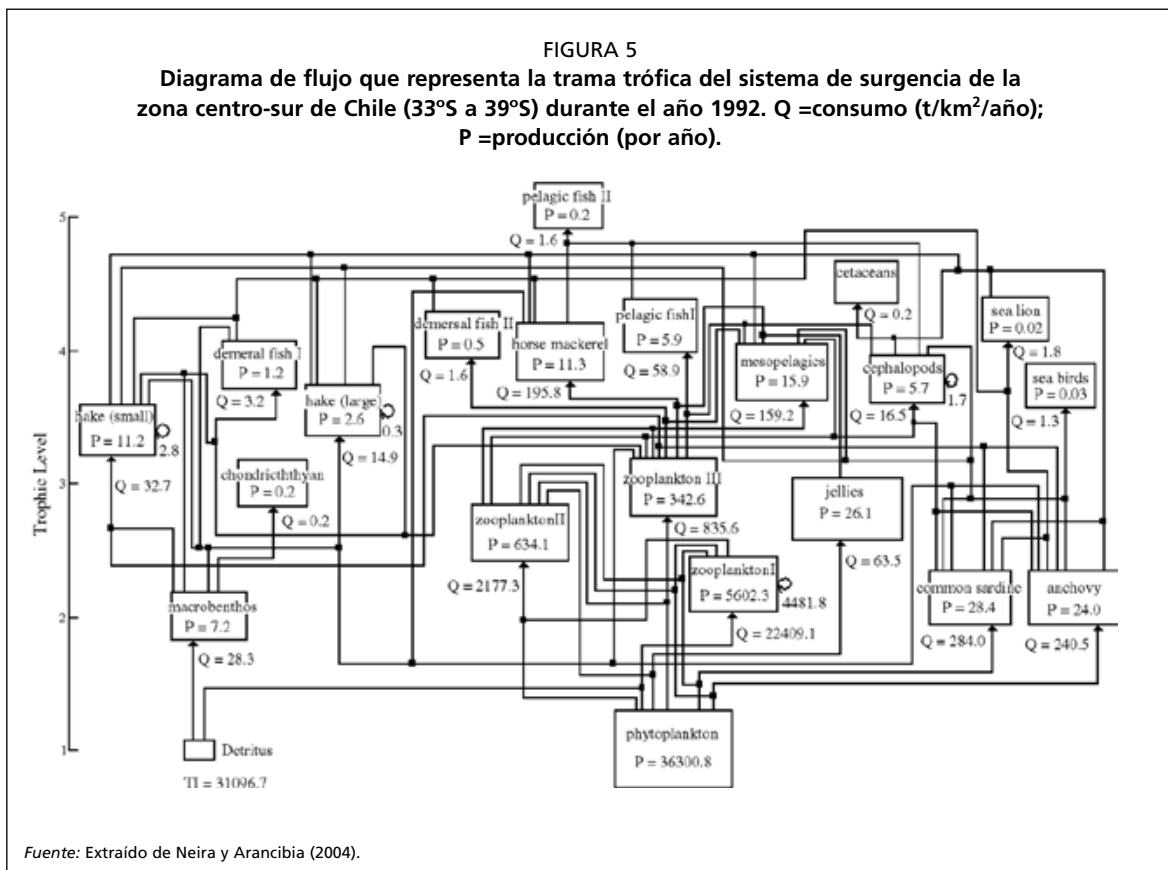
Por otro lado, el modelo plantea (Figura 3) que durante los periodos de no-surgencia se genera un hundimiento de la termoclina y oxiclina, que en la zona sobre la plataforma continental puede alcanzar gran parte de la columna de agua, dando lugar a una expansión vertical, y posiblemente “dilución”, de la actividad biológica y de la abundancia del plancton (Daneri *et al.*, 2006). En estos periodos de relajación se ve favorecido el transporte hacia la costa (vientos desde el norte) y un fuerte debilitamiento de los frentes costeros. Los macro-nutrientes mantienen niveles elevados, posiblemente por aporte fluvial de los ríos Itata y Bio Bio, permitiendo un sustento de la producción primaria pero probablemente limitada por una menor radiación solar y disminuida por efecto de la expansión vertical de la capa de mezcla. Bajo estas condiciones habría una mayor ocurrencia de fitoplancton de menor tamaño, que es posible encontrar durante todo un ciclo anual, junto a diatomeas solitarias. La columna de agua es altamente oxigenada y el zooplancton presenta una dominancia de estadios tardíos de copépodos y eufáusidos. La exportación vertical de materia orgánica es relativamente más importante respecto de la producción primaria pero en magnitud es menor que los niveles observados durante la época de surgencia. Por otra parte, la respiración comunitaria puede presentar valores muy cercanos a la producción primaria, lo que

puede generar en algunas ocasiones un balance entre ambos procesos o un sistema posiblemente heterotrófico. Esto hace suponer que en algunos períodos el ecosistema podría ser subsidiado por el transporte hacia la costa (vientos desde el norte) o por el aporte fluvial (Daneri *et al.*, 2006).

Por otra parte, la Figura 4 muestra conceptualmente la ZMO para un período de surgencia en una condición neutral del ciclo ENOS. En este esquema se destaca la presencia de la ZMO en la capa intermedia (150-450 m) en aguas oceánicas, ingresando a la zona fótica en la zona costera y favoreciendo el flujo de nutrientes hacia la zona fótica. Esto genera un ambiente subóxico que restringe a la capa oxigenada superficial la distribución vertical de la mayoría de los organismos planctónicos, así como la de huevos y larvas de peces: Sin embargo, algunos grupos pueden presentar adaptaciones que les permitan ser exitosos en condiciones suboxicas (por ejemplo euphausíidos: González y Quiñones, 2002). Además, esta condición genera importantes cambios en las transformaciones y flujos de carbono y nitrógeno en el sistema, lo que a su vez incide en la productividad del mismo y en la estructura de las comunidades en este ecosistema (Daneri *et al.*, 2006).

Por otra parte, Neira y Arancibia (2004) analizaron mediante modelación Ecopath-Ecosim las interacciones tróficas y la estructura de la comunidad de plataforma continental en la zona centro-sur de Chile (Figura 5). El modelo arrojó la presencia de 4 niveles tróficos. Las pesquerías remueven aproximadamente el 15 por ciento de la producción primaria del sistema. La mortalidad por predación es un importante componente de la mortalidad total, al igual que las pesquerías que remueven importantes





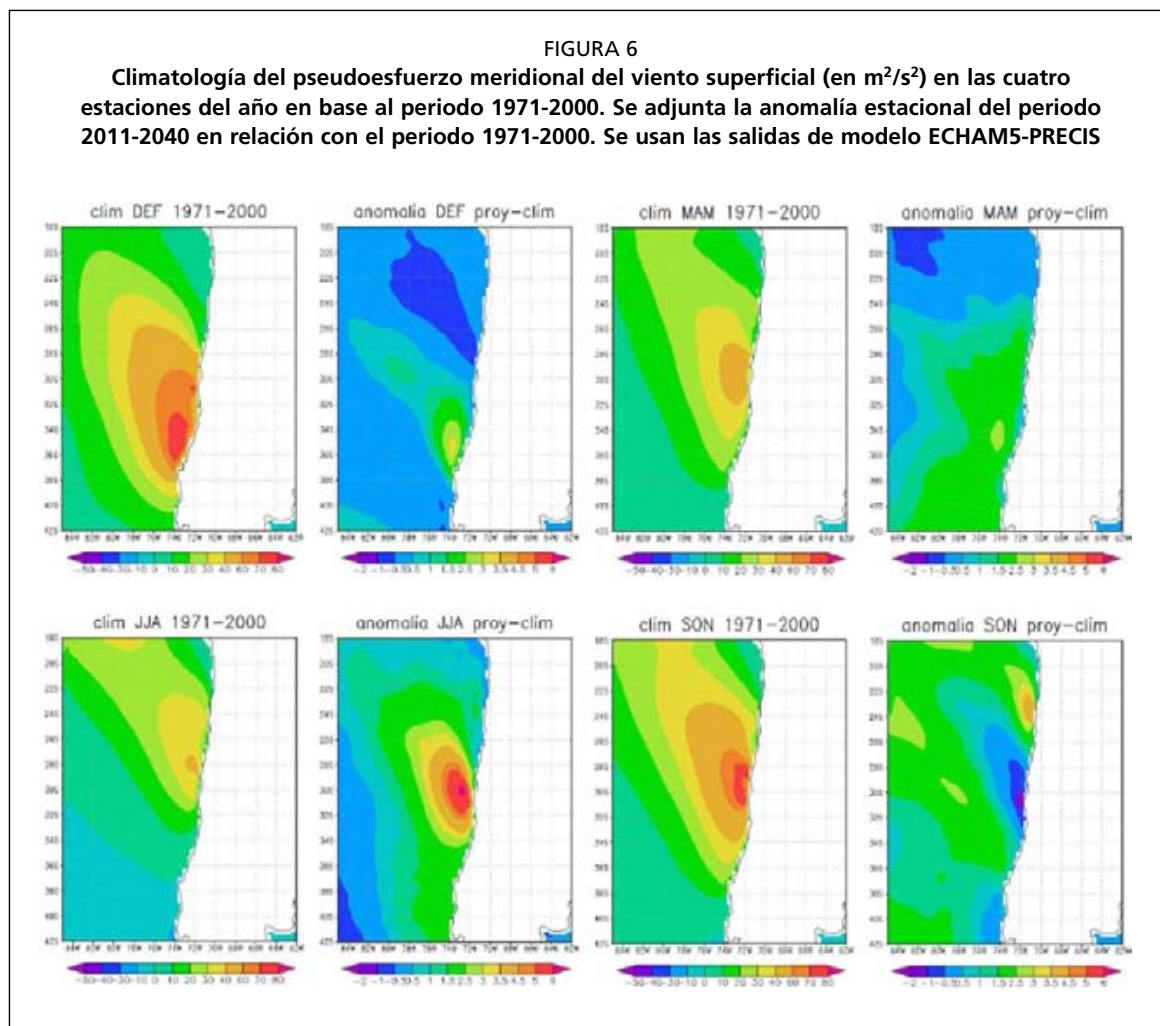
volúmenes de sardina común, anchoveta, merluza común y jurel. La merluza común no solo sería una especie altamente caníbal, sino que además es un importante predador de anchoveta, sardina común, invertebrados bentónicos y peces demersales. La biomasa total del sistema fue estimada en 476 t/km²/año.

4.8 Modelos climáticos relevantes a la zona centro-sur de Chile

El cuarto informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-AR4; IPCC 2007) establece que la actividad antropogénica cambió la evolución natural del sistema climático debido al incremento de varios gases de efecto invernadero, lo que se manifiesta en el calentamiento gradual del planeta (Hegerl *et al.*, 2007). Uno de los cambios proyectados por los modelos globales acoplados para todo el siglo XXI (Meehl *et al.*, 2007), utilizados en la elaboración del informe IPCC-AR4, y que ha sido efectivamente observado durante las últimas décadas, es el aumento de la temperatura en la tropósfera media (por ejemplo Falvey y Garreaud, 2009), lo que se refleja en Chile como un levantamiento de la altura donde se encuentra la isoterma de 0°C (Fuenzalida *et al.*, 2007). Este calentamiento de la tropósfera media, tendría como consecuencia la reducción del área cubierta por glaciares en Chile central (por ejemplo Bown, Rivera y Acuña, 2008). Si bien se ha observado una disminución de la precipitación especialmente en la zona centro-sur de Chile (por ejemplo Quintana, 2004), esta tendencia negativa es más bien débil comparada con otras tendencias observadas en Sudamérica (por ejemplo Montecinos, Garreaud y Aceituno, 2000). De hecho, Pellicciotti, Burlando y van Vliet (2007) sugieren que las tendencias negativas observadas en los caudales de ríos en la zona central de Chile, se explican principalmente por la disminución de la acumulación de nieve en relación con el calentamiento de la atmósfera en altura, más que por la disminución de la precipitación. Por otra parte, Fuenzalida *et al.* (2007) sugieren que la proyección de ambos procesos durante todo el siglo XXI, es decir, disminución de la precipitación y aumento de la temperatura troposférica, implicarían una disminución

del recurso hídrico en la zona central de Chile.

De acuerdo a Falvey y Garreaud (2009), la tendencia de la TSM, a partir de fines de la década del 70, tiene una estructura espacial que se compara con el patrón de anomalías negativas durante eventos La Niña, por lo que se puede denominar La Niña-like. Sin embargo, este comportamiento no concuerda con el debilitamiento de los alisios a lo largo de la banda ecuatorial (Vecchi *et al.*, 2006), que sería más propio de una condición El Niño-like. Por otra parte, la condición La Niña-like es consistente



con el desplazamiento hacia el sur de la celda de Hadley (Vecchi *et al.*, 2006). Esta extensión del régimen tropical se suma a la fase positiva de la AAO, lo cual explica el corrimiento hacia el sur de los vientos oeste en superficie y de las tormentas asociadas (Bengtsson, Hodges y Roeckner, 2006), y la tendencia negativa de las precipitaciones en Chile central (Fuenzalida *et al.*, 2007), lo que también es consistente con una condición La Niña-like. Al respecto, las proyecciones durante el siglo XXI indican que seguirá la expansión latitudinal de la celda de Hadley y una intensificación de la fase positiva de la AAO, aumentando la presión superficial atmosférica en las zonas subtropicales y latitudes medias (Meehl *et al.*, 2007).

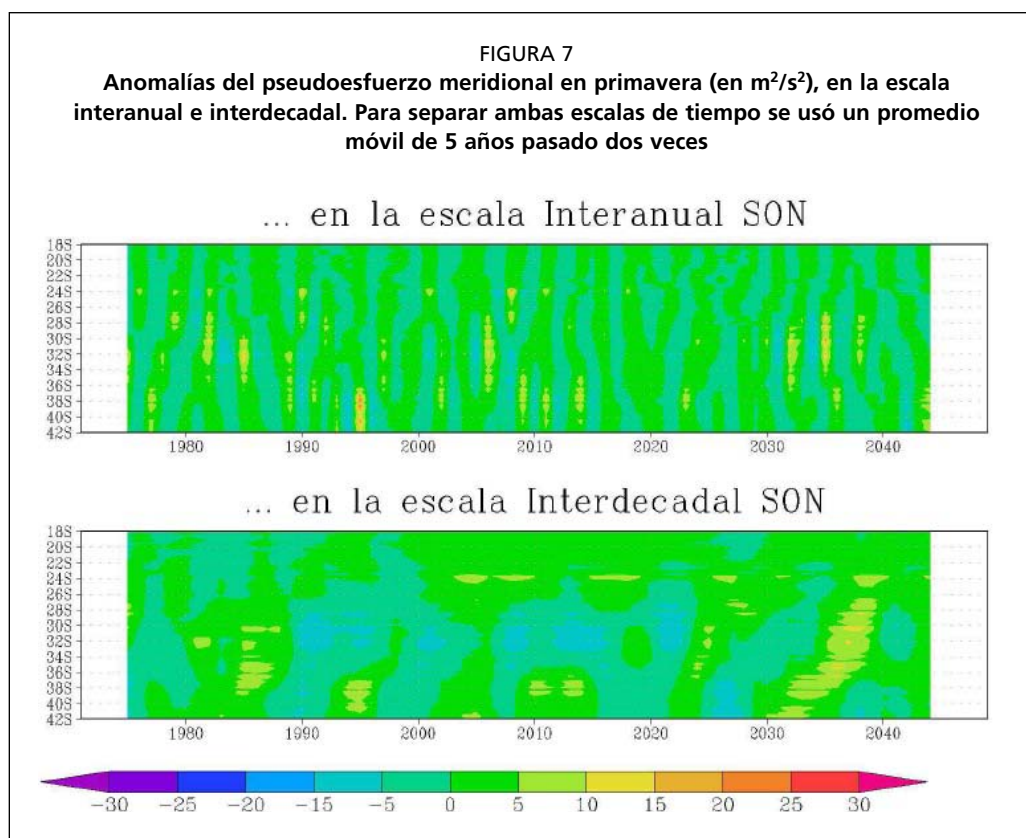
Las proyecciones de los modelos globales acoplados del IPCC-AR4, no muestran una tendencia única respecto de la frecuencia e intensidad de los eventos El Niño y La Niña para el siglo XXI (Meehl *et al.*, 2007). De hecho, estos modelos proyectan un aumento de la TSM durante todo el siglo XXI en todos los océanos. Sin embargo, a pesar que ninguno de los modelos globales acoplados es capaz de simular la tendencia negativa de la TSM que se observa en el Pacífico suroriental en las últimas décadas,

proyectan un aumento inferior al observado en otras regiones y océanos (Falvey y Garreaud, 2009).

Respecto de los vientos favorables a la surgencia costera, hay dos proyecciones realizadas a mayor resolución espacial, utilizando las salidas de dos modelos globales acoplados: el modelo HadCM3 (Hadley Center Climate Model, versión 3, de Gran Bretaña) y el modelo ISPLCM4 (Institut Pierre Simon Laplace, versión 4, de Francia). En el caso del HadCM3 se utilizó el modelo atmosférico regional PRECIS (Providing REgional Climate for Impact Studies) para aumentar la resolución espacial (Fuenzalida *et al.*, 2007), mientras que en el caso del modelo ISPLCM4 se utilizó un método estadístico que relaciona las salidas del modelo con vientos satelitales (Goubanova *et al.*, 2010).

Garreaud y Falvey (2009), analizan las salidas de 15 modelos globales acoplados y en particular las salidas del modelo HadCM3-PRECIS para los escenarios A2 y B2 en el periodo 2071-2100. En concordancia con el mecanismo propuesto por Muñoz y Garreaud (2005), el aumento de la presión atmosférica en latitudes medias proyectado por todos los modelos, intensifica el chorro costero que aparece entre 30°S y 38°S durante la primavera y verano. De acuerdo a Renault *et al.* (2009), el chorro costero explica un alto porcentaje de la variabilidad de la TSM, especialmente entre los meses de agosto y octubre. De acuerdo a las proyecciones del modelo HadCM3-PRECIS, el régimen de vientos favorables a la surgencia se extenderá hacia el sur hasta 41°S durante la primavera y verano, mientras que en latitudes subtropicales los episodios de chorro costero serán más frecuentes y la estación de surgencia será más larga (Garreaud y Falvey, 2009). En el caso del modelo IPSLCM4, se analizan las proyecciones al doblar y cuadruplicar la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, 2xCO₂ y 4xCO₂ respectivamente. Goubanova *et al.* (2010) encuentran que los vientos de componente sur aumentan significativamente durante el invierno y verano en la zona central de Chile en relación a un desplazamiento hacia el sur del anticiclón subtropical, aunque la variabilidad intra-estacional (1-3 meses) disminuye.

El modelo regional PRECIS fue utilizado para aumentar la resolución espacial del modelo Alemán ECHAM5, usando el escenario A1B (intermedio respecto de los escenarios B2 y A2). Para analizar las proyecciones del viento forzante de la surgencia costera, se obtiene el pseudoesfuerzo meridional del viento superficial el cual es proporcional al transporte de Ekman. La Figura 6 muestra la climatología por estación del año (verano DEF, diciembre-febrero; otoño MAM, marzo-mayo; invierno JJA, junio-agosto; primavera SON, septiembre-noviembre) para el periodo simulado 1971-2000, y la diferencia de la climatología del periodo proyectado 2011-2040 respecto del periodo 1971-2000. Se observa la estacionalidad característica de la surgencia en Chile central, con el mayor desarrollo del chorro costero en verano y el menor en invierno cuando se encuentra debilitado y confinado al norte de 30°S. Para el periodo 2011-2040, se espera un aumento de los vientos favorables a la surgencia costera especialmente en invierno, lo que concuerda con las proyecciones hacia fines del siglo XXI de Garreaud y Falvey (2009) y la condición 2xCO₂-4xCO₂ de Goubanova *et al.* (2010). Estas proyecciones concuerdan además con la disminución proyectada de la precipitación, en relación al fortalecimiento del anticiclón subtropical. Sin embargo, en primavera no se verifica el aumento del pseudoesfuerzo meridional, observándose incluso valores negativos a lo largo de la costa salvo en torno a 36°S. Es importante destacar que la presencia de variabilidad interdecadal puede esconder la señal de más baja frecuencia relacionada con el CCG. En la Figura 7 se muestran las series de tiempo de anomalías del pseudoesfuerzo meridional en la escala de tiempo interanual e interdecadal. La variabilidad interanual del periodo proyectado es similar al periodo simulado a fines del siglo XX, en cuanto a la frecuencia de periodos con anomalías negativas y positivas como a la intensidad de éstas. Sin embargo, la variabilidad interdecadal muestra un predominio de anomalías negativas en torno a 30°S entre mediados de la primera



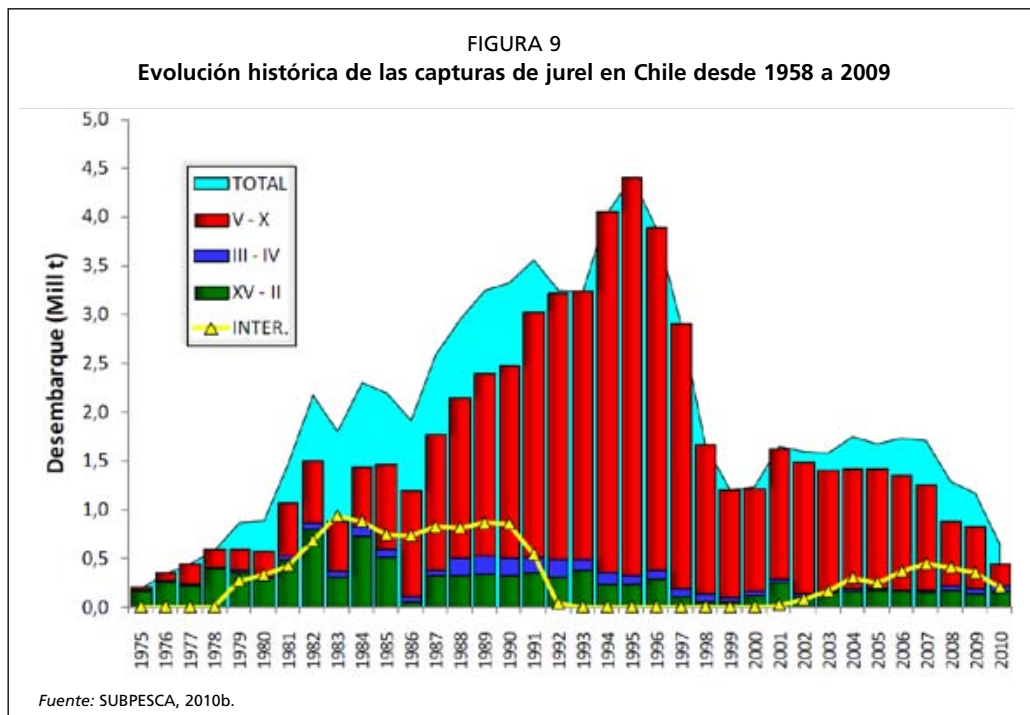
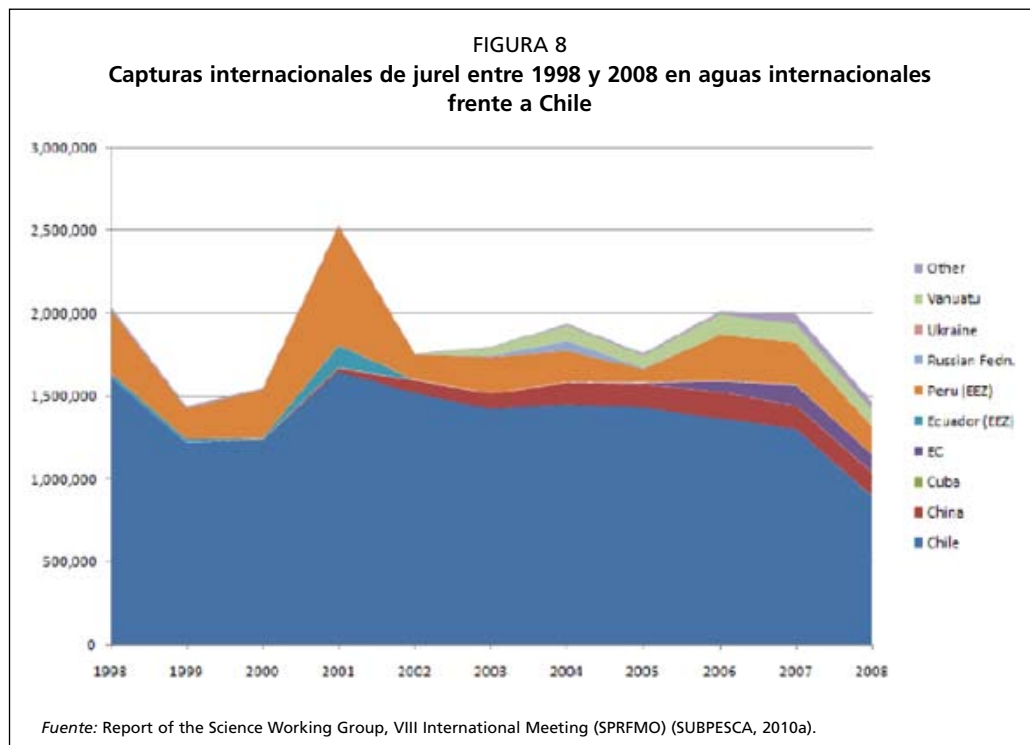
década del siglo XXI y 2035. Debido a que las anomalías en ambas escalas de tiempo presentan magnitudes similares, la disminución en el campo medio (Figura 6), puede deberse básicamente a la variabilidad interdecadal (Figura 7).

De acuerdo a las proyecciones analizadas, hacia fines del siglo XXI se espera una reducción de los caudales de ríos en la zona central de Chile, en relación con una disminución de la precipitación y de la acumulación de hielo debido al calentamiento troposférico. La disminución de la precipitación es forzada por el aumento de la presión atmosférica superficial en latitudes medias, lo que explicaría además el aumento del viento favorable a la surgencia a lo largo de todo el año en la zona central de Chile. En general, la evolución de la variabilidad interdecadal en el Pacífico suroriental podría esconder los impactos del calentamiento global de origen antropogénico, lo que puede pasar tanto con la precipitación como con el viento superficial durante las próximas décadas.

4.9 Las pesquerías de la zona centro-sur de Chile

4.9.1 Pesquería de Jurel (*Trachurus murphyi*)

En Chile, el recurso jurel, *Trachurus murphyi*, sustentó hasta el año 2009 una de las pesquerías más grandes del género *Trachurus* en todo el mundo. Sus capturas históricamente se han destinado principalmente a la producción de harina de pescado. El jurel ha sido explotado en la costa chilena desde 1958 por la flota industrial de cerco, particularmente en el norte de Chile ($18^{\circ}20'S$ - $24^{\circ}S$) y en el área centro-sur ($33^{\circ}S$ - $42^{\circ}S$). Desde el año 1978 hasta 1991, el jurel fue explotado también por una flota internacional (principalmente perteneciente a la ex-Unión Soviética), con arrastre de media agua, que operó fuera de las 200 millas náuticas de Chile y Perú (Parrish, 1989; Elizarov *et al.*, 1993; Arancibia *et al.*, 1995). A partir de fines de la década de los 90, nuevamente ha existido una importante flota internacional capturando jurel principalmente frente a la zona económica exclusiva de Chile (Figura 8).



En Chile, las capturas totales de jurel aumentaron considerablemente después de 1975, desde niveles bajo los 0,5 millones de toneladas antes de 1975 hasta 4,4 millones de toneladas en 1995. Desde comienzos de la década de los años 90, las principales capturas de jurel se han obtenido en la zona centro-sur de Chile, contribuyendo desde 1992 con más del 90 por ciento a las capturas totales nacionales de jurel (Figura 9). Después de 1995, el desembarque nacional disminuyó drásticamente hasta alcanzar niveles de 1,2 millones de toneladas en 2000 básicamente debido a que la biomasa total disminuyó por bajos reclutamientos y elevadas tasas de explotación que se aplicaron al stock entre 1993 y 1997 (Serra *et al.*, 2001).

Un análisis del número de embarcaciones que han operado históricamente en la pesquería del jurel entre la V y VIII Regiones, revela que hasta el año 1996 el número de embarcaciones que participaba de esta pesquería mostraba una tendencia fuertemente ascendente (Figura 10). Sin embargo, a partir del año 1997 el número de embarcaciones que participa de esta pesquería muestra un fuerte decaimiento por efecto de la crisis que se desencadena desde este año en la pesquería (disminución de biomasa) y de las regulaciones a la pesca. La aplicación del régimen de acceso llamado “límite máximo de captura por armador” desde el 2001, produjo un impacto mayor en la disminución del tamaño de las flotas. Este régimen permitió concentrar el porcentaje de cuota asignado a varios buques de un armador en menor cantidad sin perder este sus derechos históricos. El aumento del tamaño promedio de los barcos se explica principalmente por la salida de los barcos más pequeños (SUBPESCA, 2005).

Desde el año 2005 a la fecha, la capacidad de bodega promedio se encuentra estable en torno a los 130 metros cúbicos, con un número de barcos que va desde los 52 a 76 naves operativas (Tabla 1).

Debido a las características transzonales del jurel, y el deterioro de su biomasa, Chile concentró esfuerzos desde principios del 2006 para crear la Organización Regional de Pesca (ORP) del Pacífico Sur junto con Australia y Nueva Zelanda como copatrocinantes. Esta ORP tiene como objetivo central de conservar los recursos pesqueros de alta mar de la zona de su jurisdicción y ordenar su captura. Desde el año 2006 a la fecha, se han realizado diversas reuniones con el fin de la creación de esta ORP, siendo la última la que se desarrolló en el mes de enero de 2011 en la ciudad de Cali, Colombia, en donde el principal acuerdo fue el disminuir las cuotas al 60 por ciento de lo capturado el año 2010.

La “Convención para la Conservación y el manejo de los Recursos Pesqueros de Alta Mar en el Océano Pacífico Sur” entro en plena vigencia y con carácter vinculante el 24 de agosto de 2012 (www.southpacificrfmo.org).

La “Convención para la Conservación y el manejo de los Recursos Pesqueros de Alta Mar en el Océano Pacífico Sur” entro en plena vigencia y con carácter vinculante el 24 de agosto de 2012 (www.southpacificrfmo.org).



TABLA 1

Flota industrial de jurel para la zona centro-sur de Chile para el periodo 2005-2010

Año	2005	2006	2007	2008	2009	2010 ¹
Nº Armadores	33	34	30	28	27	27
Nº Naves						
Autorizadas	171	171	165	164	164	164
Operando	61	57	76	54	72	56
Capacidad de bodega ²	130 217	130 217	128 882	128 878	130 209	128 834

Fuente: SUBPESCA, 2010b.

4.9.2 Pesquería de la Anchoqueta (*Engraulis ringens*) y Sardina común (*Strangomera bentincki*)

La sardina común (*Strangomera bentincki*) es una especie endémica de Chile que se distribuye desde Coquimbo (29°S) hasta Puerto Montt (42°S), mientras que la anchoqueta (*Engraulis ringens*) se distribuye desde Perú hasta el sur de Chile (Arrizaga, 1981; Serra,

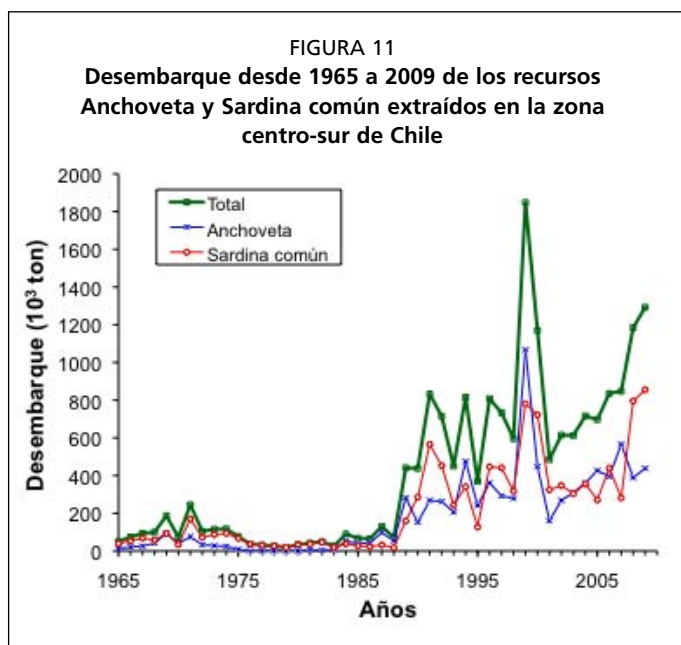
1983). Estos pelágicos pequeños constituyen importantes recursos pesqueros tanto para la flota artesanal como industrial de cerco en el centro-sur de Chile (34°S-40°S), con Talcahuano como el principal puerto de desembarque (Cubillos *et al.*, 1998; Cubillos Bucarey y Canales, 2002).

La flota que opera sobre la sardina común y anchoveta está compuesta por embarcaciones industriales y artesanales que utilizan red de cerco como arte de pesca. Según Arrizaga (1981), entre 1965 y 1975 las principales zonas de pesca de sardina común y anchoveta estaban restringidas a la Bahía Concepción y al Golfo de Arauco. En la década de los años 90, Cubillos *et al.* (1994) informan que las zonas de pesca al interior de las bahías y zonas protegidas fueron aprovechadas solamente por la flota artesanal, agregándose Bahía Coliumo. Sin embargo, la operación de las embarcaciones industriales de mayor tamaño descubre nuevas zonas de pesca tanto en el sector norte, principalmente localizadas entre Constitución y la desembocadura del río Itata (35°-36°S), como al sur del Golfo de Arauco, principalmente entre la Isla Mocha y Tirúa (37°20'-38°S). Un aspecto importante para la pesquería de sardina común y anchoveta, en su historia reciente, dice relación con la operación regular en el área frente a Corral a contar de septiembre de 1995. En efecto, en el periodo estival de 1995 la flota industrial localiza una importante zona de pesca en el área frente a Corral (38° - 40°S), que se caracterizó por buenos rendimientos de pesca y con capturas sustentadas básicamente por ejemplares adultos de más de 11 cm de longitud total y longitud promedio de 16 cm. Esta situación permitió consolidar las zonas de pesca frente a Corral hasta la actualidad, y determinó la instalación de una planta procesadora de harina que en gran medida determinó que el sector artesanal sumara su operación en esta región con posterioridad.

A contar de 1990, las características de la pesquería son muy diferentes que aquellas observadas en las décadas previas. En efecto, entre 1990 y 1996 participó una flota de cerco artesanal e industrial, cuyo tamaño fluctuó entre 223 y 261 embarcaciones. De éstas, el aporte de embarcaciones con una capacidad de bodega (CB) menor a los 80 m³ ha fluctuado entre 74 y 80 por ciento (Cubillos *et al.*, 1998). La mayor participación de la flota compuesta por barcos de más de 80 m³ de CB ocurrió entre 1998 y 2000 debido a las regulaciones y vedas establecidas para la pesquería de jurel. En dicho periodo, la reorientación del esfuerzo de pesca destinado a jurel hacia esta pesquería permitió que se logaran las capturas más altas de sardina común y anchoveta, con un máximo histórico de 1,8 millones de toneladas. En el último periodo, los desembarques

han fluctuado cercanos a 1,2 millones de toneladas, siendo sardina común la especie dominante en la zona centro-sur de Chile (Figura 11).

La tendencia histórica del número de naves en operación en esta pesquería en la zona centro-sur, muestra a partir del año 2001 un incremento sostenido del tamaño de la flota artesanal. Por el contrario, la flota industrial muestra una marcada disminución a partir de 1999, alcanzando en el 2002 los niveles históricos más bajos de la serie (Figuras 12 y 13), lo que está asociado a la restricción de la flota industrial para operar dentro de las primeras 5 millas y a la efectiva fiscalización de esta norma mediante posicionador satelital, que rige desde el año 2001.

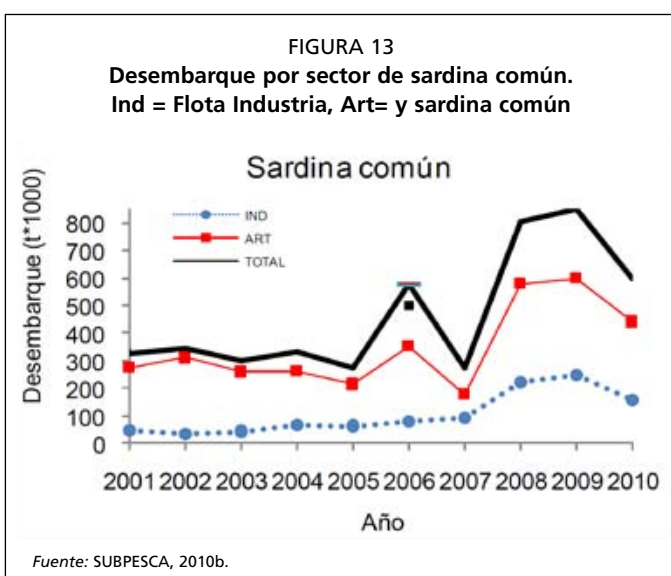
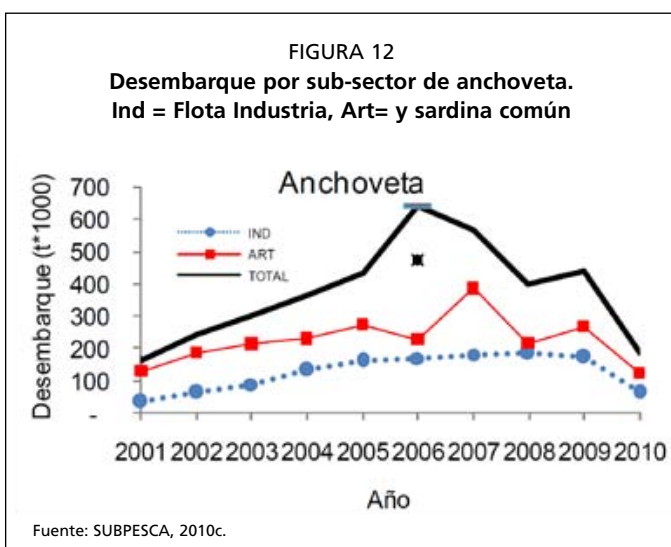


4.9.3 Pesquería de la Merluza común (Merluccius gayi)

Esta especie es el principal recurso pesquero demersal de Chile sustentando una de las pesquerías demersales más relevantes en términos de volumen de captura e importancia económica (Cerna y Oyarzún, 1998; Alarcón, Cubillos y Oyarzún, 2004; Gálvez y Rebolledo, 2005) y constituye uno de los principales recursos explotados por la flota industrial arrastrera (Cubillos, Rebolledo y Hernández, 2003).

Históricamente dos flotas han participado de esta pesquería, una industrial localizada preferentemente en los puertos de San Antonio (33°30'S) y Talcahuano (36°41'S), y la artesanal que se distribuye entre la IV y la X Regiones de Chile (Lillo *et al.*, 2006). La pesquería se inicia comercialmente en la década de los cuarenta con desembarques que inicialmente bordearon las 10 mil toneladas (ver Figura 14). A partir de 1946 ocurre un incremento progresivo de las capturas hasta alcanzar las 80 mil toneladas en 1955, nivel que se mantuvo estable hasta 1961. Posteriormente ocurre un periodo de fluctuaciones de los desembarques entre los años 1962 y 1970, con un máximo histórico de 130 mil toneladas en 1968 (Aguayo y Ojeda, 1987), el que luego da paso a un periodo de declinación entre 1971 y 1986, para estabilizarse alrededor de las 30 mil toneladas. Posteriormente empieza una fase de recuperación entre 1987 y 2003, con desembarques entre 40 mil toneladas y 120 mil toneladas. Desde el año 2004, se registra una disminución de los desembarques a niveles cercanos a las 50 mil toneladas, provocado por una fuerte disminución de las abundancias, reducción de las estructuras de edades en especial de la fracción adulta desovante (Lillo *et al.*, 2006; SUBPESCA, 2006; SUBPESCA, 2007a), lo que provoca gran impacto en la actividad asociada a este recurso.

Entre los factores que se postulan influyeron en la declinación de la pesquería a partir de 1971, esta la disminución progresiva de los



reclutamientos de la merluza común, sobrepesca por reclutamiento, causas ecológicas como la disminución de los principales ítem alimenticios, como la sardina común (*Strangomera bentincki*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), el aumento de competidores como el jurel (*Trachurus murphyi*) (Aguayo y Young, 1982; Lillo *et al.*, 2006; Aguayo y Robotham, 1984), además de una disminución de la intensidad de pesca durante el periodo 1971-1980 (Cubillos y Arancibia, 1992). La recuperación de los desembarques a partir de 1987 respondería a un aumento del tamaño del stock a partir de 1984, provocado por reclutamientos exitosos de las clases anuales 82-83, lo que habría permitido aumentar el tamaño del stock a niveles superiores a los observados en los años previos a 1993 (Cubillos y Arancibia, 1992). De la misma manera, Gatica y Cubillos (2004), postulan que las altas abundancias y biomasa de merluza común entre 1993 y 1998 serían producto de los altos reclutamientos ocurridos en esos años, según estos autores estos buenos reclutamientos acompañados de tasas de explotación moderadas a bajas, habría posibilitado el incremento de la biomasa total en la década de los 90.

Por otra parte, en relación con el importante descenso de la biomasa observado desde el 2004, se ha postulado que sería producto principalmente de la aparición de la jibia (*Dosidicus gigas*), la cual estaría removiendo una parte importante de la población de merluza mediante predación (Payá, 2006). No obstante, otros estudios han cuestionado esta hipótesis planteando, por el contrario, que la sobrepesca fue el principal factor forzante de la declinación del stock de *M. gayi* (Arancibia *et al.*, 2007; Arancibia y Neira, 2008).

4.9.4 Estado actual de los recursos pesqueros más importantes de la zona centro-sur de Chile.

La situación respecto al recurso jurel es resumida por la autoridad pesquera chilena (SUBPESCA, 2010e) de la siguiente manera: “Este informe, que incluye la opinión técnica del Comité Científico de Jurel, concluyó que el único stock de este recurso frente a la costa de Chile, se encuentra en un estado de sobreexplotación, y fuera de límites biológicos seguros o precautorios”. En el año 2011 la Subsecretaría de Pesca planteaba “La condición del stock de jurel ha empeorado, alcanzando la biomasa desovante niveles muy inferiores al límite crítico y por tanto se encuentra en una condición de recurso fuertemente sobreexplotado o agotado” (SUBPESCA, 2011a).

Por otra parte, en la reunión del año 2009 del Grupo Interino de Ciencias de la Organización Regional de Pesca del Pacífico Sur (Report of the Science Working Group, Auckland, New Zealand, 2-6 November 2009. Annex SWG-04) se concluyó que:

1. La mortalidad por pesca probablemente ha excedido los niveles sustentables desde al menos el año 2002 y continúa haciéndolo. Los niveles actuales de biomasa son sustancialmente bajos y es altamente probable que continúen declinando.
2. El stock de jurel presenta bajos reclutamientos, niveles bajos de biomasa desovante y total, una razón de la biomasa desovante en declinación, y desembarques por sobre los excedentes productivos. Todo ello indica que -a menos que la mortalidad por pesca se reduzca fuertemente- el stock de jurel continuará decreciendo.
3. Para detener la desmejorada condición del stock y eventualmente propender a una recuperación del mismo, es urgente tomar medidas que limiten la mortalidad por pesca a niveles sustentables. Para lograr lo anterior se requiere una reducción de la remoción total (capturas).

En resumen, los resultados obtenidos a la fecha, evidencian que el tamaño del stock desovante es inferior al nivel considerado como crítico y con una clara tendencia a disminuir; además, los niveles de reclutamiento muestran una clara tendencia decreciente y la tasa de explotación excede el nivel recomendable.”

Con respecto a la merluza común, el estado del recurso continúa crítico. De hecho, la Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA, 2009a) plantea que el estatus de merluza común se caracteriza por:

- a. *Biomasa reducida y por debajo de los umbrales recomendables para su explotación sobre bases sustentables.*
- b. *Fracción adulta estructuralmente deteriorada: escasas clases anuales presentes y con baja abundancia.*
- c. *Población compuesta principalmente por ejemplares juveniles, observándose el probable ingreso de clases anuales fuertes.*
- d. *El stock ha mostrado desde el año 2008, a partir de información derivada de los cruceros, signos positivos, favorables para una recuperación, aunque su condición sigue siendo frágil, dado que aún mantiene una estructura con una baja fracción adulta.”*

Bajo este escenario, considerado todavía crítico, SUBPESCA (2009a) concluye que la recuperación del stock en biomasa y estructura sólo podrá ser evidenciada en el mediano plazo, y por tanto las medidas de conservación deben tender a fortalecer dicho proceso.

Por otra parte, las evaluaciones hidroacústica realizadas en el año 2011 confirman que la anchoveta se encontraría en una condición de sobrepesca (SUBPESCA, 2011b). Solo la sardina común presenta un estado más saludable. Los resultados provenientes del crucero de evaluación hidroacústica de enero de 2011, muestran un nivel de abundancia total y de reclutas alto de la serie, lo que consistente con la evaluación de stock indirecta (SUBPESCA, 2011b). No obstante, es importante destacar que la actividad pesquera se basa principalmente en juveniles (SUBPESCA, 2009b), lo que plantea una sombra de duda sobre la sustentabilidad futura de la pesquería especialmente en el contexto de cambios en las condiciones ambientales desfavorables para el reclutamiento.

En resumen, las principales pesquerías de la zona centro-sur de Chile se encuentran, con la excepción de la sardina común, en un estado crítico, de alto riesgo.

4.10 Análisis socio-económico de las principales pesquerías de la zona centro-sur de Chile

4.10.1 Caracterización Económica del Sector Pesquero de la Zona Centro-sur.

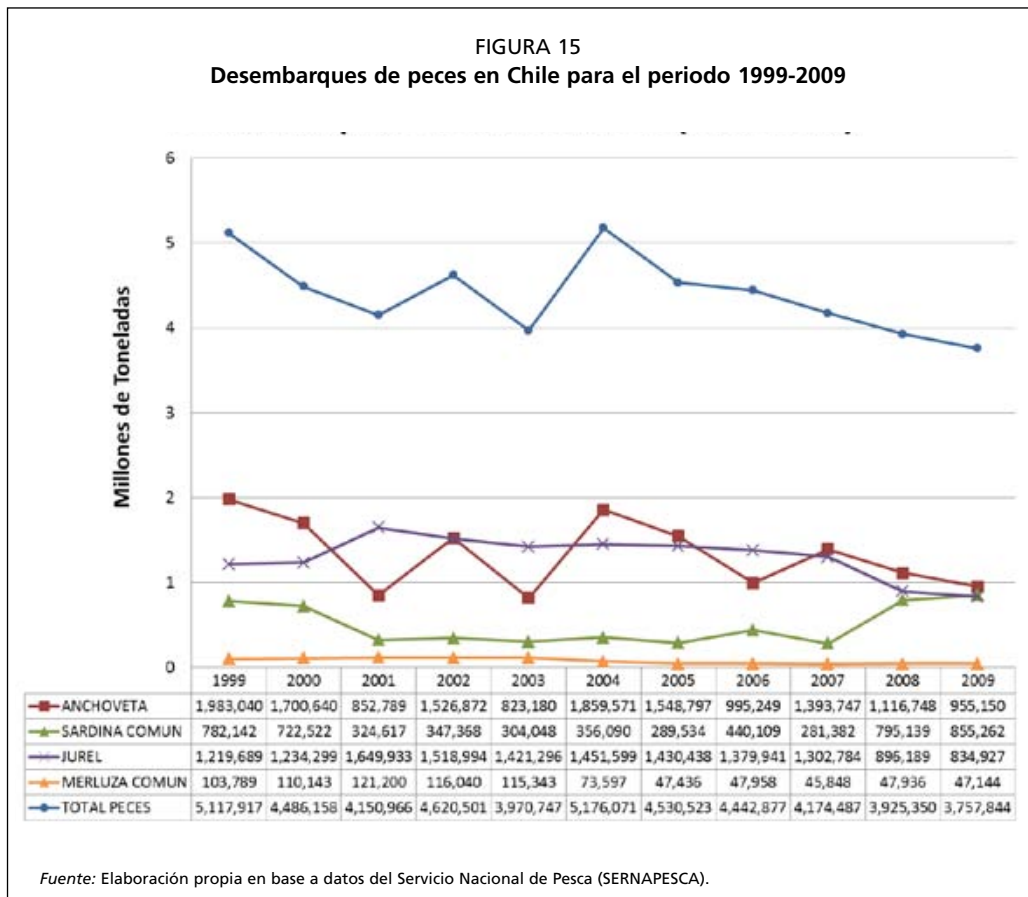
A continuación se presenta un análisis de la evolución de los principales indicadores económicos de las pesquerías más importantes de la zona centro-sur de Chile. En primer lugar se presentan los desembarques de las pesquerías más importantes de la zona Centro-sur (Jurel, Anchoveta, Sardina Común y Merluza Común). Posteriormente, se analizan los usos de la materia prima en las distintas líneas de procesamiento industrial. En una tercera subsección se presenta un análisis de las exportaciones para las tres principales líneas de producción, así como una evolución de los precios de exportación. Finalmente, y en base a todo lo anterior, se realiza una estimación del valor total de la pesquería de la zona centro-sur y su evolución en el período 2000 a 2009.

Desembarques

Durante el período 1999 a 2009, el sector pesquero ha sufrido diversas crisis producidas por la disminución de la biomasa de distintas especies, lo que ha tenido impactos importantes en las condiciones económicas y sociales del sector. En este período, se observan dos etapas de reducción importante en el desembarque total de peces en Chile. El primero ocurre a partir del año 1999 y hasta el año 2003, donde los desembarques totales se reducen desde 5,1 millones de toneladas a 4 millones de toneladas, es decir en un 20 por ciento aproximadamente. El segundo período de reducciones importantes ocurre en el período 2004 al 2009, donde los desembarques caen desde 5,2 millones de toneladas a 3,7 mill tons., lo que representa una caída de casi un 30 por ciento en el total desembarques. Es posible observar que estas variaciones se deben a dos fenómenos fundamentales. Primero, la alta variabilidad que ha existido en los desembarques de Anchoveta en el período, los que han fluctuado entre 1 y 2 millones de toneladas anuales. Segundo, una notoria y constante reducción en los desembarques de jurel

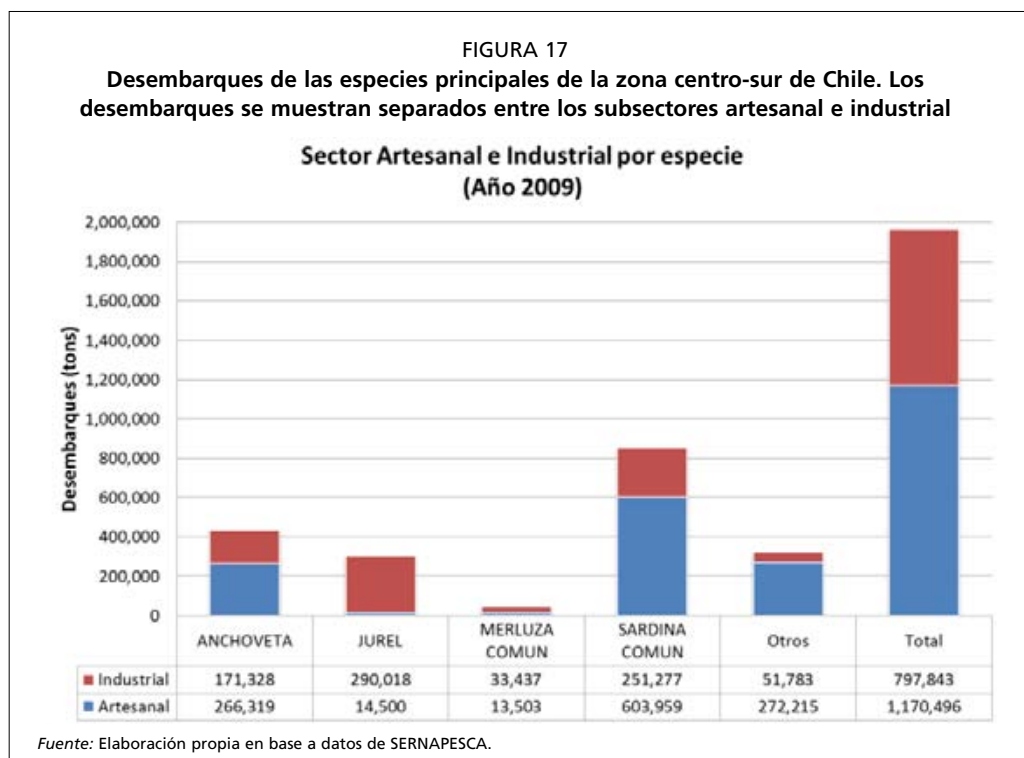
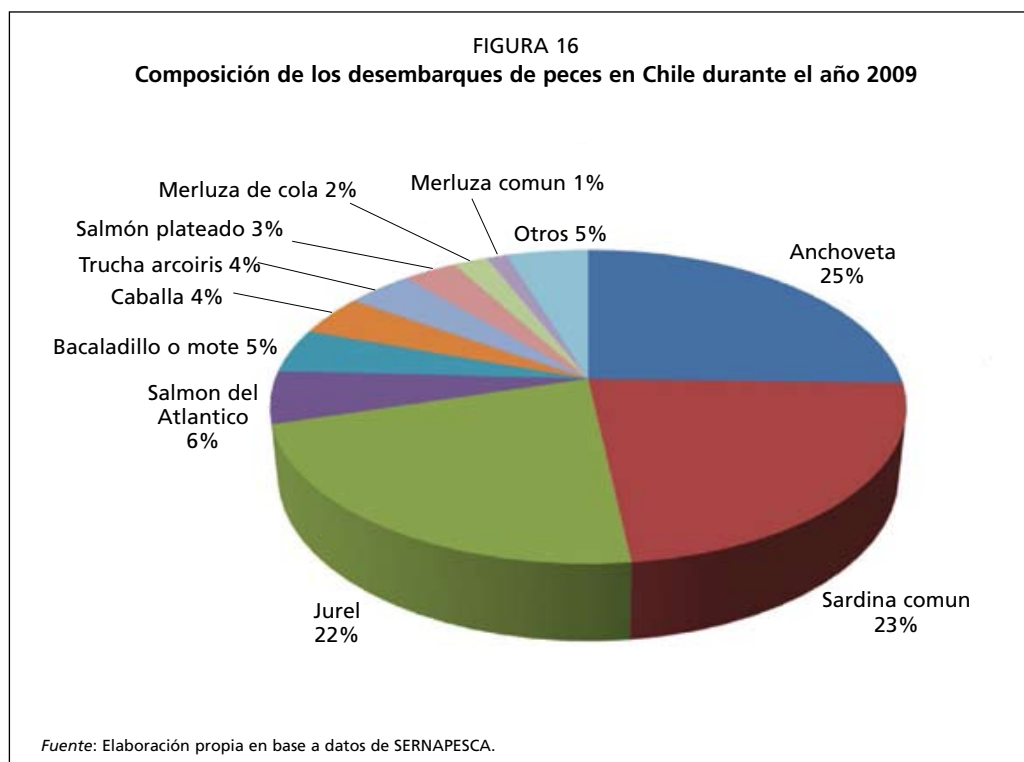
desde el año 2001 al 2009, los que pasan desde 1,6 millones de toneladas a un poco más de 800 mil toneladas anuales, representando una caída de casi un 50 por ciento en los desembarques de esta especie. Lo mismo ha ocurrido con la pesquería de la merluza común, la que ha visto reducidos sus desembarques desde más de 120 mil toneladas en 2001 a menos de 50 mil tons en el año 2009, representando una caída de casi un 60 por ciento. Por otra parte, la pesquería de la Sardina mostró una reducción de los desembarques entre los años 1999 y 2007, pasando de casi de 800 mil toneladas a 280 mil (75 por ciento de reducción), la que ha podido posteriormente recuperarse en los últimos dos años hasta alcanzar niveles similares a los existentes en el principio del período de análisis.

Lo descrito anteriormente demuestra que la actividad pesquera sobre las principales especies capturadas en Chile ha mostrado, en la última década, un gran nivel de variabilidad, por lo que ha debido tener lugar una serie de ajustes asociados a las actividades económicas y sociales que se sostienen con los desembarques de estas especies. Los desembarques para las principales especies y para el total de peces en Chile se presenta en la Figura 15.

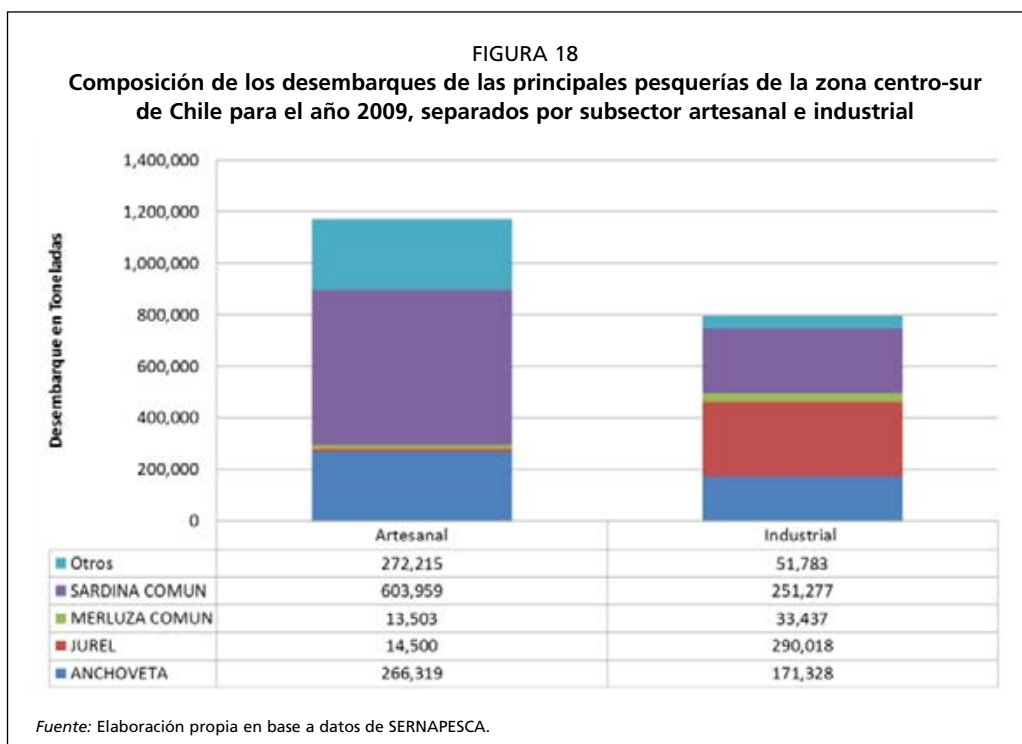


La participación de las distintas especies en el desembarque total del año 2009 se presenta en la Figura 16, en la cual se aprecia que el Jurel, Sardina y Anchoveta representan casi un 75 por ciento de los desembarques de peces en Chile.

En relación con la zona centro-sur, las pesquerías de mayor relevancia, tanto en términos de desembarques como en valor, corresponde a las pesquerías del Jurel, Anchoveta, Sardina Común y Merluza Común. La distribución del desembarque de estas especies entre los sectores artesanal e industrial en la zona centro-sur, se presenta en las figuras 17 y 18. En el año 2009, se desembarcaron casi 2 millones de toneladas en la zona centro-sur, de los cuales casi 1.2 millones de toneladas correspondieron a



pesca artesanal y 800 mil toneladas correspondieron a pesca industrial (Figura 17). En términos de especies, las más importantes fueron la Sardina y la Anchoveta, en las cuáles el sector artesanal tiene casi un 75 por ciento de participación. Las pesquerías del Jurel y Merluza Común, donde el sector industrial tiene mayor participación, han disminuido su contribución a los desembarques de la zona centro-sur producto de la importante disminución de la biomasa que han tenido durante los últimos años. El sector artesanal de la zona centro-sur se nutre fundamentalmente de la pesca de Sardina (más del 50 por ciento), teniendo la anchoveta también un rol importante (22 por ciento) (Figura 18).



En el caso del sector industrial, las capturas estuvieron distribuidas de manera más pareja, siendo el orden de importancia Jurel, Sardina y Anchoveta (Figura 18).

El sector artesanal de la zona centro-sur se basa fundamentalmente de la pesca de Sardina (más del 50 por ciento), teniendo la anchoveta también un rol importante (22 por ciento) (Figura 18). En el caso del sector industrial, las capturas estuvieron distribuidas de manera más pareja, siendo el orden de importancia Jurel, Sardina y Anchoveta (Figura 18). De este análisis se puede inferir que cualquier posible efecto del CCG sobre las pesquerías de Jurel, Sardina y Anchoveta tendrá un impacto importante sobre las condiciones socioeconómicas en la zona centro-sur de Chile. Adicionalmente, el impacto sobre estos recursos será diferenciado en los sectores artesanales e industriales, siendo el sector industrial levemente más diversificado en términos de las especies pelágicas que sostienen la captura.

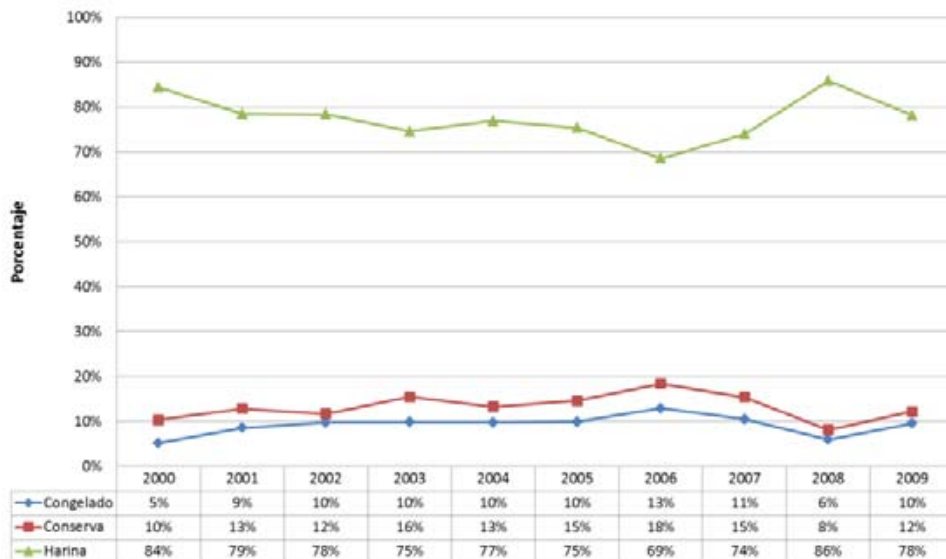
Destinos de las capturas por línea de producción

En esta sección presentamos un análisis de los destinos de las especies a distintas líneas de producción en el período 2000 a 2009. Es importante señalar que para las especies analizadas, se consideran como las principales líneas de elaboración industrial la Harina, Conservas y Congelados. Un elemento clave para comprender la capacidad adaptativa de la comunidad dependiente de estas pesquerías es evaluar la forma en que el sector de procesamiento industrial se ha ajustado durante la última década, en términos de los destinos de la materia prima a las distintas líneas de elaboración.

En el período 2000 a 2009 se observa que entre un 70 por ciento y un 85 por ciento de la materia prima se destina a la elaboración de harina (Figura 19), diferenciándose dos períodos en el análisis. En el primero (entre 2000 y 2006) los destinos de la materia prima a la elaboración de harina se ven reducidos desde un 84 por ciento a un 69 por ciento. En un segundo período, se aprecia más volatilidad en términos de los destinos de la materia prima a harina, incrementándose en los años 2007 y 2008 para volver a reducirse en torno al 78 por ciento en el año 2009 (Figura 19).

Es importante señalar que tanto la sardina como la anchoveta se destinan casi exclusivamente a la elaboración de harina, mientras la merluza se destina en su totalidad a Congelados. El jurel es la única especie que ha sufrido modificaciones

FIGURA 19
Proporción de la materia prima proveniente de las pesquerías de jurel, sardina, anchoveta y merluza que se destina a las distintas líneas de elaboración en el período 2000 a 2009

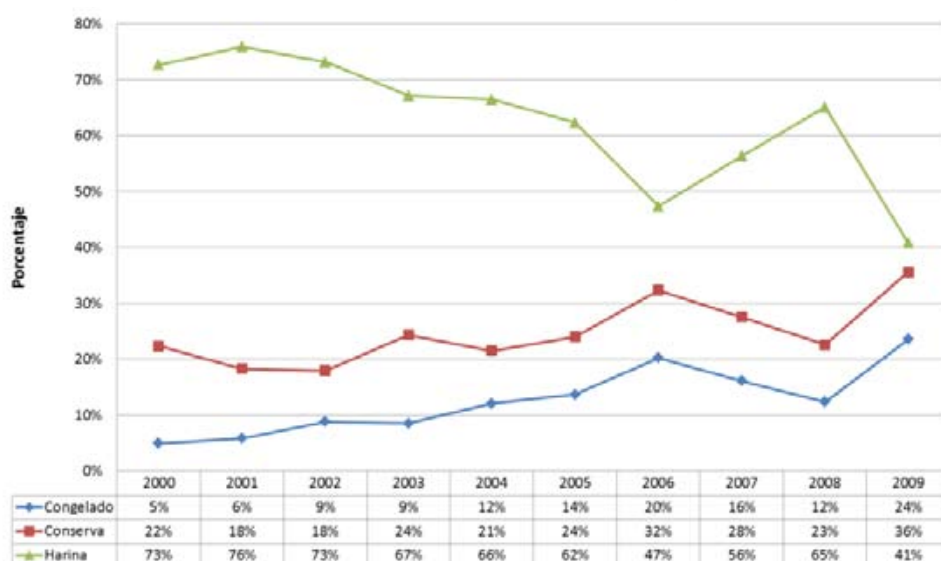


Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA.

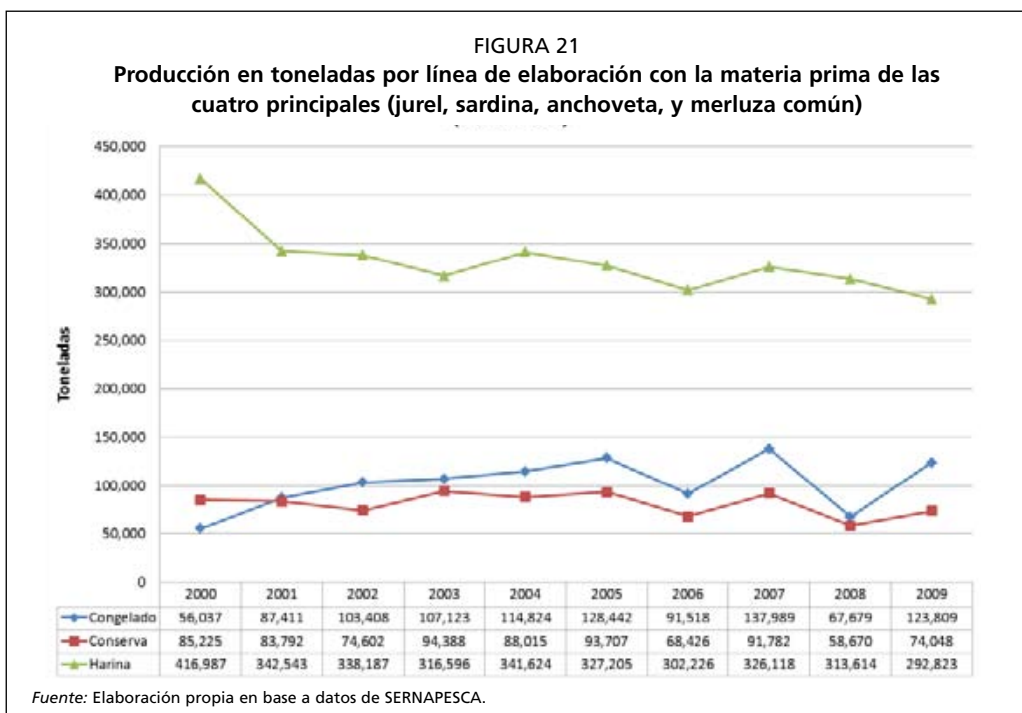
significativas en términos de sus destinos durante el período. Un análisis detallado para el Jurel se presenta en la Figura 20. Se puede observar una clara reducción en los destinos de Jurel a la elaboración de harina, pasando desde un 76 por ciento en el año 2001 a un 41 por ciento en el año 2009. Esto se ve compensado con un notorio incremento en la elaboración de Congelados y Conservas de Jurel, las que incrementan proporcionalmente en la última década.

La producción de harina de pescado se reduce en el período 2000 a 2009 desde más de 400 mil toneladas a menos de 300 mil (Figura 21). Por otra parte, la producción de Congelados se incrementa desde 56 mil toneladas a cerca de 130 mil en el año 2005, para

FIGURA 20
Destino de la materia prima proveniente del jurel



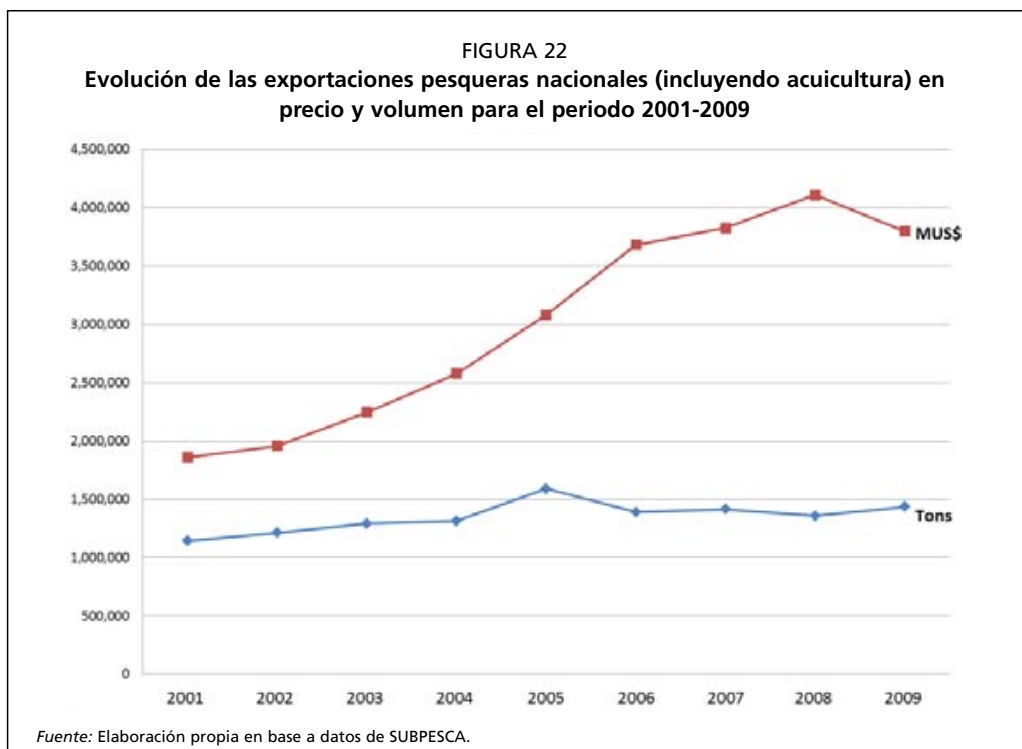
Fuente: Elaboración propia en base a datos de SERNAPESCA.

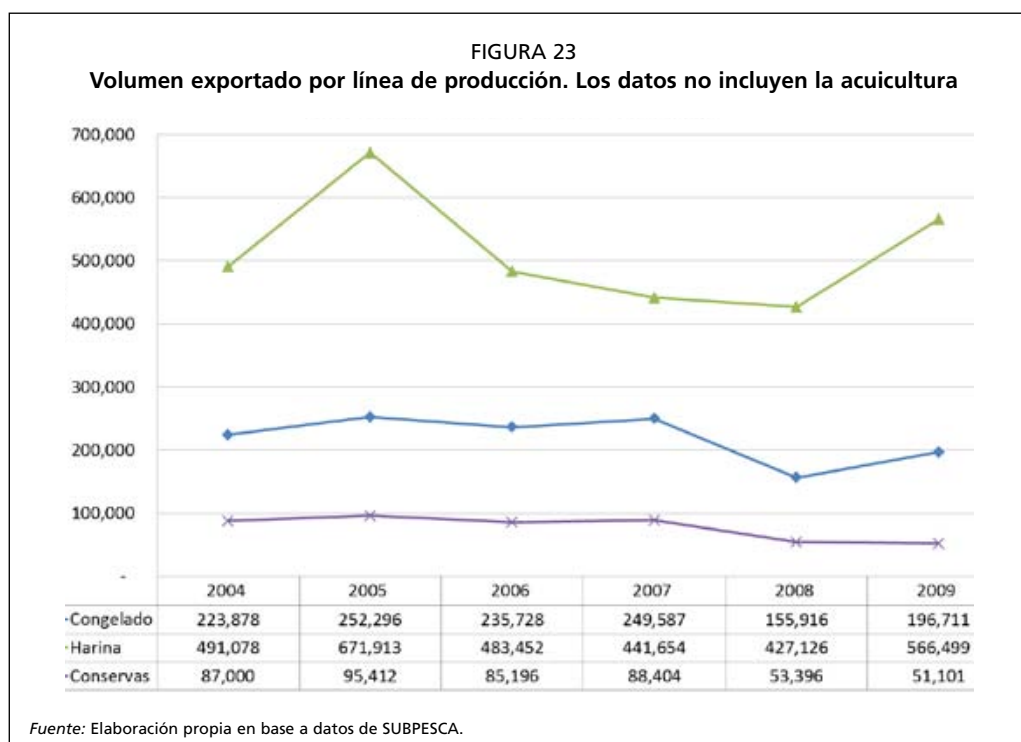


posteriormente fluctuar alrededor de esa cifra. Finalmente, la producción de Conservas se mantiene entre 80 y 90 mil toneladas en el periodo 2000 a 2005, para posteriormente bajar y fluctuar alrededor de 70 mil toneladas (Figura 21).

Exportaciones

Durante la última década, el valor de las exportaciones pesqueras en Chile ha incrementado de manera muy importante. De hecho, entre 2001 y 2009 las exportaciones pesqueras se han duplicado en valor, aun cuando en términos de toneladas exportadas no se aprecia un cambio significativo, mostrándose sólo un leve aumento explicado fundamentalmente por las exportaciones acuícolas (Figura 22).



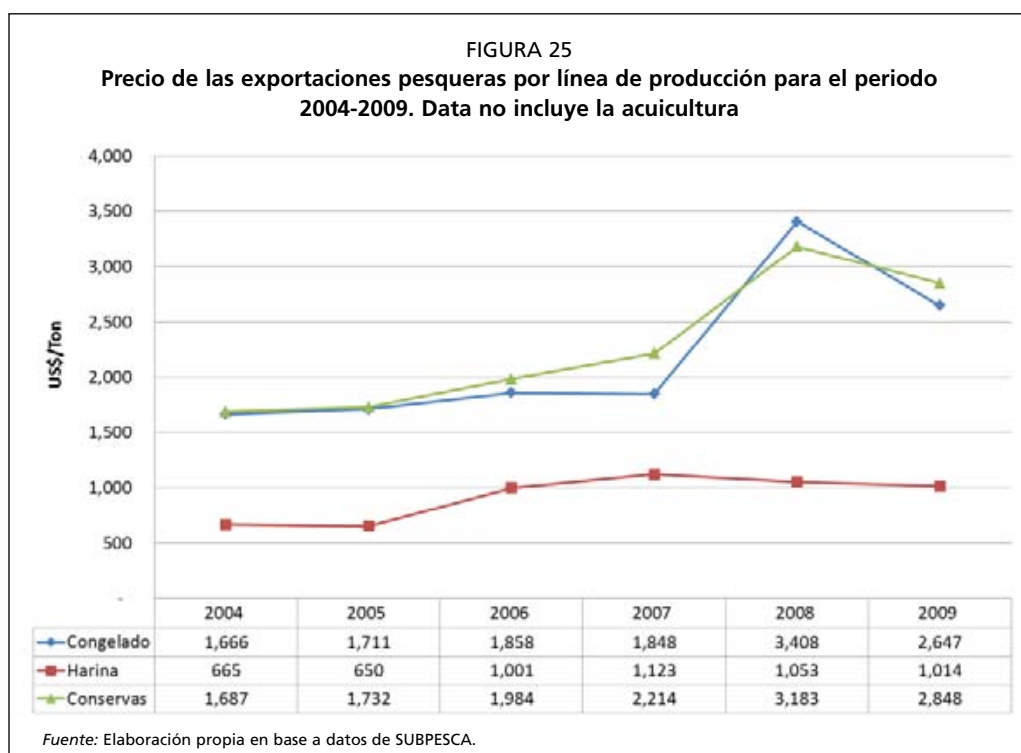
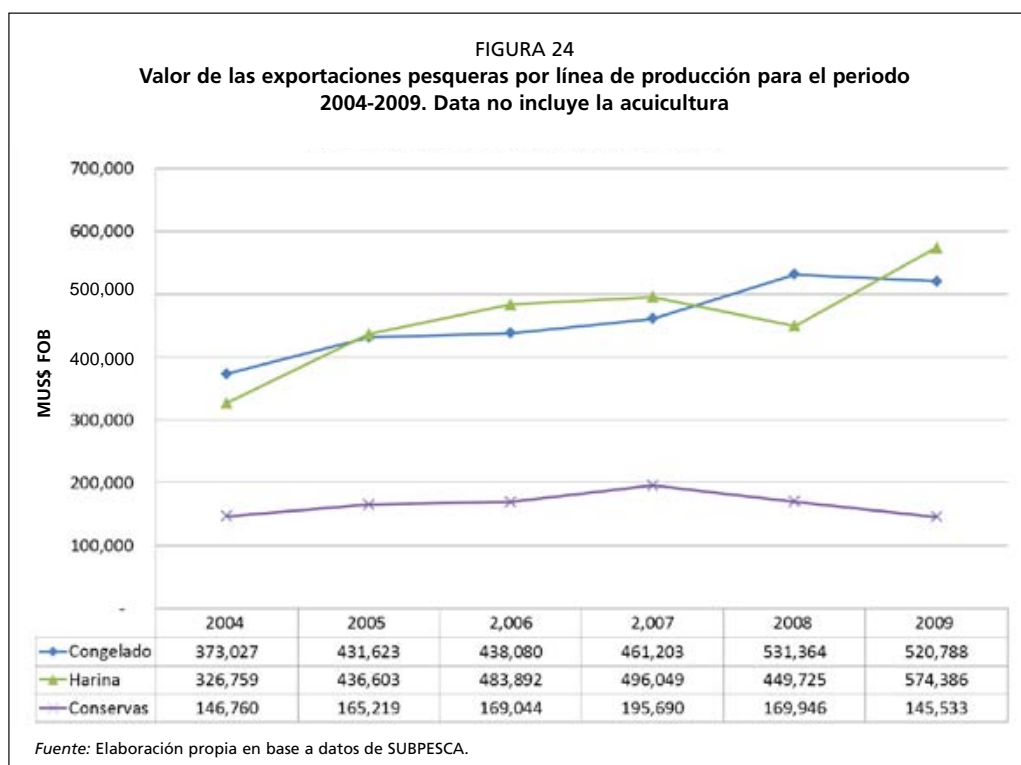


Al analizar las exportaciones, sin considerar el aporte que realiza la acuicultura, se observa cierta estabilidad en las toneladas exportadas entre 2004 y 2009, tanto de conservas como de congelados, no obstante la variabilidad existente en las toneladas exportadas de harina. Es así como se observa un aumento importante en el volumen exportado de harina en los años 2005 y 2009, mientras las toneladas exportadas de congelados y conservas muestran una reducción en este período (Figura 23). A pesar de lo anterior, el valor total de las exportaciones en estas tres líneas de producción (congelado, harina, conserva) muestra una tendencia creciente en todo el período (Figura 23) y aunque las cantidades exportadas de harina son más del doble de las cantidades exportadas de congelados, debido a que los precios de los congelados son prácticamente el doble, el valor de las exportaciones de estos dos productos es similar. Adicionalmente, como resultado del sostenido aumento en los precios de estos dos productos, el valor exportado incrementa durante el período 2004 a 2009, mostrando que el aumento en los montos exportados en este período se debe fundamentalmente a buenos precios de estos productos en los mercados internacionales (Figuras 24 y 25).

De esta forma, a pesar de las reducciones enfrentadas en los desembarques de las principales especies y en la producción de los distintos productos, debido al incremento en los precios de exportación, el valor de las exportaciones presenta una tendencia creciente en el período. De hecho, los ingresos de la industria se ven incrementados a pesar de tener una captura y producción reducida en este período. Así, el efecto precio compensa una reducción importante en las capturas en el período bajo análisis.

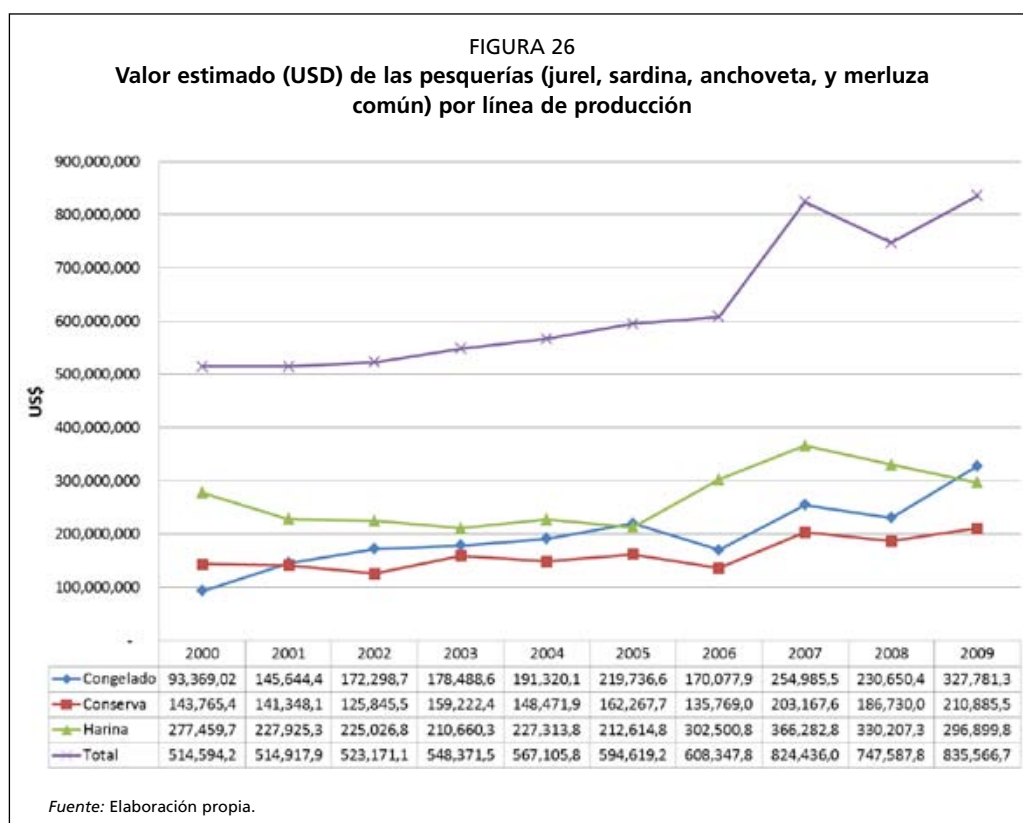
Valor estimado de la pesquería

Para estimar el valor de las principales pesquerías de la zona centro-sur, procedemos de la siguiente forma. Consideramos el precio promedio de la tonelada exportada presentada anteriormente en la Figura 25 y la multiplicamos por la producción de cada línea de procesamiento. Este procedimiento presenta imprecisiones debido a dos razones: (i) el precio de una tonelada de jurel congelado es distinto al de una tonelada de merluza congelada, y sin embargo estamos asignando a ambas producciones el mismo valor promedio; y (ii) existen distintos tipos de harina (prime, super prime, etc.), no obstante estamos considerando el valor promedio de la exportación. Con todo, este análisis



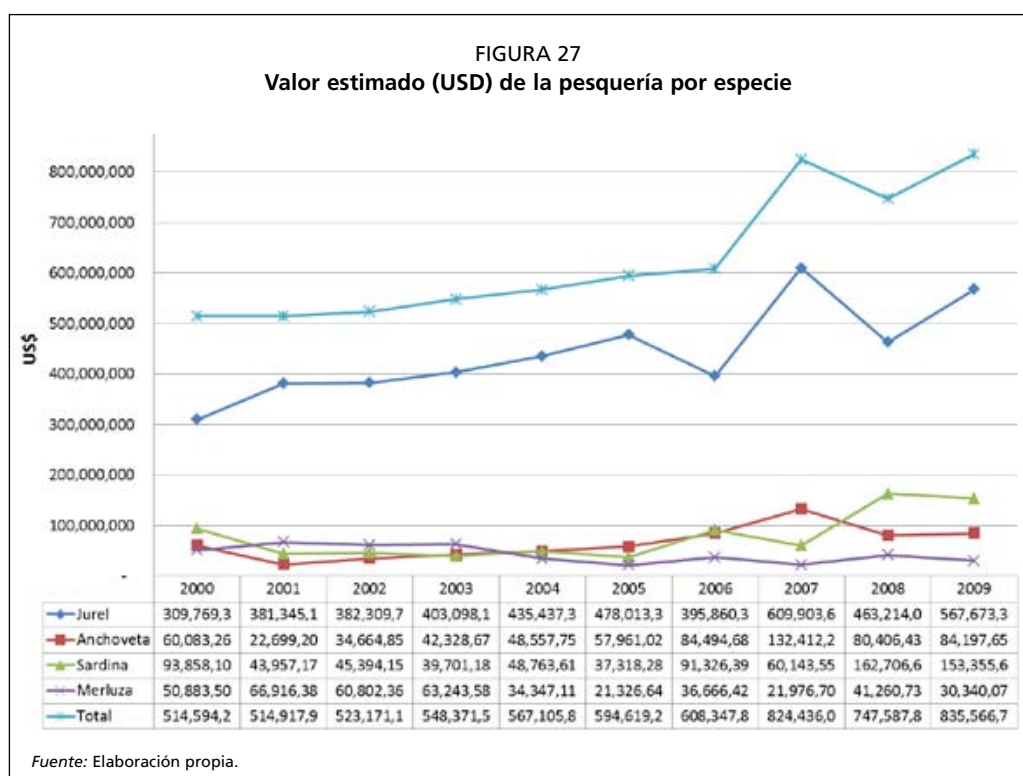
permite alcanzar una aproximación del valor total de la captura procesada por la industria (incluye captura de las flotas industrial y artesanal). Este valor se segrega entre los distintos componentes del valor incluyendo costos de captura, costos de procesamiento, costos de venta y comercialización, salarios y ganancias de capital. Lamentablemente, no contamos con información adecuada para poder realizar una descomposición del valor de la pesquería entre los distintos factores y etapas productivos.

A pesar de las reducciones en los desembarques y en la producción mencionadas en las subsecciones anteriores, el valor de la pesquería presenta un constante incremento



en el período 2000 al 2009, presentando una caída sólo en el año 2008 (Figura 26). Esto se debe fundamentalmente a los buenos precios internacionales y al incremento en la elaboración de productos de consumo humano de Jurel.

El valor estimado para las principales pesquerías de la zona centro-sur, descompuesto por línea de producción se presenta en la Figura 26. Adicionalmente, la Figura 27 presenta una descomposición del valor de la pesquería por especie. De este análisis



surgen dos elementos interesantes. Primero, debido a los mayores precios de exportación de los productos denominados “De Consumo Humano” (Congelados y Conservas), las tres líneas de producción presentan valores similares (Figura 26). Segundo, debido a que el Jurel también se destina a productos de consumo humano, con altos precios de exportación, ésta pesquería tiene mucha relevancia dentro del valor total de las pesquerías de la zona centro-sur. Es así como en el año 2009, la pesquería del Jurel representa un 68 por ciento del valor de las cuatro pesquerías consideradas. Adicionalmente, la pesquería de la Merluza común, a pesar de tener capturas mucho menores a las de la sardina y la anchoveta, debido a los altos precios de exportación (consumo humano), estas tres pesquerías presentan en la primera mitad de la década una importancia similar en términos del valor generado. Esta situación cambia en la segunda mitad de la década donde la merluza se ve reducida producto de la severa disminución de su biomasa, tomando un mayor valor la anchoveta y la sardina.

Empleo en las pesquerías del Jurel, Sardina, Anchoveta, y Merluza Común en la Zona Centro-Sur.

En esta sección se describe la estructura de la ocupación en las pesquerías que son relevantes para el presente estudio. El objetivo es dimensionar los niveles de ocupación en el sector, para posteriormente poder examinar la importancia de los impactos esperados del CCG.

Por disponibilidad de información estadística, el estudio se concentra fundamentalmente en la información sobre ocupación pesquera en la Región del Biobío. Ésta es la región más importante de la Zona Centro-Sur desde el punto de vista del empleo para las especies relevantes del estudio. Indudablemente en términos de empleo industrial de flota y planta, la omisión de la ocupación generada por otras regiones para las pesquerías pelágicas no parece importante. Por otra parte, en términos de ocupación artesanal, sí existe una subestimación del empleo generado en la zona centro-sur, especialmente en la pesquería de la merluza común en las regiones del Maule y de Valparaíso. La estructura de esta sección es la siguiente: Primero se revisan las fuentes de información oficial sobre empleo pesquero, que permiten formar una opinión sobre la dimensión del empleo en el sector pesquero en su conjunto. Posteriormente, se analiza información disponible en la literatura que permite estimar de mejor manera el nivel de empleo en las pesquerías relevantes, su evolución y su importancia en la ocupación pesquera total. Para ello, se analiza en forma desagregada la ocupación en flota y la ocupación en planta. Finalmente, se intenta resumir la sección y derivar algunas conclusiones relevantes para el análisis posterior sobre las consecuencias socioeconómicas del CCG.

La ocupación pesquera se encuentra distribuida en los sectores extractivo y de procesamiento. La Encuesta Nacional de Empleo (ENE), y ahora la Nueva Encuesta Nacional de Empleo (NENE), que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), constituye la principal herramienta de análisis continuo de la situación de ocupación y desocupación a nivel nacional y regional. Esta encuesta actualmente permite distinguir la ocupación que genera la actividad pesquera extractiva, pero incluye la ocupación generada por la industria de procesamiento pesquera en una categoría ocupacional más amplia, que es la ocupación industrial. Sin embargo, la Encuesta de Caracterización Socio Económica (CASEN), que produce el Ministerio de Planificación y Coordinación (MIDEPLAN, Chile), permite identificar en forma más desagregada la ocupación y por esta vía estimar el porcentaje de ocupación industrial que corresponde al sector pesquero regional. Sin embargo, ésta es una encuesta de hogares que no se lleva a cabo en forma continua.

Para estimar la ocupación pesquera total, utilizamos dos procedimientos. Primero, calculamos la ocupación pesquera al año 2009, de acuerdo a la encuesta CASEN. Para calcular la ocupación se incluyeron los códigos de la clasificación ocupacional

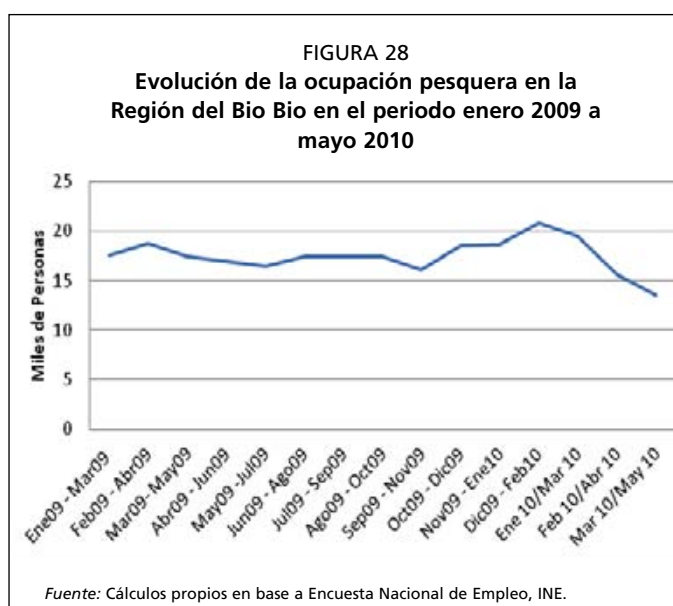
relevantes tanto en la ocupación extractiva como industrial y la muestra se expandió de acuerdo a los factores de expansión comunales. Esto entregó una primera estimación de la ocupación pesquera total al nivel regional. Una segunda estimación se realizó utilizando los resultados de la encuesta ENE para el año 2009. Al elegir este año se busca conmensurabilidad con la estimación de la CASEN. La encuesta ENE entrega una estimación directa de la ocupación extractiva pesquera, pero no de la ocupación generada por la industria de procesamiento. Para obtener una estimación de este segundo componente usamos el porcentaje de ocupación que generaba la industria pesquera de procesamiento en el empleo industrial total de acuerdo a la encuesta CASEN para el año 2009 y lo aplicamos a los datos de empleo industrial total de la encuesta ENE para el trimestre móvil octubre-diciembre del 2009. La suma de estos dos componentes nos proporcionó una segunda estimación de la ocupación pesquera en la Región del Bío Bío.

Los resultados para el año 2009 fueron muy similares entre ambos procedimientos. Mientras que la encuesta CASEN entrega un nivel de ocupación pesquera de 17 700 personas en noviembre del año 2009, la encuesta ENE entrega una estimación de 18 500 personas para el trimestre móvil octubre-diciembre del mismo año. De esta ocupación, de acuerdo a la encuesta CASEN, el 68 por ciento es ocupación extractiva, mientras que para la encuesta ENE este porcentaje cae a 64 por ciento. En cualquier caso, los resultados son muy similares, lo cual entrega confianza sobre el orden de magnitud del empleo pesquero en el empleo total regional. Se trata aproximadamente de un 2,5 por ciento de la ocupación total de la Región del Bío Bío. Si utilizamos las estimaciones del INE, entonces podemos concluir que de las 18 500 personas estimadas ocupadas en el sector pesquero regional, aproximadamente 11 800 de estas personas trabajaban en el sector extractivo, y 6700 en la actividad de procesamiento.

Esta similitud entre ambos resultados permite utilizar el método para calcular el nivel de empleo pesquero total, a partir de los resultados de la encuesta ENE, que por su carácter continuo permite seguir la evolución del empleo.

El sector pesquero mantuvo entre 16 mil y 20 mil personas ocupadas durante el año 2009 (Figura 28). Durante el año 2010, se observa una brusca caída en el nivel de empleo, alcanzando su rango mínimo en el trimestre móvil Marzo-Mayo del 2010, donde llegó a sólo 13,5 mil personas. Esto indudablemente se vio condicionado por los efectos que tuvieron el terremoto y tsunami que azotó a la región del Bío Bío en febrero del año 2010, pero también fue un factor condicionante la reducción en las capturas esperadas, a raíz de la reducción en la cuota global de captura del Jurel. Cabe señalar que la estimación incluye personas que trabajaban en todas las especies y no solamente aquellas relevantes para este estudio. Por ello, esta estimación debería utilizarse como una aproximación gruesa, para tener un orden de magnitud del sector pesquero en su conjunto.

Un aspecto importante de consignar es que aparentemente la participación de la ocupación en la industria de procesamiento, con respecto a la ocupación pesquera total, se redujo en el período. De acuerdo a estimaciones realizadas para el período 1998-2004, el empleo en planta para la zona Centro-sur sólo en la industria pelágica se estabilizó en niveles en torno a las



nueve mil personas entre los años 2002 a 2004 (Dresdner *et al.*, 2007). Es decir, la ocupación industrial para todas las especies procesadas debe haber sido aún mayor que esta cifra. Por otra parte, las estimaciones disponibles para todo el empleo industrial generado por el sector pesquero en el año 2009 se ubica debajo de las siete mil personas. Ello evidencia, que en el período, el nivel de empleo industrial debe haber disminuido, y el empleo en flota aumentado.

Para estimar la ocupación dependiente solo de las pesquerías relevantes en este estudio no existen datos oficiales. En consecuencia, a continuación aportamos algunas estimaciones que permiten aproximar la dimensión de la ocupación que generan estas pesquerías. Estas estimaciones se obtienen en forma separada para la ocupación en flota y la ocupación en planta.

Ocupación en flota en las pesquerías relevantes para el análisis

La ocupación en el sector pesquero extractivo se puede dividir en la ocupación que genera el subsector pesquero artesanal y el subsector pesquero industrial. Analizaremos cada uno de estos segmentos por separado, para después estimar el empleo total que generan ambos subsectores. Dado que no existen estimaciones actualizadas para la ocupación en flota en estas pesquerías, trataremos de obtener un orden de magnitud, en relación al total de ocupación en flota ya delimitado.

En el caso de la pesquería de la sardina y anchoveta el componente artesanal es sumamente importante. En cambio la ocupación artesanal es muy pequeña en la pesquería del jurel y, actualmente, poco importante en la pesquería de la merluza común (producto de la disminución en la abundancia del recurso). Esto puede inferirse claramente al considerar la distribución de las cuotas globales por especie y según segmento productivo para el año 2010 (ver Tabla 2).

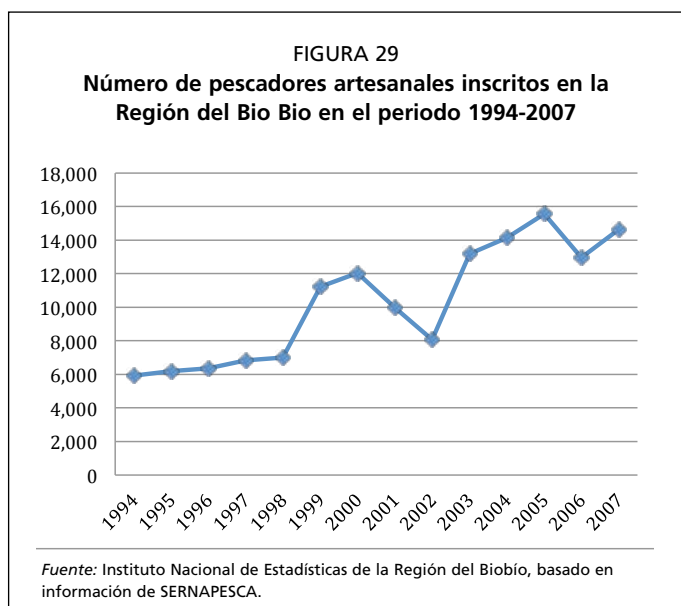
TABLA 2

Distribución de la Cuota Global de Jurel, Sardina, Anchoveta, y Merluza Común para la Zona Centro-Sur en el año 2010 según Segmento Productivo

Especies	Jurel	Anchoveta	Sardina Común	Merluza Común
Artisanal	2 771	29 901	321 931	5 000
Industrial	186 620	29 466	171 131	30014
Participación Industrial en Total	98,5%	49,6%	34,7%	85,7%

Fuente: Subsecretaría de Pesca.

Para el sector artesanal, existen estimaciones del número de pescadores inscritos



en las pesquerías de la Región del Bío Bío. De acuerdo a estas estimaciones, el número de pescadores artesanales ha ido en aumento a través del tiempo. De un nivel cercano a los 6000 pescadores, la cantidad de inscritos ha aumentado paulatinamente hasta alcanzar algo menos de 15000 pescadores en el año 2007 (Figura 29). De hecho, al 31 Marzo de 2011, el Registro Pesquero Artesanal de pescadores y naves que lleva el SERNAPESCA de la Región del Bío Bío, consigna un total de 20 943 pescadores artesanales y 3108 naves inscritas, que equivalen al 25,3 por ciento y 19,3 por ciento a nivel nacional respectivamente (SERNAPESCA, 2011).

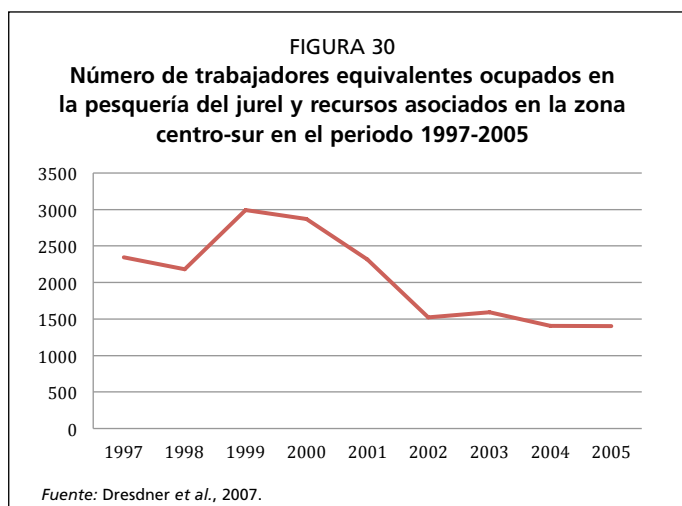
Sin embargo, esta estimación del empleo en el sector artesanal es inexacta en varios sentidos. Primero, y por razones de medición, es posible que exista doble contabilidad de pescadores, porque los pescadores se inscriben en el Registro Pesquero Artesanal por categoría y existe un número importante de estos que está inscrito en más de una categoría; para la generación de las cifras agregadas se suman los inscritos en las distintas categorías. Segundo, porque el hecho de estar inscrito no significa que los pescadores estén activos en la pesca. Existe un porcentaje que se inscribe o mantiene su registro como pescador artesanal principalmente para evitar que lo borren de los registros, para acceder a beneficios sociales y para tener la opción de participar en la pesquería en el futuro, de ser necesario. Esto hace que el número de pescadores esté sobredimensionado. Como se discutió anteriormente, el número de ocupados en flota, tanto artesanal como industrial, en esta región alcanzaba en el año 2009, alrededor de 11 800 personas. Si a esto le restamos los empleados en flota industrial, como veremos más adelante, claramente el número de pescadores artesanales activos en pesca artesanal debe estar en torno a las 9 mil personas en este mismo año. Tercero, para efectos de identificar los pescadores que están ocupados en las pesquerías relevantes, estas cifras están abultadas, porque incluyen los pescadores artesanales que operan en todas las pesquerías regionales.

Sin perjuicio de lo anterior, la tendencia mostrada por el número de pescadores artesanales es a aumentar fuertemente a través del tiempo. Esta tendencia debería al menos parcialmente mostrarse en las pesquerías relevantes, especialmente para las especies de sardina y anchoveta, que han aumentado sus niveles de captura en los últimos años. Datos sobre empleo artesanal en las pesquerías de sardina y anchoveta para el año 2004 sugieren un nivel de ocupación en este sector en torno a las 764 pescadores en promedio (Peña-Torres y Cerda, 2006). Sin embargo, posteriormente mediante una modificación de la Ley General de pesca y Acuicultura de Chile se introdujo el sistema de Régimen Artesanal de Extracción (RAE) que en los últimos años ha aumentado sustancialmente el número de pescadores envueltos en esta pesquería. Una estimación realizada para el año 2009 por Castillo (2010), sugiere que la capacidad de tripulantes que tiene la flota sardinera-anchovetera asciende a 3787 pescadores, lo cual parece consistente con las aproximadamente 400 lanchas sardineras/anchoveteras dedicadas a esta pesquería.

Por otra parte, la ocupación generada por la flota de merluza común debe haber mostrado una tendencia a la reducción en el tiempo. Esto producto de la crisis que vivió el recurso a partir del año 2004. Al año 2004, la flota merlucera artesanal ocupaba 2 322 pescadores, mientras que la flota industrial ocupaba sólo 325 pescadores (Dresdner *et al.*, 2006). Es decir, la flota artesanal es varias veces mayor que la flota industrial en términos de personas ocupadas. Posteriormente, la disponibilidad del recurso ha disminuido, siendo la pesca realizada preponderantemente por la flota artesanal. Sin perjuicio de ello, también el nivel de ocupación en esta flota se ha visto reducido en forma importante.

Finalmente, en términos del jurel, la mayor proporción de la captura la realiza la flota industrial. Esta tendencia se ha fortalecido en los últimos años, cuando el recurso se ha hecho más escaso y se ha alejado más de las costas chilenas distribuyéndose principalmente fuera de la zona económica exclusiva, lo que ha, en gran medida, impedido el acceso de las naves al recurso.

El grueso de la ocupación en la flota industrial, por otra parte se ha concentrado en la pesquería del jurel, y en menor medida en otras especies pelágicas, como la merluza de cola, la sardina y la anchoveta. Estimaciones realizadas para la ocupación en flota industrial de toda la región centro-sur para el conjunto de las especies pelágicas entre los años 1997 y 2005 indican que la cantidad de empleo generado por esta flota mostró una tendencia a reducirse en el tiempo. Como se puede observar en la Figura 30, de un nivel superior de aproximadamente 3 000 personas empleadas en esta flota, el número



de pescadores cayó hasta alrededor de 1 400 personas en el año 2005.

La tendencia decreciente mostrada por el nivel de ocupación en flota industrial está asociada a la fuerte caída en la abundancia del recurso jurel que se vivió a partir del año 1997 (ver Quiñones *et al.*, 2003, SUBPESCA 2008, Quiñones 2010). Esta tendencia se ha profundizado en los años posteriores al 2005, donde la disponibilidad, capturas, y cuota de este recurso se ha reducido aún más. Estimaciones independientes ubican el número de tripulantes laborando en la

flota industrial pelágica en el año 2009 en torno a las mil personas.

En resumen, el empleo en flota se ha visto reestructurado en los últimos años. La fuerza motriz fundamental de esto han sido los cambios que se han producido en la disponibilidad de los distintos recursos analizados. Mientras la disponibilidad de jurel y merluza común se ha visto seriamente deteriorada, la sardina y anchoveta han aumentado su presencia. De tal forma que a nivel de ocupación en flota se ha producido una reestructuración de la mano de obra empleada entre distintas flotas y entre distintos segmentos de actividad. Específicamente, las naves de mayor tamaño, que operan fundamentalmente sobre el jurel, han visto reducido su margen de acción, mientras que la de menor tamaño que operan sobre sardina y anchoveta, han aumentado su participación. Esto ha desplazado la importancia de la pesca artesanal sobre la industrial en materia de empleo. Por otra parte, la caída en la disponibilidad de merluza común, y su incapacidad de recuperarse ha afectado especialmente a un segmento de la pesca artesanal, produciendo una reestructuración en el empleo generado por la flota de sardina y anchoveta en desmedro de la flota de la merluza común. En suma, se estima que el nivel total de empleo en la flota pesquera aumentó, salvo a partir del año 2010 donde se observó una importante caída.

Ocupación en la industria de procesamiento

Para medir el nivel de ocupación en la industria procesadora pesquera de la Región del Bío Bío utilizamos la base de datos de SERNAPESCA. Esta base de datos contiene información mensual sobre el número de trabajadores empleados en distintos procesos productivos en las plantas que pertenecen al sector pesquero. La información distingue entre mano de obra permanente y eventual. Además, divide la ocupación por género. Procesamos la información para el período mensual enero 2009 hasta noviembre 2010.

Existen algunas consideraciones metodológicas que deben hacerse sobre la estimación de ocupación a partir de la información de la base de datos de SERNAPESCA. Primero, la información de esta base de datos está reportada por procesos productivos, los que están clasificados de acuerdo a línea de elaboración y tipo de materia prima. Sin embargo, existen muchos procesos que usan la misma mano de obra. Es decir, los mismos trabajadores procesan distintos tipos de materia prima y productos. Por lo tanto, es necesario evitar duplicaciones en los cálculos de empleo, para lo cual se requiere realizar un análisis cuidadoso de la información básica al tratar de agregar el nivel de empleo. Segundo, los niveles de empleo varían por proceso, y esto se recoge al analizar los niveles de empleo por mes. Sin No obstante, la cantidad de personas contratadas en la planta normalmente no varía demasiado en meses consecutivos, por lo que fue necesario calcular promedios anuales de empleo. Es decir, se calculó un promedio simple de los niveles de empleo mensuales para obtener un nivel de empleo

anual. Este nivel de empleo debe interpretarse como el nivel de empleo permanente que mantiene a lo largo del año la planta. Tercero, como los trabajadores procesan distintas especies, incluyendo especies que no son relevantes al estudio, se tuvo que calcular qué porcentaje del empleo total que genera el procesamiento de materia prima de todas las especies, es generado por las especies relevantes. Para ello calculamos el porcentaje (en toneladas) que constituye la materia prima de las especies relevantes, sobre el total de materia prima procesada por la planta durante el año. Este porcentaje se multiplicó por la ocupación total generada por la planta para obtener una medida del empleo que es generado por la materia prima de las especies relevantes.

La medida de ocupación estimada corresponde a todas las especies relevantes. El valor obtenido para el año 2009 fue de 4160 trabajadores/año. Para el año 2010 este valor se redujo a 3267 trabajadores. Esto sugiere que para el año 2009, alrededor del 62 por ciento de la ocupación industrial en el sector pesquero provenía de las especies relevantes. Esto se obtiene al comparar esta estimación de ocupación industrial con el total estimado en el sector de procesamiento. Es decir, las pesquerías estudiadas son altamente relevantes desde el punto de vista del empleo en el sector de procesamiento industrial regional. Por otra parte, los datos también captan una caída en la ocupación industrial pesquera para las especies relevantes entre el año 2009 y el año 2010. Esta caída en términos absolutos es del orden de los 900 trabajadores, pero en términos relativos es de 31,4 por ciento. Si suponemos que esta caída fue aproximadamente igual para el resto del empleo industrial pesquero, entonces la caída en el empleo sólo en la industria de procesamiento pesquero regional, entre el año 2009 y 2010, fue de aproximadamente 2100 trabajadores. Esta estimación es consistente con las cifras que han estado manejando las autoridades pesqueras del Estado de Chile.

En una perspectiva de tiempo mayor, el empleo en la industria de proceso ha venido reduciéndose en relación a los niveles alcanzados en la primera mitad de la década, como se discutió anteriormente.

Tendencia general del empleo en la década 2000-2010

La ocupación pesquera en las pesquerías relevantes ha mostrado una evolución relativamente estable en el período 2001-2010 manteniendo un nivel en torno a las 18000 personas. Sin embargo, en el año 2010 el nivel de ocupación bajó drásticamente alcanzando un nivel de 13500 personas. Esto fue consecuencia del impacto del terremoto y tsunami de febrero del mismo año que impactó al sector pesquero, pero también de la reducción en los desembarques totales producto de la crisis vivida por la principal especie (Jurel). Esta caída en el nivel de empleo pesquero total corresponde a una reducción en doce meses equivalente al 22 por ciento del nivel de empleo pesquero total.

Las especies contempladas en el estudio generan un porcentaje alto del empleo pesquero total. Por lo tanto, lo que ocurra con ellas afectará en forma importante la ocupación total en el sector. Además, es importante tener presente que los potenciales efectos de un cambio en las condiciones que enfrenta el sector puede afectar en forma diferenciada a los distintos segmentos pesqueros. Actualmente, el sector artesanal tiene un grado de dependencia mayor de la pesca de la sardina y anchoveta, mientras que la flota industrial depende en mayor grado del jurel. Es evidente que cambios en cualquiera de los recursos impactará a la industria de procesamiento, porque ésta recibe materia prima de ambas flotas.

Finalmente, en la década del 2001-2010 el sector pesquero de la zona centro-sur ha vivido fuertes procesos de reestructuración industrial, como consecuencia de la marcada tendencia a la reducción en los desembarques totales de las principales especies (Quiñones, 2010). Esta evolución ha estado marcada por la crisis que vivió el recurso jurel a finales de la década de los noventa, la posterior crisis que vive actualmente la merluza común, y la nueva crisis de disponibilidad del recurso jurel. Estas crisis pueden

ser interpretadas, desde la perspectiva socioeconómica, como “shocks” externos que afectan el funcionamiento del sector, en forma muy parecida a las transformaciones que pueden derivar del CCG. Por ello, estudiar como el sector se ha adaptado a estas crisis constituye una forma para proyectar como éste se adaptará a las consecuencias del CCG.

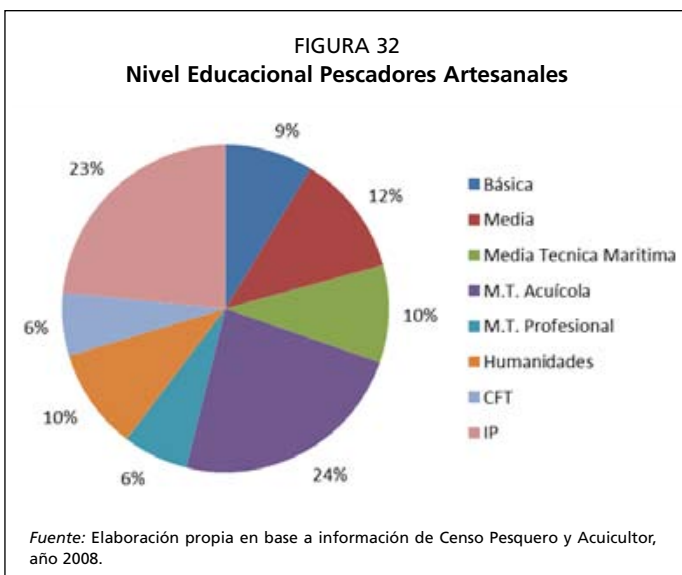
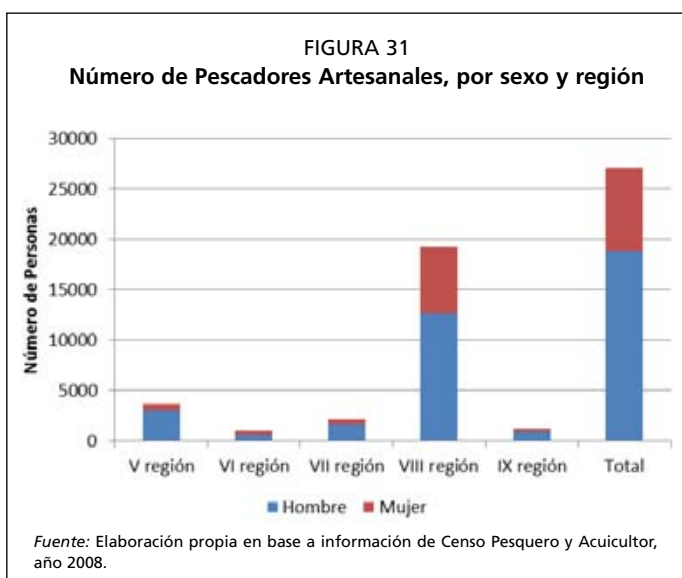
Caracterización de los pescadores artesanales de la zona Centro-Sur, en base al CENSO Pesquero 2008.

Durante los años 2008 y 2009 se llevó a cabo un intenso levantamiento de información respecto a la realidad del sector pesquero a nivel nacional, incluyendo al sector pesquero artesanal, industrial y acuícola. El período de referencia de la información recolectada corresponde al comprendido entre el junio de 2007 y mayo de 2008 para los pescadores artesanales. A continuación, se presenta un análisis de las características de las personas trabajando en el sector pesquero artesanal y en la industria de transformación como trabajadores asalariados. Lamentablemente, la información referida al sector extracción de la pesca industrial no se encuentra disponible debido a que el número de observaciones vulnera el secreto estadístico. Adicionalmente, esta información no puede ser desagregada a nivel de pesquería. Sin embargo, se ha intentado, cuando es posible,

utilizar la información que se asocia a las pesquerías analizadas en este informe. Por otra parte, y como una forma de subsanar esta debilidad, en la sección 4.10.1.8 “Otros Indicadores Sociales” se presenta un análisis detallado de las características socio-económica de los pescadores y trabajadores de las pesquerías en estudio basado en un extenso encuestaje realizado el año 2002 (Quiñones *et al.*, 2003).

El Censo incluye a nivel nacional un total de 71880 encuestas a individuos ligados a la pesca artesanal. De ellos, 27060 (38 por ciento) se encuentran entre las regiones V y IX. La Figura 31 muestra la distribución de estas entrevistas entre las regiones y por género. Es posible apreciar que la pesca artesanal en esta zona se concentra en la Región del Bío-Bío (VIII). Adicionalmente, se observa que un 69 por ciento aproximadamente corresponde a hombres. El promedio de edad de los entrevistados fluctúa entre 40 años (VIII Región) y 47,5 años (V Región).

Respecto al nivel educacional de los entrevistados, la Figura 32 muestra su distribución para todos los pescadores artesanales de la zona centro sur. Llama la atención que un 29 por ciento de los entrevistados presenta algún grado de formación superior, ya sea en Institutos Profesionales (IP) o Centros de Formación Técnica (CFT). Por otra



parte, un 40 por ciento presenta formación de Educación Media de nivel Técnico, ya sea Marítima, Acuícola o Profesional; tan sólo un 9 por ciento de los entrevistados muestra un nivel educacional inferior a la Educación Media.

El CENSO también consulta por el tipo de embarcaciones que poseen los entrevistados. La Tabla 3 muestra la heterogeneidad en la distribución de embarcaciones pesquero artesanales por región. Así, se observa que en la V y VII regiones, alrededor de un 80 por ciento de las embarcaciones artesanales corresponden a botes a motor y alrededor de un 10 por ciento adicional son botes a remo. En cambio, en la VI región y IX regiones, existe una mayoría de botes a remo y en segundo lugar están los botes a motor. En todas estas regiones, casi un 90 por ciento de las embarcaciones corresponden a botes, teniendo las lanchas un porcentaje menor al 15 por ciento de las embarcaciones. En la región VIII, en cambio, las lanchas tienen una participación importante; aunque las lanchas corresponden a un 21 por ciento de las embarcaciones, un 13 por ciento son lanchas de entre 15 m y 18 m de eslora, que son las de mayor tamaño. Estas diferencias en tamaño obedecen a la distinta especialización de las diferentes localidades en términos de especies objetivos de la pesca artesanal.

En el CENSO se consulta a los armadores artesanales sobre los salarios mensuales promedios pagados por categoría ocupacional. Esta información se resume en la Tabla 4. También se presenta, en la última columna, el ingreso promedio en el año 2008 para cada región, proveniente de la Encuesta de Ingresos de Hogares y Personas, realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas. Es posible apreciar que existen diferencias importantes entre regiones y categorías ocupacionales. Estas diferencias se deben a la composición de los tipos de embarcaciones en cada región y al distinto valor de las especies objetivo en cada localidad. Por ejemplo, en la V región, los patrones (capitán)

TABLA 3
Distribución de las embarcaciones artesanales por tipo y región.

	Bote a Remo	Bote a motor	Lancha Pequeña ⁽¹⁾	Lancha Mediana ⁽¹⁾	Lancha Grande ⁽¹⁾	Total
V región	7%	80%	4%	3%	5%	100%
VI región	56%	41%	0%	0%	2%	100%
VII región	10%	83%	0%	1%	5%	100%
VIII región	24%	55%	5%	4%	13%	100%
IX región	63%	20%	14%	3%	0%	100%
Total	23%	60%	5%	3%	9%	100%

Fuente: Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008. ⁽¹⁾ Lancha Pequeña: Menor a 12 m de eslora total, Lancha Mediana: Entre 12 y 15 m de eslora total, Lancha Grande: Entre 15 y 18 m de eslora total.

TABLA 4
Salarios promedios mensuales declarados por entrevistados del sector pesquero artesanal, por región y tipo de ocupación

	Patrón	Motorista	Radio Operador	Pescador Artesanal	Buzo Mariscador	Asistente de Buzo	Ingreso Promedio Regional
V región	374,9 ⁽¹⁾	494,4	n.d.	762,8 ⁽²⁾	247,2	n.d.	961,3
VI región	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	750,0
VII región	824,0	576,8	494,4	412	n.d.	n.d.	611,9
VIII región	772,6	669	494,4	340,3	455,2	225,2	733,0
IX región	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	733,8

Fuente: Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008. Notas: ⁽¹⁾ Existen solo tres entrevistados que entregan valores a esta pregunta. ⁽²⁾ Existen sólo 7 entrevistados que entregan valores a esta pregunta, dos de ellos entregando valores extremos de 1154 y 2472 USD mensuales. Los montos en pesos chilenos extraídos del Censo Pesquero y Acuicultor fueron transformados a USD utilizando una tasa de cambio de 1 USD = \$606,81 pesos chilenos, correspondiente al valor promedio de la tasa de cambio para el periodo Septiembre 2008-Abril 2009, que corresponde al periodo en que se efectuó la encuesta del Censo. El valor histórico del dólar se obtuvo del sitio web del Servicio de Impuestos Internos de Chile (www.sii.cl).

TABLA 5
Participación en programas de ayuda social del gobierno

Región	Subsidio único familiar	Pensión Asistencial	Beca de estudios	Subsidio habitacional	Bonos del sistema de protección Social	Bono de Mitigación	Otros (agua potable, electricidad etc.)	No sabe	No recibió
V	11%	9%	1%	2%	7%	41%	4%	2%	36%
VI	23%	18%	3%	1%	9%	0%	3%	2%	51%
VII	14%	6%	1%	4%	5%	0%	24%	2%	57%
VIII	24%	8%	4%	2%	9%	0%	8%	2%	55%
IX	17%	9%	2%	6%	4%	0%	7%	1%	59%

Fuente Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008.

de la embarcación, reciben en promedio un ingreso mensual que es aproximadamente la mitad del de un tripulante (pescador artesanal). Esto se debe a que en esta región, el 88 por ciento de las embarcaciones son botes, en los cuales el patrón es también tripulante, por lo que recibe ingreso por ambas categorías. Exceptuando la V región, la que tiene problemas de representatividad en la muestra y dos valores extremadamente altos, se observa que en promedio el capitán de la embarcación (patrón), recibe entre 577 y 824 USD mensuales, mientras el motorista (lanchas), recibe entre 412 y 659 USD mensuales. Un tripulante recibe entre 330 y 412 USD como remuneración mensual. Si este ingreso declarado se compara con los ingresos promedio de los hogares de cada región, se observa que sólo los patrones (y en algunos casos los motoristas) alcanzan salarios promedio similares a los de otros empleos en la región, no obstante, la gran mayoría de pescadores artesanales obtienen salarios que son entre un 44 por ciento y un 65 por ciento del ingreso promedio regional.

A todos los pescadores artesanales entrevistados se les consultó por su dependencia del Estado a través de distintos subsidios y programas de ayuda social. Entre un 40 por ciento y un 64 por ciento de los entrevistados reconoce recibir algún tipo de ayuda por parte del Estado (Tabla 5). En la quinta región, la ayuda más importante recibida es el denominado “Bono de Mitigación a la Pesca Artesanal” que se estableció en el año 2009 como una ayuda monetaria durante un período de crisis de la pesquería artesanal de dicha región. Adicionalmente, aparecen como significativos los Subsidios Familiares, Pensiones asistenciales y bonos del sistema de protección social.

Otro de los indicadores de vulnerabilidad social por los que se consulta en el CENSO se refiere a la existencia de Ficha de Protección Social, la cual es el instrumento de estratificación social que utiliza actualmente el Estado para seleccionar a los beneficiarios de los programas sociales que tienen como objetivo atender a la población en situación de pobreza o vulnerabilidad social en Chile. La Figura 33 muestra el porcentaje de pescadores artesanales que cuentan con Ficha de Protección Social en cada región, y por lo tanto son beneficiarios o postulantes a los distintos programas sociales del Gobierno. Es posible apreciar que en todas las regiones, más del 50 por ciento de los entrevistados participan de este instrumento, por lo que pueden considerarse en condición de pobreza o vulnerabilidad. Cabe destacar que en la IX región, este porcentaje alcanza a casi un 80 por ciento, mientras que en la VIII región, este indicador se ubica en torno al 65 por ciento.

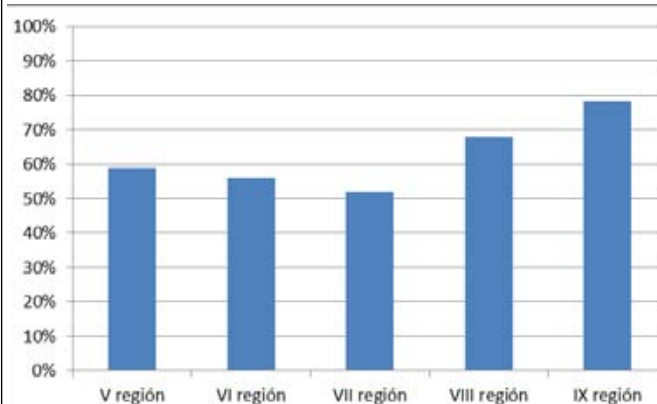
Otro indicador que refleja el grado de vulnerabilidad social del sector pesquero artesanal se refiere al porcentaje de trabajadores que no cuenta con seguros personales o familiares (seguros de vida, de accidentes, catastróficos, cesantía, etc.). Esta información se presenta en la Figura 34. Llama mucho la atención que en todas las regiones, más de un 80 por ciento de los pescadores artesanales no cuenta con este tipo de seguros, a pesar de los importantes riesgos intrínsecos en la actividad pesquera artesanal.

Los últimos dos indicadores de vulnerabilidad social de los pescadores artesanales se presentan en las Figuras 35 y 36. Éstos se refieren a la inexistencia de previsión para la jubilación y de salud. En la Figura 35 se muestra que entre un 60 por ciento y un 80 por ciento de los pescadores artesanales no cuentan con un sistema de previsión para pensiones a través de jubilación, la cual es obligatoria para trabajadores asalariados en Chile. Esto da cuenta de la informalidad del empleo en el sector pesquero artesanal y de la vulnerabilidad a la que se exponen los trabajadores del sector cuando alcanzan la edad de jubilación en Chile (65 años en los hombres y 60 en las mujeres) (Quiñones *et al.*, 2003). Adicionalmente, la Figura 36 muestra la dependencia de los pescadores artesanales del sistema de salud público gratuito (FONASA Tramo A). Se observa que un porcentaje similar (entre 60 por ciento y 80 por ciento de los entrevistados) pertenece al sistema de salud del Estado diseñado para personas en extrema pobreza o que carecen de ingresos o un empleo formal.

Caracterización trabajadores asalariados.

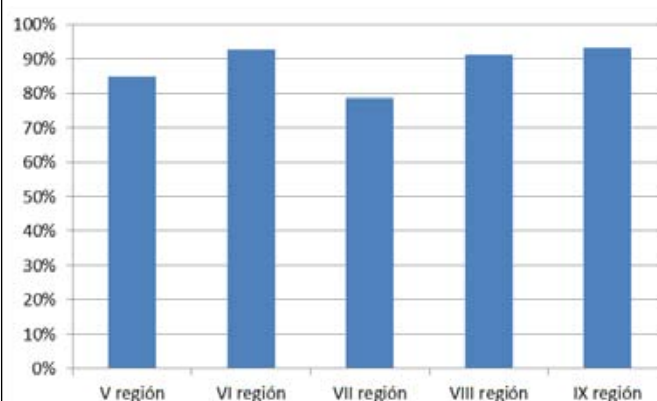
El Censo incluye información de una muestra de trabajadores asalariados en las categorías de Armadores Industriales, Industria de Transformación con menos de 10 trabajadores, Industria de Transformación con más de 10 trabajadores, Acuicultura menor tamaño, Acuicultura empresarial y Buques factoría (Tablas 6 y 7). La muestra considera a nivel nacional a 7 448 trabajadores, representativos de una población estimada en 80 837 trabajadores. De estos, 16 031 se encontrarían entre las regiones V y IX y 14 169 estarían potencialmente asociados a las principales especies bajo análisis, ya sea como parte de los armadores industriales o de la industria de transformación. A éstas categorías corresponden un total de 1 089 encuestas

FIGURA 33
Porcentaje de Pescadores Artesanales con Ficha de Protección Social por Región



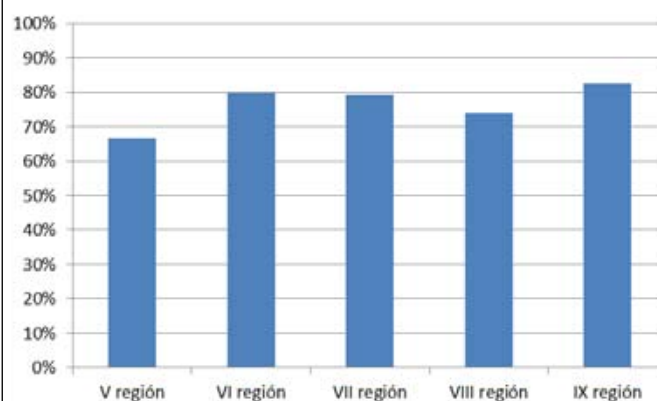
Fuente: Elaboración propia en base a información de Censo Pesquero y Acuicultor, año 2008.

FIGURA 34
Porcentaje de Pescadores Artesanales que no poseen seguros personales, por Región

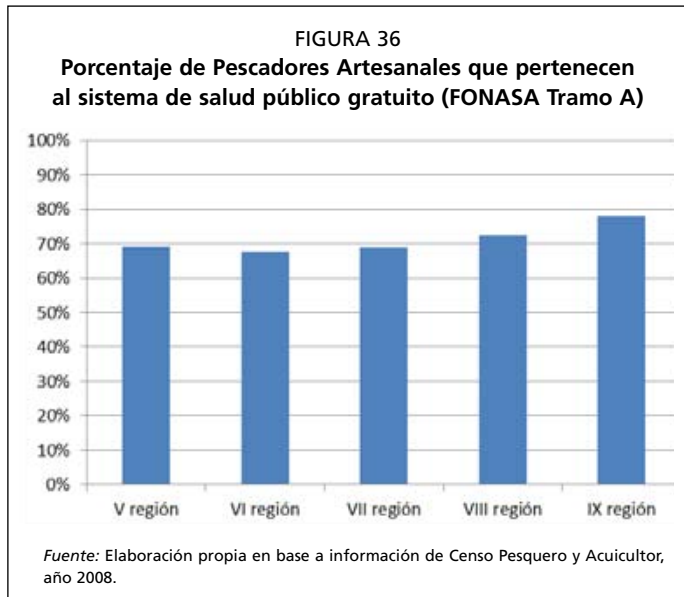


Fuente: Elaboración propia en base a información de Censo Pesquero y Acuicultor, año 2008.

FIGURA 35
Porcentaje de Pescadores Artesanales sin cotizaciones previsionales por región



Fuente: Elaboración propia en base a información de Censo Pesquero y Acuicultor, año 2008.



que serán las que se analizarán en lo que sigue de esta sección. Es importante señalar que parte del procesamiento se dedica a especies que no son objeto de este análisis, incluyendo al sector artesanal (por ejemplo pesquerías bentónicas). Lamentablemente, debido a la forma en que la información está disponible, no es posible generar una mayor desagregación en el análisis.

Al analizar a los trabajadores asalariados de la industria en la zona centro-sur, tanto en la etapa de captura como en la de procesamiento, se observa que existe actividad sólo en las regiones V y VIII, con un 95 por ciento del empleo ubicado en la VIII

TABLA 6

Universo y Muestra de los Trabajadores Asalariados por Tipo de Actividad

Tipo	País		Zona Centro-Sur		ZCS/País
	Universo	Muestra	Universo	Muestra	
Acuicultura empresarial	18 100	2 165	1 719	241	9%
Acuicultura menor tamaño	1 546	240	143	50	9%
Buque factoría	997	79			0%
Armadores industriales	2 936	306	2 037	198	69%
Industria de transformación mayor a 10 trabajadores	56 851	4 552	12 092	872	21%
Industria de transformación menor a 10 trabajadores	408	106	40	19	10%
Total	80 837	7 448	16 031	1 380	20%

Fuente: Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008.

región (Ver Tabla 7). Además, un 85 por ciento del empleo se genera en el sector de transformación industrial de gran tamaño (con más de 10 trabajadores).

El análisis del nivel educacional de los trabajadores asalariados muestra que un 80 por ciento de ellos proviene de la Educación Media, con un 66 por ciento proveniente de la educación técnica, ya sea marítima, acuícola o profesional, y un 45 por ciento proveniente de la educación media técnica acuícola. Adicionalmente, un 21 por ciento de los trabajadores entrevistados provienen de la educación superior, ya sea

TABLA 7

Distribución de la Muestra y Universo por Región y Actividad

Región	Categoría	Armadores	Industria 1 ⁽¹⁾	Industria 2 ⁽¹⁾	Total
V Región	Universo	171	22	657	850
V Región	Muestra	35	14	105	154
VIII Región	Universo	1866	18	11435	13319
VIII Región	Muestra	163	5	767	935
Total	Universo	2037	40	12092	14169
Total	Muestra	198	19	872	1089

Fuente: Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008. ⁽¹⁾ Industria 1: Menor de 10 trabajadores, Industria 2: Mayor a 10 trabajadores.

de un Centro de Formación Técnica (CFT) o un Instituto Profesional (Ver Figura 37).

En relación con los niveles de vulnerabilidad de los trabajadores asalariados, revisaremos tres indicadores. El primero se refiere al porcentaje de los encuestados que reciben algún tipo de subsidio o ayuda por parte del estado. El segundo se refiere al porcentaje de trabajadores con ficha de protección social. El tercero es el porcentaje de trabajadores que se atienden en el sistema de salud público gratuito (FONASA Tramo A). Debido a exigencias legales, todos los trabajadores asalariados deben contar con previsión y sus seguros asociados, por lo que el 100 por ciento de los entrevistados no presenta vulnerabilidad en estos ámbitos.

Al analizar el porcentaje de entrevistados que utiliza algún tipo de subsidio o ayuda del Estado, podemos observar que más del 80 por ciento de los trabajadores asalariados no recibe ningún tipo de ayuda. Entre los que reciben, los más recurrentes son el Subsidio Familiar (6 por ciento), el subsidio habitacional (3 por ciento y 4 por ciento) y otros subsidios (3 por ciento y 4 por ciento). Esto muestra un muy bajo nivel de dependencia del Estado por parte de los trabajadores asalariados del sector pesquero industrial (Ver Tabla 8).

Otro de los indicadores de vulnerabilidad utilizados previamente es el porcentaje de entrevistados que contaba con Ficha de Protección Social (FPS), lo que los hacía sujetos que podían postular a programas sociales del Estado. Es posible apreciar en la Figura 38 que alrededor de un 40 por ciento de los trabajadores asalariados participan en este instrumento de ayuda estatal. Este indicador es menor al de la pesca artesanal que fluctuaba entre 50 por ciento y 80 por ciento.

Finalmente, el indicador asociado a la dependencia del sistema de salud público gratuito se presenta en la Figura 39, separado por tipo de actividad y región. Se observa que los mayores porcentajes se refieren a los trabajadores de la pesca extractiva de la V región, donde un 17 por ciento aproximadamente utiliza el sistema de salud público. En los otros casos, este porcentaje es inferior al 7 por ciento de los trabajadores. Esto muestra una clara diferencia con el sector artesanal, para el cual este porcentaje se encontraba entre un 60 por ciento y un 80 por ciento.

Todo lo anterior muestra que los trabajadores asalariados pertenecientes al sector denominado “pesca industrial” se encuentran en mucho mejores condiciones, con un alto nivel de formalidad, menor vulnerabilidad y dependencia del Gobierno, en comparación con los trabajadores del sector artesanal. Este resultado es consistente con lo

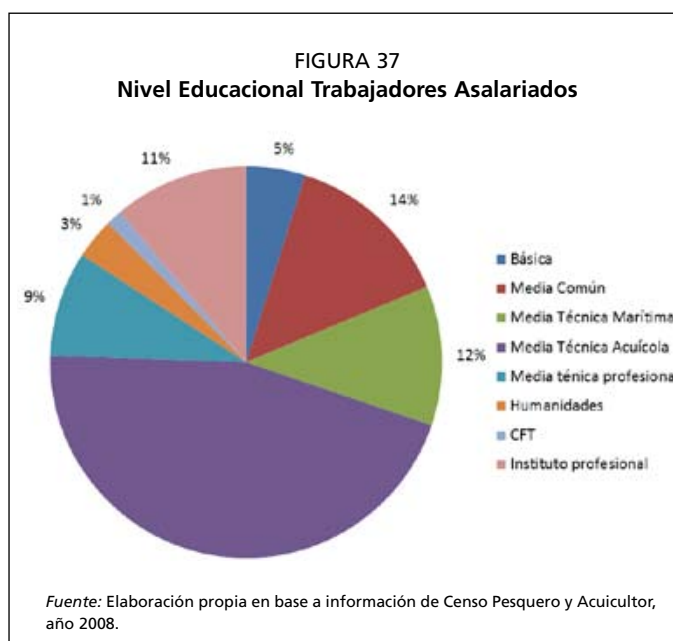
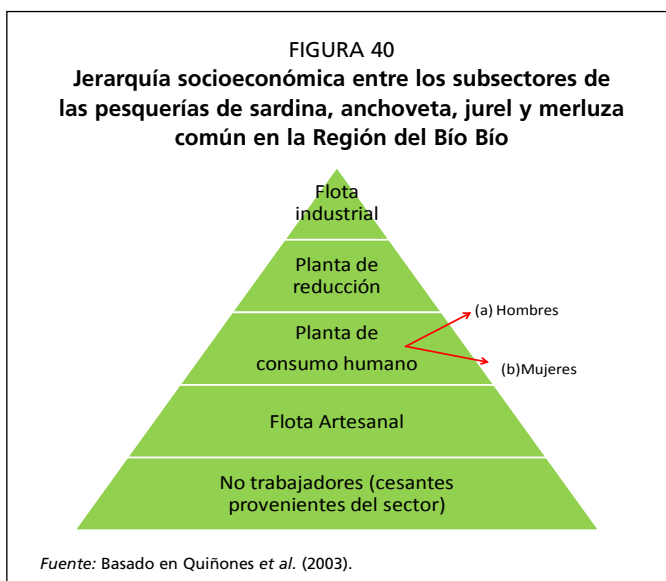
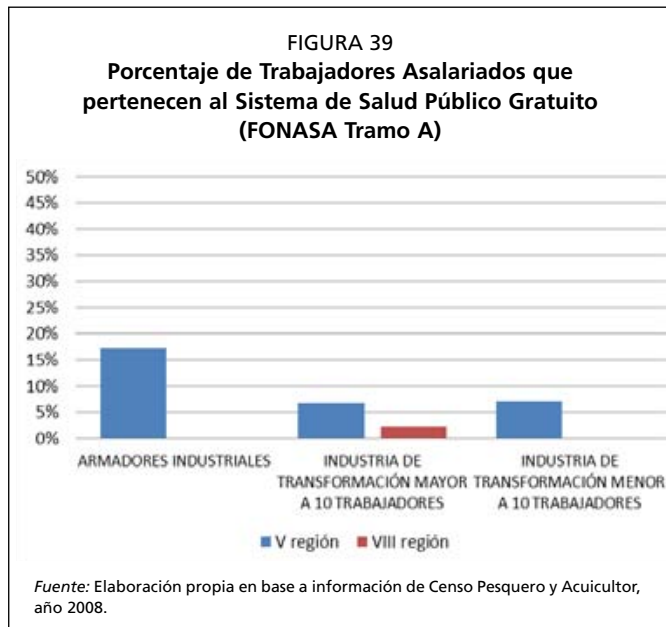
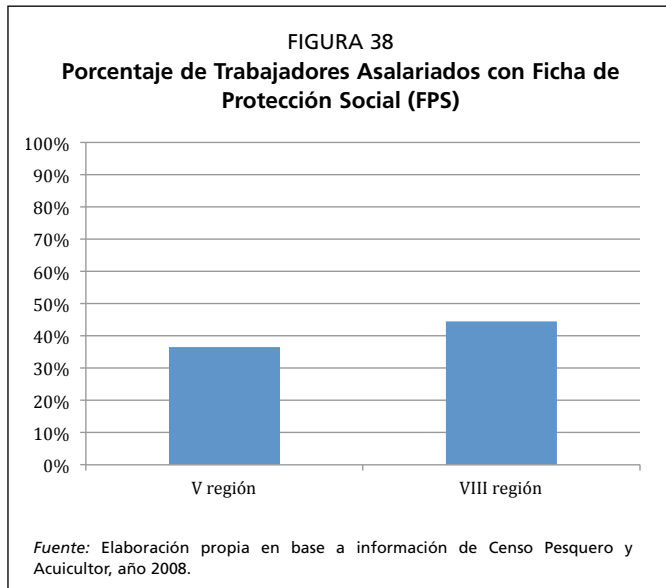


TABLA 8

Participación en programas de ayuda social del Gobierno

	Subsidio único familiar	Pensión Asistencial	Beca de estudios	Subsidios cesantía	Subsidio habitacional	Bonos del sistema de protec. Social	Otros (agua potabl, electricidad, etc.)	No sabe	No recibió
V región	6%	1%	1%	1%	4%	1%	3%	1%	82%
VIII región	6%	0%	1%	1%	3%	1%	4%	1%	82%

Fuente: Elaboración propia con información de Censo Pesquero y Acuicultor 2008.



descrito para el sector pesquero de la VIII Región a comienzos de la década del 2000 (Quiñones *et al.*, 2003).

Otros Indicadores Sociales

Quiñones *et al.* (2003) llevaron a cabo un estudio en detalle de las condiciones socioeconómicas de los pescadores artesanales de la flota sardinera y anchovetera, así como de la flota industrial dedicada al jurel y merluza de la Región del Bío Bío. De igual forma, el estudio recolectó en detalle las características socioeconómicas de los trabajadores de planta. El proceso de encuestaje utilizado por Quiñones *et al.* (2003), con un total de 1 650 encuestas validadas, se llevó a cabo entre los meses de junio y noviembre de 2002, mediante un cuestionario de 144 preguntas realizado de manera oral e individual. A continuación presentaremos los resultados más relevantes de dicha investigación en el contexto de los objetivos del presente estudio. Cabe destacar que el nivel de desagregación de la muestra, así como el tamaño de la muestra y cobertura temática del cuestionario hacen de esta encuesta la más profunda realizada a la fecha en pesquerías específicas de Chile.

En primer lugar, se aprecia una clara estratificación de subsectores dentro del sector pesquero bajo estudio. Las divisiones tradicionales de artesanal versus industrial o planta versus flota se ven debilitadas frente a evidencias que indican que el sector se puede entender más claramente si se reconocen 5 grandes niveles, o 6 si se acepta la subdivisión sugerida para uno de ellos. Estos niveles, en orden jerárquico de mejores condiciones socioeconómicas a peores, son (ver figura 40): (i) Flota Industrial; (ii) Planta de reducción; (iii) Planta de Consumo Humano (en la planta las mujeres presentan peores condiciones económicas que los hombres), (iv) Flota Artesanal (sardinera-anchovetera); y (v) No trabajadores (cesantes provenientes del sector).

Dentro de esta jerarquización hay que reconocer que los dos niveles superiores,

en términos generales, tienen condiciones socioeconómicas mejores que el promedio de la población de trabajadores de la Región del Bío Bío.

Los trabajadores de flota industrial

En términos demográficos, los trabajadores de la flota industrial son exclusivamente masculinos y en general jóvenes, ya que el 64 por ciento de ellos tiene entre 30 y 49 años de edad y el 11 por ciento tiene menos de 30 años. En lo que concierne a educación y escolaridad, los individuos de este subsector (junto con planta de reducción) tienen los niveles más altos de escolaridad dado que el 57 por ciento tiene su escolaridad secundaria completa o más años de estudio, cuestión importante de considerar, toda vez que, de acuerdo a lo expresado por los gerentes y empresarios entrevistados, estos prefieren contratar trabajadores que tengan enseñanza secundaria completa. Al otro extremo, sólo el 5 por ciento no alcanza a tener su escolaridad básica completa; más aún, es importante señalar que el 9 por ciento de los trabajadores de este sector tienen algún tipo de escolaridad superior completa.

Los trabajadores de la flota industrial presentan comparativamente las mejores condiciones en cuanto a sus contratos de trabajo, donde un 76 por ciento de los trabajadores tienen contratos indefinidos y sólo el 4 por ciento dice no tener contrato de ningún tipo. El 94 por ciento de los trabajadores del subsector declara tener sus imposiciones al día y el 97 por ciento señala tener previsión de salud vía ISAPRE o FONASA¹ (no considerando los carnets de indigencia). En relación con la situación económica de estos trabajadores, los ingresos de los hogares en que viven son relativamente altos. Por ejemplo, si bien el 50 por ciento de los trabajadores del sector tiene en general ingresos superiores a 175 USD² mensuales, el 50 por ciento de los trabajadores del subsector flota industrial tiene ingresos superiores a 564,5 USD mensuales. Esto implica que el 85 por ciento de los trabajadores de flota industrial no viven en condiciones de pobreza, una situación sustancialmente mejor que la de la población de la VIII Región en general y del sector pesquero en particular.

Los trabajadores de planta de reducción

Los trabajadores del subsector de planta industrial de reducción, desde el punto de vista de sus características demográficas básicas, son de sexo masculino en su mayoría (96 por ciento), y jóvenes (76 por ciento entre 30 y 49 años de edad y 15 por ciento menor de 30 años de edad). En relación a sus niveles de escolaridad, los trabajadores de este subsector (junto con los de la flota industrial) poseen los niveles más altos de escolaridad. Un 71 por ciento de los trabajadores del subsector tiene su escolaridad secundaria (o más completa) y sólo un 3 por ciento no logró terminar su escolaridad básica. En términos de educación, entonces, los trabajadores de planta de reducción

¹ ISAPRE: En 1981 se creó en Chile el sistema de Instituciones de Salud Previsional (ISAPRE), las cuales son entidades privadas que captan la cotización obligatoria previsional de salud de los trabajadores que han optado por afiliarse al sistema privado. Las ISAPRE otorgan servicios de financiamiento de prestaciones de salud a aprox. un 16 por ciento de la población en Chile. Los servicios de salud y el financiamiento de las licencias médicas por enfermedad se prestan con cargo a las cotizaciones. Las prestaciones de salud se entregan a través del financiamiento de las mismas mediante la contratación de servicios médicos financiados por las Isapre.

FONASA: El Fondo Nacional de Salud, FONASA, es el organismo público en Chile encargado de otorgar cobertura de atención en salud, tanto a las personas que cotizan el 7% de sus ingresos mensuales en FONASA, como a aquellas que, por carecer de recursos propios, financia el Estado a través de un aporte fiscal directo. FONASA da cobertura de salud a más de 73 por ciento de los chilenos, sin exclusión de edad, sexo, nivel de ingreso, n° de cargas familiares ni enfermedades preexistentes.

² Para los montos en pesos chilenos reportados por Quiñones *et al.* (2003) se utilizó una tasa de cambio de 1 USD = \$708,53 pesos chilenos, correspondiente al valor promedio de la tasa de cambio para el periodo Junio-Noviembre de 2002, que es el periodo en que se efectuó la encuesta realizada por dichos autores. El valor histórico del dólar se obtuvo del sitio web del Servicio de Impuestos Internos de Chile (www.sii.cl).

disponen de la escolaridad requerida, en su gran mayoría, para acceder a otros tipos de empleos si la situación del sector lo hiciera necesario.

Desde el punto de vista de la protección laboral y, por ende, de la situación de vulnerabilidad laboral, el subsector de planta de reducción es probablemente el mejor protegido, con un 87 por ciento de contratos indefinidos (la tasa más alta dentro del sector) y sólo con un 1 por ciento sin ningún tipo de contrato. El 95 por ciento de los encuestados señala estar al día con sus imposiciones, y el 93 por ciento señala tener previsión de salud mediante FONASA o ISAPRE. Sólo un 0,3 por ciento de estos manifiesta no tener previsión para la salud.

Las condiciones socio-económicas de los trabajadores de planta de reducción son relativamente buenas en relación al resto de trabajadores del sector y de la región en general. La mediana de ingreso mensual del hogar para los trabajadores de este subsector es de 282,3 USD, lo que señala que un 50 por ciento de los trabajadores gana más que ese monto y otro 50 por ciento gana esa cantidad o menos. Al examinar el extremo más bajo de la distribución, se observa que el 5 por ciento de estos trabajadores gana menos de 211,7 USD mensuales. Esta distribución de ingresos son consistentes con las tasas de pobreza e indigencia observadas, donde el 24 por ciento de los trabajadores del subsector se encuentra en condiciones de pobre no indigente y se le suma otro 2 por ciento que se encuentra en condiciones de indigente. Al comparar la suma total de 26 por ciento de trabajadores con algún nivel de pobreza con el 27 por ciento de pobres que posee la VIII región y el 41 por ciento en el sector pesquero, se puede apreciar la posición socioeconómica relativamente buena de los trabajadores de planta de reducción.

En conclusión, la situación de los trabajadores de planta de reducción se asemeja bastante a la situación de los trabajadores de flota industrial con la salvedad que los trabajadores de planta de reducción tienen ingresos menores y tasas de pobreza mayores, pero aún así, es un sector en mejores condiciones que el promedio del sector pesquero y de la población de la VIII Región.

Los trabajadores de planta de consumo humano

Las características demográficas básicas de los trabajadores del subsector de planta industrial de consumo humano nos lleva a señalar que en relación a la variable sexo se encuentran casi equitativamente distribuidos (58 por ciento mujeres y 42 por ciento hombres), haciendo de este subsector el único con una presencia notable de mujeres, las cuales son jóvenes de entre 30 y 49 años de edad (63 por ciento) y también menores de 30 años (32 por ciento). Por este motivo, este subsector presenta la composición etaria más joven de los cuatro subsectores, presentando una baja tasa de casados (43 por ciento).

Las condiciones de escolaridad entre los trabajadores y trabajadoras del subsector de consumo humano distan mucho de ser óptimas, especialmente al examinar estos niveles desde la perspectiva de la empleabilidad. Sólo el 40 por ciento de los trabajadores activos de este subsector han logrado terminar su escolaridad secundaria o superarla (51 por ciento de los hombres y 31 por ciento de las mujeres). Sin embargo, en el otro extremo de la distribución, un 15 por ciento de estos trabajadores no han logrado terminar la escolaridad primaria (21 por ciento de las mujeres y 8 por ciento de los hombres).

La situación de los trabajadores de planta de consumo humano es diferente a la situación de los trabajadores de reducción en un punto importante. Si bien el 87 por ciento de los trabajadores de reducción tiene contratos indefinidos, sólo el 31 por ciento de los trabajadores de consumo humano tienen el mismo tipo de contrato (36 por ciento de los hombres y 27 por ciento de las mujeres). En los otros aspectos de protección laboral básicos, las tasas son muy parecidas ya que sólo el 1 por ciento de los trabajadores de consumo humano señala no tener contrato, el 94 por ciento señala estar al día con sus imposiciones, el 90 por ciento señala tener previsión por FONASA

o ISAPRES (96 por ciento de los hombres y 86 por ciento de las mujeres), el 8 por ciento señala tener carnet de indigente (2 por ciento de los hombres y el 12 por ciento de las mujeres) y el 2 por ciento dice no tener previsión de salud.

La situación de ingresos mensuales de los hogares de los trabajadores de planta de consumo humano se distancia notablemente de los dos subsectores ya examinados. El 50 por ciento de los trabajadores de este subsector declara tener ingresos inferiores a 282,3 USD mensuales con un 25 por ciento de los trabajadores con ingresos inferiores a 176,4 USD mensuales y un 5 por ciento de estos con ingresos inferiores a 113 USD mensuales. Si se examinan los niveles de pobreza de los hogares de los trabajadores del subsector se puede apreciar que, en total, el 52 por ciento de ellos viven en condiciones de pobreza, 12 por ciento indigente y 40 por ciento pobre no indigente, tasas muy superiores al promedio del sector y de la VIII Región.

Sin embargo, más preocupante aún es el hecho que este subsector presenta niveles de ingresos y de pobreza diferentes para los hombres y las mujeres. Si bien en la mitad inferior de la distribución de ingresos mensuales del hogar no existen grandes diferencias por sexo, estas sí existen en la mitad superior donde se aprecia que el 25 por ciento de los hombres del subsector ganan 423,4 USD mensuales o más, mientras que el 25 por ciento del extremo superior de las mujeres del subsector logran ganar 338,7 USD mensuales o más. Estas diferencias se hacen más pronunciadas para el percentil 90 (660,5 USD mensuales para los hombres y 494 USD para las mujeres) y el percentil 95 (790,4 USD para los hombres y 564,5 USD para las mujeres). La misma tendencia se observa en los niveles de pobreza dentro del subsector, donde los hombres presentan una tasa de indigencia del 11 por ciento y una tasa de pobreza no indigente de 30 por ciento; mientras que las mujeres presentan niveles de indigencia del 12 por ciento y de pobreza no indigente de 46 por ciento. En otras palabras, los hombres que trabajan en el subsector de planta de consumo humano presentan una tasa de pobreza total de 41 por ciento mientras que las mujeres presentan una tasa de pobreza total de 58 por ciento.

La condición socioeconómica relativamente baja de este subsector podría vincularse a los aspectos demográficos mencionados al inicio de este apartado. De hecho, si bien el subsector de planta de consumo humano se puede ubicar por arriba del subsector de flota artesanal y por debajo del subsector de planta de reducción en cuanto a su condición de vulnerabilidad laboral y niveles socioeconómicos, hay evidencia para proponer la existencia de una división notoria dentro del subsector de planta de consumo humano. Una de estas subdivisiones contiene a los hombres que trabajan en plantas de consumo humano que se parecen más a los trabajadores de planta de reducción que a los trabajadores de flota artesanal. La otra subdivisión contiene a las mujeres que trabajan en plantas de consumo humano que se parecen más a los trabajadores de flota artesanal que a los trabajadores de planta de reducción. Esta subdivisión jerárquica del subsector de planta de consumo humano, que privilegia económicamente a los hombres por sobre las mujeres, requiere de un estudio más profundo para examinar las manifestaciones, causas y repercusiones de este fenómeno.

Los trabajadores de flota artesanal

Los trabajadores del subsector flota artesanal, desde el punto de vista de sus características demográficas básicas, son de sexo exclusivamente masculino, jóvenes (64 por ciento entre 30 y 49 años y 27 por ciento menor de 30 años) y en su gran mayoría casados (72 por ciento) (Quiñones *et al.*, 2003). Estos trabajadores tienen, en general, los peores niveles de escolaridad dentro del sector pesquero bajo estudio. Solamente el 17 por ciento de los trabajadores de la flota artesanal ha logrado completar su escolaridad secundaria, y de este porcentaje, sólo el 1 por ciento ha alcanzado algún grado de escolaridad superior a secundaria completa. En el otro extremo de la distribución se encuentra un 29 por ciento de los trabajadores de flota artesanal que no

lograron terminar su escolaridad primaria. Estos bajos niveles de escolaridad tienen un fuerte impacto sobre las condiciones de empleabilidad de estas personas, en el caso que migraran del sector en que actualmente se encuentran a otros sectores de la actividad económica, incluyendo otros subsectores dentro del sector pesquero. De hecho, aproximadamente uno de cada tres trabajadores del sector no tiene la escolaridad mínima requerida por el Estado de Chile (es decir: Servicio Nacional de Capacitación y Empleo; SENCE) para acceder a capacitación. Las bajas tasas de escolaridad junto con las bajas tasas de capacitación, posiblemente vinculadas por causa y efecto, hacen del subsector artesanal el peor preparado en cuanto a formación para enfrentar situaciones de desempleo (Quiñones *et al.*, 2003).

Las peores condiciones de desprotección o vulnerabilidad laboral se encuentran en el subsector de flota artesanal, donde el 74 por ciento de los trabajadores encuestados manifiesta no tener ningún tipo de contrato y solamente el 7 por ciento señala tener contrato indefinido. El 47 por ciento de los trabajadores señala estar al día con sus imposiciones previsionales, y el 37 por ciento señala tener previsión de salud mediante FONASA o alguna ISAPRE. Probablemente, uno de los aspectos más preocupantes del nivel de vulnerabilidad de los trabajadores de este subsector está en el hecho que el 52 por ciento de ellos tiene carnet de indigente para acceder a servicios de salud básicos y el 11 por ciento de ellos (uno de cada nueve) no tiene ningún tipo de cobertura para la salud (Quiñones *et al.*, 2003).

La situación socioeconómica, junto con la situación de vulnerabilidad laboral, ubican a los trabajadores del subsector de flota artesanal en una posición extremadamente precaria dentro del sector. En cuanto a los ingresos mensuales de los hogares de estos trabajadores, 211,7 USD es la mediana indicando que el 50 por ciento de los trabajadores del subsector viven en hogares con ingresos mensuales inferiores a ese nivel. Más aún, el 25 por ciento de los trabajadores vive en hogares con ingresos inferiores a 141,1 USD mensuales, y un 5 por ciento vive en hogares con ingresos inferiores a 84,7 USD mensuales. De hecho, sólo el 10 por ciento de los trabajadores del subsector logran ingresos en el hogar iguales o superiores a 564,5 USD mensuales. Respecto de las condiciones de pobreza en el subsector, el 63 por ciento de los trabajadores de este viven en condiciones de pobreza, es decir, dos de cada tres trabajadores; de esa fracción, el 22 por ciento de los trabajadores vive en la indigencia y el 41 por ciento vive en condiciones de pobreza no indigente. Sólo el 37 por ciento de estos trabajadores logra vivir en un hogar que haya superado los niveles de pobreza.

Por último, la situación de los trabajadores de flota artesanal, en general, es precaria, vulnerable, marginal y pobre (Quiñones *et al.*, 2003). Los bajos niveles de escolaridad y los bajos niveles de acceso a capacitación (dado estos bajos niveles de escolaridad) hacen de este subsector un bolsón de pobreza con escasas posibilidades de escape para las personas que pertenecen actualmente a él. Existe evidencia que la flota artesanal ha absorbido durante la década 2000-2010 una parte significativa de la cesantía creada en el sector industrial producto de la disminución de la biomasa del jurel y otros recursos, es válido preguntarse acerca de la calidad del empleo ofrecido, y en consecuencia, evaluar si este es un mecanismo válido de mitigación de crisis pesqueras industriales para disminuir el desempleo, en especial considerando las repercusiones sobre la calidad de vida del trabajador y su familia.

Factores determinantes en el nivel de ingreso de los trabajadores de la industria

Los resultados del estudio de Quiñones *et al.* (2003) demuestran que mayores valores de escolaridad y experiencia en los trabajadores de la industria tienden a mejorar el nivel de ingresos por hora del individuo. Por cada año adicional de escolaridad el individuo obtiene en promedio un incremento de un 7 por ciento en sus ingresos laborales, mientras que, el año adicional de experiencia le reporta un poco menos de un 1 por ciento en incremento en el salario (Quiñones *et al.*, 2003).

Existen diferencias entre sectores en relación a efecto del capital humano sobre los ingresos. De acuerdo a los resultados obtenidos por Quiñones *et al.* (2003), la rentabilidad del año adicional de escolaridad se reduce en un 5 por ciento y 4 por ciento respectivamente, para el sector artesanal y la industria de consumo humano en relación a la industria de reducción. La mejora en salario producto de la experiencia laboral es más importante en la flota industrial que en el resto de los sectores. Finalmente, las personas que poseen un contrato directo con la empresa en que trabajan tienden a tener mejores ingresos laborales que las personas que se contratan a través de contratistas, así como la presencia de un contrato indefinido está ligado a mejores pagas.

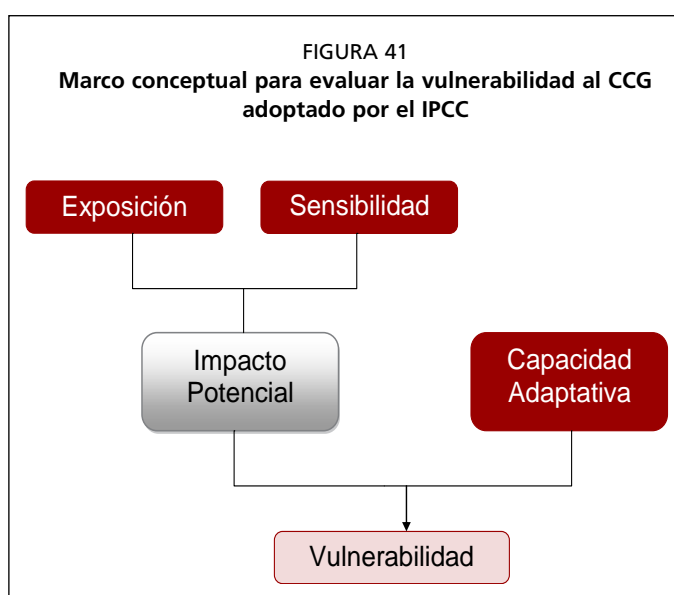
Otras conclusiones relacionadas a lo social

Los resultados de Quiñones *et al.* (2003) reafirman en el sector pesquero bajo estudio que la formación educacional de un individuo influye profundamente sobre su condición socioeconómica.

La marcada jerarquización descrita anteriormente dentro del sector tiene lugar en el campo de lo socioeconómico pero no en lo netamente social. En lo que corresponde a los aspectos de carácter puramente social, como las redes de apoyo, la participación en organizaciones y la autoestima, no se perciben grandes diferencias entre los trabajadores de los distintos subsectores analizados (Quiñones *et al.*, 2003). En general, la participación en organizaciones sociales se concentra, para los hombres en clubes deportivos, sin embargo, en el caso de las mujeres, su participación es muy baja. Las redes de apoyo de uso común en el sector pesquero bajo estudio son microsociales, es decir, para la mayoría de los escenarios planteados a los encuestados, sus fuentes de apoyo tienden a ser los familiares más cercanos o, en segundo lugar, nadie. Vale destacar que los organismos del Estado se mencionan rara vez, y por lo general se hace referencia a Carabineros de Chile. Finalmente, en lo que concierne a la autoestima, los niveles son relativamente altos y no se presentan grandes diferencias entre los trabajadores de diferentes subsectores.

4.11 Cambio Climático Global y pesquerías en la zona centro-sur de Chile: impacto, vulnerabilidad y adaptabilidad

El enfoque que se utilizará para realizar este análisis está basado en el marco conceptual propuesto por el IPCC el cual se describe en la Figura 41. En este marco conceptual, exposición se refiere a las influencias o estímulos que impactan sobre una especie o un sistema y representa las condiciones climáticas de fondo y cualquier cambio que ocurra en aquellas condiciones. Sensibilidad refleja el grado de respuesta de una especie o sistema a influencias climáticas, y al grado en que los cambios en el clima afectan su forma actual. Exposición y sensibilidad determinan el impacto potencial que experimenta una especie o sistema, el cual será mitigado por su capacidad adaptativa. Esta última se refiere a la habilidad de adaptarse para incrementar la capacidad de una especie o sistema para hacer frente (o evitar) las consecuencias del CCG (Schroter and the ATEAM Consortium, 2004).



4.11.1 Exposición

La Tabla 9 muestra, a partir de la literatura revisada, los forzantes más relevantes para el Sistema de la Corriente de Humboldt desde la perspectiva del posible impacto del CCG sobre las pesquerías analizadas.

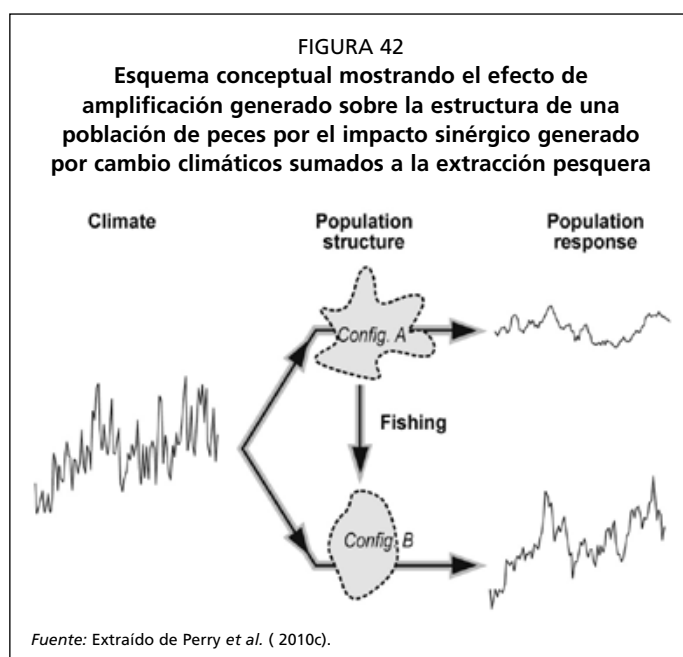
TABLA 9

Identificación de los forzantes ambientales (exposición, estresores) probablemente más importantes en el Sistema de la Corriente de Humboldt para las pesquerías de jurel, sardina, anchoveta y merluza común. Los forzantes no están ordenados necesariamente por orden de importancia

Forzantes físicos	Forzantes antropogénicos
Cambios en la concentración de oxígeno ambiental en la columna de agua y sedimentos	Incremento de gases invernadero de origen antropogénico
Variaciones en la intensidad y dinámica espacio-temporal de las surgencias costeras	Sobre explotación pesquera
Cambios en Temperatura del mar	Eutroficación (hipoxia)
Cambios en la frecuencia e intensidad del ENSO	Disminución de la biodiversidad
Cambio en circulación (corrientes marinas)	Degradación del hábitat
Modificación en la dinámica espacio temporal de estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo filamentos, meandros, remolinos, jets)	Contaminación
Aumento nivel del mar	Introducción de especies exóticas
Cambio en el aporte de agua dulce al ecosistema costero	Incremento del espacio y uso de instalaciones portuarias y costeras
	Transporte marítimo

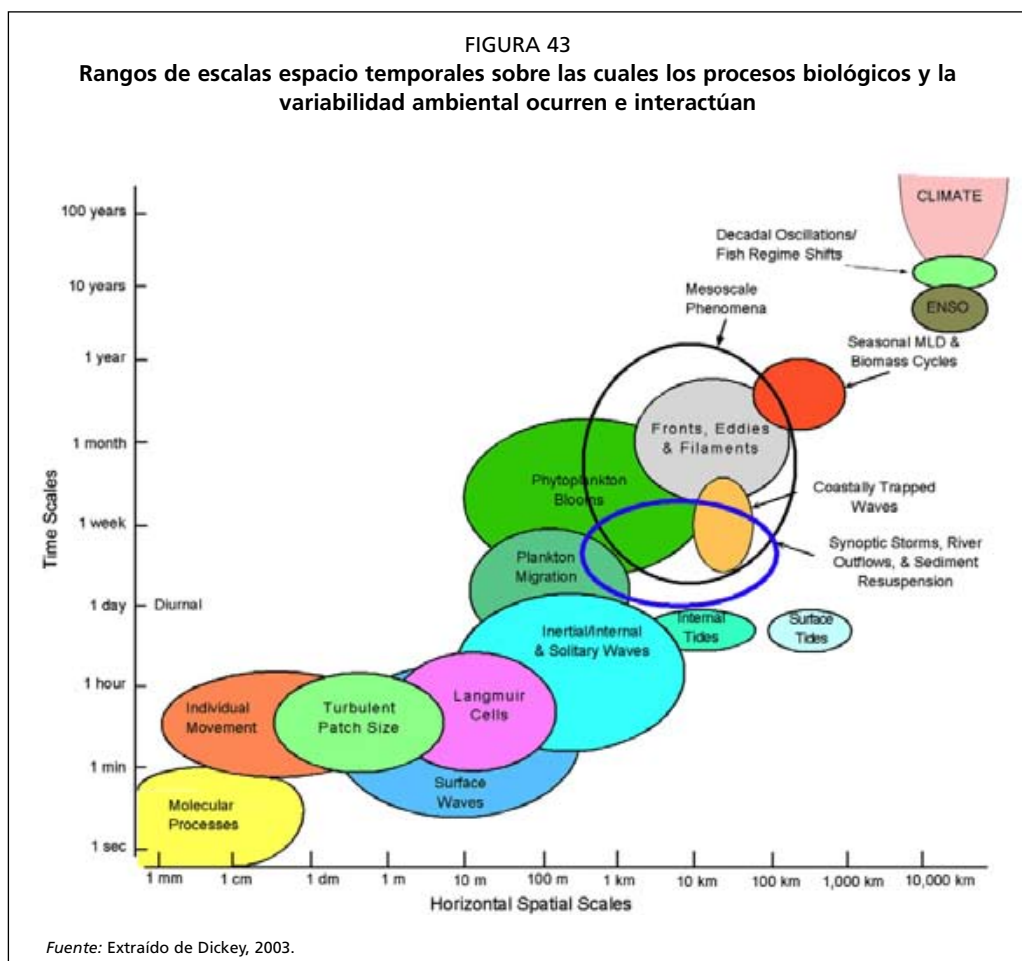
En términos muy simples, se puede plantear que los componentes principales que incrementan la biomasa de un stock pesquero son el crecimiento individual, el reclutamiento y las inmigraciones. Por otra parte, la mortalidad por pesca, la mortalidad natural y las emigraciones son las variables que disminuyen el stock. Es importante destacar que los seis componentes mencionados que modulan la biomasa de un stock son afectados fuertemente por la variabilidad climático-ambiental, y por consiguiente, no es de extrañar que las pesquerías presenten, en general, niveles de exposición y sensibilidad importante al cambio climático. Los forzantes de origen antropogénico interactúan con los forzantes biofísicos generando respuestas amplificadas de las poblaciones y comunidades, las cuales son por lo general de carácter no lineal y de difícil predictibilidad (Figura 42). Las poblaciones de peces que son sobreexplotadas exhiben mayor sensibilidad que las poblaciones sanas a perturbaciones adicionales tales como el CCG (Hughes, Baird y Bellwood, 2003; Brander, 2007).

Por otra parte, los procesos que pueden afectar a las pesquerías actúan e interactúan sobre una gran variedad de escalas espacio-temporales haciendo que la predicción de potenciales efectos sea muy compleja (Figura 43).



4.11.2 Sensibilidad

Sensibilidad es definida, generalmente, como el grado intrínseco en el cual condiciones biofísicas, sociales y económicas son probablemente influenciadas por estrés externo o peligros/riesgos (IPCC, 2001). Entre los factores descritos en la Tabla 9, los procesos físicos capaces de alterar la



productividad primaria, así como aquellos que puedan afectar los ciclos de vida de los recursos (Sinclair, 1988) son los más relevantes desde el punto de vista de la exposición al cambio climático. El CCG probablemente impactará en procesos ecológicos claves o en etapas críticas de los ciclos de vida que son fuertemente influenciados por forzantes físicos y/o por la productividad primaria y secundaria del sistema. En el caso del SCH frente a la zona centro-sur de Chile 5 factores forzantes emergen como críticos: (i) intensidad y dinámica temporal de los eventos de surgencia, (ii) dinámica espacio-temporal de las estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo remolinos, filamentos), (iii) temperatura del mar, (iv) dinámica espacio-temporal de la zona de mínimo de oxígeno sobre la plataforma continental, y (v) aporte de agua dulce mediante ríos.

Cabe destacar, que se pronostican para la zona centro-sur de Chile aumentos del nivel medio del mar al 2 100 del orden de los 20 cm (Fuenzalida *et al.*, 2007; Gregory *et al.*, 2001). Sin desmerecer la importancia de esta variable para otros impactos relativos al CCG así como para especies estuarinas y altamente costeras, se ha considerado que para las especies objeto de este estudio dicha variación no es un nodo crítico para sus dinámicas poblacionales.

A continuación se presentarán ejemplos de la sensibilidad de los recursos objetivos de este estudio a cada uno de estos factores. Algunos de estos temas han sido ya tratados en secciones previas por lo que se hará una presentación lo más concisa posible.

(i) Intensidad y dinámica temporal de los eventos de surgencia

El océano costero de la zona centro-sur de Chile se caracteriza por la surgencia de aguas frías, ricas en nutrientes (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales), las cuales sostienen la excepcionalmente alta productividad biológica de la zona (Carr, 2002). Renault *et al.*

(2009) demostró que en la zona central de Chile durante el verano los vientos de bajo-nivel paralelos a la costa controlan en gran parte la variabilidad de la surgencia a través del transporte de Ekman y del bombeo de Ekman. Los vientos favorables a la surgencia frente a Chile central exhiben una fuerte variabilidad entre estaciones del año relacionada a la formación intermitente del chorro costero (Garreaud y Muñoz, 2005; Renault *et al.*, 2009).

A principios de la década de los 90, Andrew Bakun (Bakun, 1990) sugirió que el calentamiento global generaría una intensificación de la surgencia costera en los sistemas de surgencia de borde oriental. El mecanismo teórico propuesto por Bakun es que en un clima más cálido el contraste termal tierra-mar incrementaría, lo cual intensificaría el (cross-shore) gradiente de presión costa-océano potenciando los vientos favorables a la surgencia. Recientemente, Garreaud y Falvey (2009) y Goubanova *et al.* (2010) mediante modelación han demostrado que efectivamente en un clima más cálido la zona centro-sur de Chile experimentaría una intensificación significativa de vientos favorables a la surgencia. Garreaud y Falvey (2009) encuentran que los mayores incrementos en dichos vientos tendrían lugar durante la primavera y el invierno, aunque también ocurriría un aumento en otoño e invierno. Por su parte, los modelos utilizados por Goubanova *et al.* (2010) indicarían una intensificación de los vientos favorables a la surgencia en invierno, lo que estaría asociado a una tendencia general a una disminución en la variabilidad entre estaciones.

Estas predicciones de variabilidad en la intensidad y duración de las surgencias en la zona centro-sur frente al calentamiento global pueden tener un impacto mayor en los ciclos de vida de los recursos pesqueros y en la estructura y funcionamiento general del ecosistema.

(ii) Dinámica espacio-temporal de las estructuras físicas de mesoescala (por ejemplo remolinos, filamentos)

La zona centro-sur de Chile presenta una energía cinética de remolinos (eddy kinetic energy) relativamente alta (>70 y hasta $120 \text{ cm}^2/\text{s}^2$) extendiéndose cerca de 600 kilómetros mar afuera (Morales *et al.*, 2010). Las estructuras de mesoescala, en combinación con la surgencia, juegan un importante papel en la productividad biológica de la zona centro-sur de Chile (Morales *et al.*, 2007). Estructuras como los remolinos y filamentos son recurrentes en la zona centro-sur y contribuyen al transporte de carbono y materia orgánica hacia la zona oceánica (Cáceres, 1992; Grob, Quiñones y Figueroa, 2003; Hormazabal *et al.*, 2004; Chaigneau y Pizarro, 2005). Los remolinos y meandros de mesoescala, además contribuyen en el traspaso de nutrientes hacia la capa fótica y por consiguiente en sostener la producción primaria y niveles de clorofila relativamente altos (Correa-Ramírez, Hormazabal y Yuras, 2007). En la zona centro-sur remolinos de alrededor de 200 km de diámetro permanecerían por varios meses (Hormazabal *et al.*, 2004) mientras se desplazan hacia mar afuera (Chaigneau y Pizarro, 2005).

El papel que desempeñan estas estructuras de mesoescala en la dinámica poblacional y en la conectividad de las poblaciones en la zona centro sur es aún desconocido. Sin embargo, al menos en el caso de algunas especies de copépodos los remolinos parecieran jugar un importante papel en la dispersión de estas especies mar afuera. Hormazabal *et al.* (2004) han sugerido que los remolinos podrían también tener una relación con la distribución de las agregaciones del jurel las que según estos autores podrían aprovechar la acumulación de zooplancton en los remolinos.

Es altamente probable que la variabilidad impuesta por el CCG sobre la dinámica espacio-temporal de las estructuras de mesoescala generará consecuencias significativas en la dispersión de estadíos tempranos de especies y en el intercambio biogeoquímico y energético entre la costa y la zona oceánica.

(iii) *Temperatura del mar*

Los peces son organismos poiquiloterms y por consiguiente la temperatura ambiental juega un rol clave en la determinación de sus tasas metabólicas y fisiológicas. En consecuencia, cambios en la temperatura ambiental pueden generar una gran variedad de respuestas, tales como cambios en distribución espacial, comportamiento, tasas de ingestión, época de reproducción, etc. (Coutant, 1976). No obstante, los cambios en la abundancia de una población en un lugar determinado es el producto de muchos factores que afectan las distintas etapas del ciclo de vida de la especie (por ejemplo Sinclair, 1988), y en consecuencia, es necesario ser cauto frente a enfoques demasiado simplistas que intentan pronosticar el futuro de las pesquerías basados exclusivamente en posible efecto de la temperatura ambiental sobre las especies. Otro punto importante, es considerar el fuerte gradiente ambiental vertical existente en la zona centro-sur de Chile por lo que la interpretación de la información de temperatura superficial del mar debe ser realizada de manera adecuada.

Con respecto a los estadios tempranos de sardina común y anchoveta se ha establecido que la temperatura, la salinidad, oxígeno y el factor maternal influyen en el tamaño larval de eclosión y el tiempo de incubación (Sepúlveda *et al.*, 2000; Llanos-Rivera, 2005). Tanto la sardina común como la anchoveta incluyen en su estrategia reproductiva el desovar al término del invierno (agosto), cuando existen las condiciones ambientales favorables de convergencias costeras que logran concentrar y retener huevos en la costa y así, evitar el intenso transporte hacia el océano (Soto-Mendoza, Castro y Llanos-Rivera, 2010). En la zona centro-sur Cubillos *et al.* (2001) y Cubillos, Castro y Oyarzún (2005) han reportado que las mayores abundancias de huevos de anchoveta ocurren en aguas de menores temperaturas dentro de las respectivas zonas durante el desove. Soto-Mendoza, Castro y Llanos-Rivera (2010) reportaron para la zona centro-sur que la abundancia de huevos y larvas de anchoveta presenta una relación positiva con la presencia de temperaturas entre los 10° y 11°C, y que para la sardina común esta relación se da a temperaturas levemente más altas y en un rango más estrecho de temperatura (11,5° a 12°C). Cubillos y Arcos (2002) han planteado que el reclutamiento de sardina común muestra una relación significativa y negativa con las anomalías de TSM durante el período pre-recluta. Sin embargo, el reclutamiento de la anchoveta no fue afectado por los cambios en las condiciones de temperatura observadas por estos autores en los años 90.

En relación al jurel, el desove de este recurso es máximo en la zona oceánica (80°W, 92°W), a los 35°S, y está asociado a temperaturas superficiales mayores que 15-16°C (Cubillos *et al.*, 2008).

La merluza común en la zona centro-sur presenta un período de desove principal entre los meses de septiembre y octubre (Furet y Lépéz, 1984; Amín *et al.*, 1989; Alarcón, 1992). Los huevos y larvas de merluza común, se presentan en aguas estratificadas en y bajo la termoclina (Rojas y Blanco, 1981; Braun *et al.*, 1999). Los juveniles de merluza común generalmente se observan en aguas costeras, mientras que los peces grandes se distribuyen en aguas más profundas, este patrón se modifica durante la época de desove, cuando ejemplares maduros sexualmente, se acercan a la costa a desovar (Avilés, 1979; Alheit y Pitcher, 1995). Rojas *et al.* (1983) describieron la distribución y abundancia de los huevos y larvas de *Merluccius gayi*. Los huevos, en la zona centro-sur, se ubicaron cerca de la costa y principalmente en el período de invierno-primavera (Bernal, Balbontín y Rojas, 1997), aunque se detectaron hasta 80 millas fuera de la costa. La distribución de huevos estuvo relacionada a temperaturas superficiales entre 10,5°C y 14,5°C y salinidades entre 31,0 y 34,6, lo que se asocia a las características de las aguas subantárticas.

En cuanto a la relación entre la temperatura ambiental y la distribución de los adultos, Nuñez, Correa y Vasquez (2009) han descrito que las mayores biomásas de jurel se encuentran asociadas a un estrecho rango de temperaturas superficial del mar

(10 a 13°C, promedio = $11,5 \pm 1,4$ °C). Por su parte, Yáñez *et al.* (1996) han planteado la existencia de una asociación entre la existencia de gradientes térmicos superficiales (detectados con satélites) y las agregaciones de jurel en la zona oceánica frente a la zona centro-sur. A un nivel de macroescala, Arcos, Cubillos y Nuñez (2001) analizan la posición de la isoterma superficial de 15 °C como un indicador de cambios en la estructura térmica promedio frente a Chile central, lo que generaría cambios drásticos en la distribución del jurel. Con respecto a la merluza común Yáñez, Barbieri y Silva (2003) indican que la producción del stock de sardina común en la zona centro-sur es favorecida por períodos más bien fríos y que las capturas disminuyen notablemente durante períodos cálidos de largo plazo.

Es importante destacar que, a pesar del rol que puede jugar la temperatura, los factores que determinarían la distribución de huevos y larvas de sardina común, anchoveta y merluza común en la zona centro-sur de Chile son varios y aun no claramente entendidos. En particular, su distribución depende de múltiples factores relacionados con procesos de transporte y retención, tales como: batimetría de la zona y en especial la presencia de terrazas y cañones sobre la plataforma continental, estructuras de mesoescala capaces de retener o exportar huevos y larvas desde la costa, convergencia de aguas oceánicas más cálidas sobre la plataforma, presencia de áreas semi-cerradas como bahías y golfos que pueden aumentar los tiempos de retención de estadios tempranos, topografía costera, y presencia de desembocaduras de ríos.

(iv) Dinámica espacio-temporal de la zona de mínimo de oxígeno sobre la plataforma continental

El grado de intrusión del Agua Ecuatorial Subsuperficial sobre la plataforma continental y la zona nerítica de la zona centro-sur de Chile varía intra e inter-anualmente (Sobarzo *et al.*, 2007). La intensidad y duración de la surgencia juega un papel fundamental en el ingreso de aguas hipoxicas hacia las zonas costeras (Ahumada, Rudolph y Martínez, 1983; Hernández-Miranda *et al.*, 2010). Así como los eventos de surgencia son especialmente frecuentes e importantes en el periodo de primavera-verano, en el otoño e invierno vientos del norte se tornan predominantes generando fuerte mezcla vertical en la columna de agua y por consiguiente oxigenando la columna de agua y la superficie de los sedimentos (Schneider *et al.*, 2003).

Durante El Niño la profundización de la termoclina (Ulloa *et al.*, 2001) y la presencia de patrones de viento anómalos generan un importante nivel de oxigenación en el fondo de la plataforma continental de la zona centro-sur (Escribano *et al.*, 2004; Graco, Gutiérrez y Farías, 2006).

La presencia de vientos intensos favorables a la surgencia pueden generar eventos hipoxicos extremos en bahías conllevando importantes mortandades de peces y otros invertebrados como los ocurridos en Bahía Coliumo (36°30' S; 72° 56' W) en enero de 2008 (Hernández-Miranda *et al.*, 2010; Hernández-Miranda *et al.*, 2012). Por otra parte, la mínima de oxígeno puede producir una restricción del hábitat importante para aquellas especies que no son capaces de enfrentar las condiciones hipoxicas (Bertrand, Ballón y Chaigneau, 2010), aunque otras especies como la merluza común residen preferentemente en aguas con bajo contenido de oxígeno (Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales) durante su época reproductiva (Aviles *et al.*, 1979; Arancibia, 1992).

A nivel bentónico importantes cambios se han observado en las comunidades de la plataforma continental de la zona centro-sur dependiendo del nivel de oxígeno presente sobre la plataforma continental (por ejemplo Gallardo, 1985; Sellanes *et al.*, 2007; Quiroga *et al.*, 2005) o en hábitat más costeros de la zona centro-sur de Chile (Veas *et al.*, 2012).

Es indudable que la presencia de aguas hipoxicas sobre la plataforma continental y a distintas profundidades de la columna de agua es un factor crucial en la estructura y funcionamiento del ecosistema marino de la zona centro-sur de Chile (Quiñones *et al.*,

2010). El impacto del CCG sobre la dinámica espacio-temporal de las aguas ecuatoriales subsuperficiales es un factor crucial en la sensibilidad, exposición, y vulnerabilidad de las poblaciones y comunidades de esta zona.

(v) Aporte de agua dulce mediante ríos

La influencia de los ríos sobre las pesquerías puede ser significativa, ya que estos pueden afectar la productividad biológica de la zona costera, así como los ciclos de vida de algunas especies. De hecho, el caudal de los ríos puede generar un aumento de la producción primaria por la entrada directa de nutrientes transportados por los ríos (por ejemplo Cloren, 1991), los cuales pueden tener diferentes orígenes (por ejemplo industrial, urbano, agricultura). El agua dulce entra al océano y forma una masa de agua altamente estable conocida como pluma del río, promoviendo la estratificación vertical, y bajo ciertas circunstancias la producción primaria del sistema costero. No obstante también el caudal de los ríos puede tener efectos negativos sobre la producción primaria debido a: (i) reducción en la cantidad de luz producto de la carga de sedimentos de los ríos; (ii) reducción de entrada de nutrientes a la zona fótica producto de la fuerte estabilidad vertical de la columna de agua; y (iii) advección del fitoplancton mar afuera no permitiendo su crecimiento.

Producto de la interacción entre los ríos y la sobrevivencia de estadios tempranos de recursos pesqueros a través de la influencia del caudal sobre la productividad biológica o por el efecto físico advectivo, se han encontrado en numerosos estudios correlaciones significativas entre el caudal y las capturas o desembarques pesqueros (por ejemplo Sutcliffe, 1973; Sheldon, Sutcliffe y Drinkwater, 1982; Lloret *et al.*, 2004; Darnaude *et al.*, 2004).

En el caso de la zona centro-sur de Chile existen a la fecha sólo dos estudios que han analizado la relación entre el caudal y la captura de recursos pesqueros. Montes y Quiñones (1999) demuestran que los desembarques anuales del recurso almeja (*Protothaca thaca* y *Venus antiqua*) en la zona centro-sur presentan una clara correlación con el caudal del río Itata tanto a escala mensual como anual con un desfase temporal de 5 años. Este desfase corresponde aproximadamente al rango de edades (por ejemplo 3 a 5 años) en el cual se alcanza la talla mínima legal de extracción para ambas especies sugiriendo que el caudal estaría afectando la sobrevivencia de los estadios tempranos durante el primer año de vida y se reflejaría en los niveles de desembarque 5 años más tarde aproximadamente. Por otra parte, Quiñones y Montes (2001) encuentran que los desembarques de Róbalo (*Eleginops maclovinus*) están significativamente relacionados con el ingreso de agua dulce por parte de los ríos Bio Bio, Itata y de la lluvia en la VIII Región. Utilizando un modelo de regresión lineal tipo stepwise, Quiñones y Montes (2001) demostraron que la acción conjunta del caudal anual medio del Itata (desfase 3 años) y la media anual de la pluviosidad (desfase 4 años) explicaban un 93 por ciento de la varianza observada en los desembarques anuales de Robalo ($p < 0,05$).

Si bien es cierto hasta la fecha no se ha investigado en la zona centro-sur la posible relación entre los caudales de los ríos y la abundancia de la población adulta de sardina y anchoveta, en otros ecosistemas se ha encontrado relación como es el caso del Río Ebro y Rhone en el Mediterráneo en relación a los desembarques de *Engraulis encrasicolus* y *Sardina pilchardus* (Lloret *et al.*, 2004; Martín *et al.*, 2008). Sin embargo, el área marina adyacente a las desembocaduras de los ríos Itata y Río Bio Bio ha sido descrita como zonas importantes de pesca para los recursos sardina común, anchoveta y merluza común, entre otros (por ejemplo Castillo *et al.*, 2005; Quiñones *et al.*, 2009).

En la zona centro-sur existen reportes que describen la existencia de importantes zonas de desove de anchoveta en zonas cercanas al río Itata (Nuñez *et al.*, 1995). Sin embargo, en otros años, la abundancia de estadios tempranos en las cercanías de la desembocadura de dicho río de anchoveta ha sido menor (Soto-Mendoza, Castro y Llanos-Rivera, 2010). Por otra parte, en la zona centro-sur de Chile, altas abundancias

de huevos y larvas han sido descritas en la zona entre Corral y Lebu en invierno, zona que se caracteriza por un aporte importante de agua dulce aunque las más altas abundancias de huevos y larvas de anchoveta y sardina común no se encuentran en las aguas de menor salinidad sino fuera de la pluma de agua más dulce (Cubillos, Castro y Oyarzún, 2005; Cubillos *et al.*, 2006).

Las investigaciones realizadas a la fecha respecto a la relación entre el caudal de los ríos Itata y Bio Bio y los desembarques de recursos neríticos en la plataforma continental de la zona centro sur de Chile, demuestra la vinculación existente entre la dinámica de las cuencas de ambos ríos y el ecosistema costero marino adyacente. Los procesos ecológicos, físicos y biogeoquímicos que modulan esta relación aun son en gran parte desconocidos.

Finalmente, cabe destacar que existe una tendencia histórica a la disminución de la precipitación en la zona centro-sur de Chile (por ejemplo Quintana, 2004). Además, modelos existentes de CCG para Chile predicen declinaciones importantes en la pluviosidad en la zona centro-sur del país, y por lo tanto en la dinámica de los caudales de los ríos en diversos escenarios de cambio climático propuestos por el IPCC (Fuenzalida *et al.*, 2007). Es probable que los cambios en los caudales produzcan efectos principalmente en los recursos más costero-neríticos.

4.11.3 Sensibilidad a nivel de la trama trófica completa

Hasta este momento hemos explorado antecedentes existentes respecto de la sensibilidad de cada especie objetivo frente a factores forzantes vinculados al cambio global. Sin embargo, las poblaciones interactúan estrechamente con otras poblaciones en una comunidad, y por consiguiente es crucial intentar explorar cómo reaccionaría la trama trófica completa frente a cambios mayores ambientales y/o por causas antropogénicas.

Neira *et al.* (2009), utilizando modelación con Ecopath y Ecosim, exploró los efectos que pueden tener en la trama trófica de la zona centro-sur de Chile dos factores principales:

- (i) Cambios en la mortalidad por pesca aplicada sobre distintos niveles tróficos; y
- (ii) efectos de abajo hacia arriba (bottom-up), representados por cambios en la biomasa de fitoplancton como una función de cambios de temperatura, ENSO y escalas decadales (Figura 44). Las simulaciones se realizaron en un horizonte de 150 años y los impactos, capacidad de recuperación del sistema y cambios de régimen se evaluaron utilizando indicadores trofodinámicos y puntos de referencia límite para biomasa o grupos funcionales como proxies del estado de la trama trófica y umbrales ecológicos, respectivamente.

La modelación de Neira, Arancibia y Cubillos (2004) demuestra que este ecosistema es muy sensible a cambios en la mortalidad por pesca. De hecho, escenarios de concentración de la pesca en niveles tróficos altos o bajos mostraron no ser sostenibles en el largo plazo. Además, se encontró que los impactos producidos por la pesca sobre la trama trófica eran de baja o mediana reversibilidad. Por otra parte, ningún punto de referencia límite es excedido (o cambio de régimen inducido) bajo cambios en el forzante bottom-up (por ejemplo cambios en la biomasa fitoplanctónica) en escalas temporales propias del ENSO (Tabla 10).

El modelo de Neira *et al.* (2009) demuestra que los forzantes bottom-up a escalas decadales tiene distintos efectos sobre el ecosistema dependiendo de la secuencia en la cual los periodos de alta o baja biomasa de fitoplancton son simulados. Un cambio desde un estado de baja biomasa de fitoplancton a una de alta biomasa mantiene los puntos de referencia dentro de los límites normales (Tabla 10), mientras que un cambio de alta biomasa a baja biomasa de fitoplancton resulta en un gran número de puntos de referencia límite excedidos y con una capacidad de recuperación mediana (Tabla 10).

La interacción entre la pesca y el forzante bottom-up en escala decadal indica que el

forzante bottom-up puede amortiguar los efectos de la pesquería sobre la comunidad, en contraste la pesca incrementa el número de puntos de referencia límite excedidos y disminuye la recuperación del ecosistema observado bajo una escala decadal de forzante bottom-up. Los resultados de Neira *et al.* (2009) sugieren que la pesca, y en especial cuando es llevada a cabo utilizando estrategias no sostenibles, genera mayor probabilidad de causar que umbrales ecológicos cruciales sean excedidos en este ecosistema y que incluso induzcan a cambios de régimen de baja capacidad de recuperación en comparación con forzantes bottom-up a escala decadal, tales como el CCG.

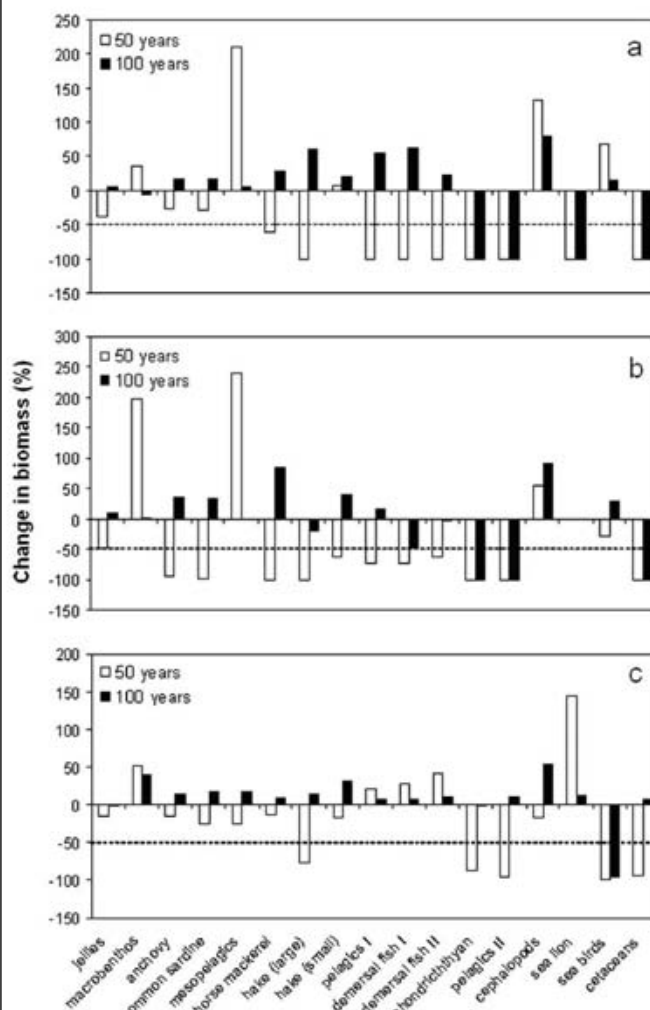
En resumen, el ejercicio de modelación de Neira *et al.* (2009) es un llamado de alerta a la importancia de tener políticas de administración de recursos adecuadas para este ecosistema, el cual pareciera ser más resiliente a los cambios en la abundancia fitoplanctonica que a la actividad pesquera.

7.3 Estimaciones existentes de impacto potencial del cambio climático sobre las pesquerías de Chile

La magnitud del impacto del CCG sobre una pesquería dependerá del grado de exposición de la pesquería a los cambios, el estado actual del stock y las presiones existentes, y su sensibilidad o resiliencia a las perturbaciones climáticas (Johnson y Welch, 2010). En los últimos tres años han emergido varios modelos a escala global que han intentado pronosticar los posibles cambios en las pesquerías a partir de escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero propuestos por el IPCC.

Cheung *et al.* (2008) desarrollo un modelo empírico que predice un potencial de captura máximo basado en la producción primaria y en el rango de distribución espacial de 1 066 especies de peces e invertebrados comercialmente explotados. Posteriormente, Cheung y colaboradores aplicaron dicho modelo para evaluar como cambios en productividad primaria y en la distribución de especies potencialmente producidos por el CCG podría afectar la productividad pesquera. Para esto (Cheung *et al.*, 2010) se basaron en la productividad primaria predicha por varios modelos empíricos (por ejemplo Sarmiento, Slater y Barber, 2004) y las predicciones respecto distribuciones espaciales futuras de peces e invertebrados bajo diferentes escenarios de cambio climático pronosticadas por el modelo de Cheung *et al.* (2009).

FIGURA 44
Cambios en la biomasa de "grupos" bajo diferentes escenarios de pesca simulados. (a) Concentrar la actividad de pesca en los niveles tróficos más altos; (b) Concentrar la actividad de pesca en los niveles tróficos más bajos; y (c) distribuir la pesca proporcionalmente entre los niveles tróficos. Líneas horizontales punteadas indican el punto de referencia límite (por ejemplo 50 por ciento B_i , $t = t_0$)



Fuente: Extraído de Neira, Arancibia y Cubillos, 2004.

TABLA 10

Numero de puntos de referencia límite en cuanto a la biomasa (B_{Limit}) excedidos y capacidad de recuperación observada en la trama trófica de la zona centro-sur de Chile bajo distintos escenarios de simulación

Scenario	Description	Number of B_{Limit} exceeded	%	Number of recoveries	%
Fishing 1	Concentrating fishing at higher trophic levels	9	43	5	56
Fishing 2	Concentrating fishing at higher trophic levels	11	52	8	73
Fishing 2	Proportionally distributed fishing across trophic levels	5	24	4	80
Bottom-up 1	Interannual variability (one ENSO per decade)	None		None	
Bottom-up 2	Interannual variability (one ENSO per decade)	None		None	
Bottom-up 3	Interannual variability (one ENSO per decade increased intensity)	None		None	
Bottom-up 4	Decadal variability (low to high phytoplankton biomass)	None		None	
Bottom-up 5	Decadal variability (low to high phytoplankton biomass)	15	71	11	73
Fishing 1 and Bottom-up 4		8	38	4	50
Fishing 1 and Bottom-up 5		14	67	10	71
Fishing 1 and Bottom-up 4		5	24	2	40
Fishing 1 and Bottom-up 5		13	62	8	62
Fishing 1 and Bottom-up 4		5	24	3	60
Fishing 1 and Bottom-up 5		14	67	6	43

Fuente: Extraído de Neira *et al.*, 2009.

Cheung *et al.* (2010), reconocen que existen niveles importantes de incerteza en la proyección a escala global de los impactos del CCG sobre la producción pesquera. Sin embargo, se considera que a pesar de las posibles deficiencias, las proyecciones derivadas son útiles para informar a los tomadores de decisiones y a los stakeholders acerca de la potencial escala del impacto, en especial en el contexto de desarrollo de políticas. El modelo de Cheung *et al.* (2010) proyecta cambios futuros en el máximo potencial de captura de los océanos globales para el año 2055 bajo varios escenarios de cambio climático. El “Maximo Potencial de Captura” es definido como la captura máxima explotable de una especie asumiendo que el rango geográfico y la selectividad de la pesquería permanecen sin cambio en relación con los niveles observados en el año 2005. Las 1 066 especies incorporadas representan las especies más importantes comercialmente explotadas según lo reportado por las estadísticas de la FAO. Las distribuciones futuras de estas especies se estiman utilizando un modelo dinámico de bioclima envolvente (“dynamic bioclimate envelope model”; Cheung, Lam y Pauly, 2008; Cheung *et al.*, 2009), mientras que la producción primaria es proyectada mediante modelos empíricos (Behrenfeld y Falkowski, 1997; Carr, 2002; Marra, Ho y Trees, 2003; Sarmiento, Slater y Barber, 2004).

Figura 45 muestra una esquema general de la estructura del modelo dinámico de bioclima envolvente. Un bioclima envolvente es definido como un set de condiciones físicas y biológicas que son adecuadas para una especie dada. Los autores infirieron los perfiles de preferencia, definidos como la conveniencia que otorga el rango observado de diferentes variables ambientales para cada especie, a partir de su distribución actual. Las variables ambientales utilizadas por el modelo se describen en la Tabla 11.

Según las estimaciones de Cheung *et al.* (2010), y bajo un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero, el potencial de capturas proyectadas en las plataformas continentales disminuyen a través de la mayoría del rango latitudinal excepto en las altas latitudes (Figura 48). Por el contrario el potencial de captura proyectado incrementa

TABLA 11

Lista de variables ambientales y distribución de especies, así como las fuentes de datos utilizados por el modelo dinámico de bioclima envolvente para predecir la distribución presente y futura de peces e invertebrados marinos.

Parámetros de ingreso (Input) / Variables ambientales	Predicciones del Modelo	Fuentes
Rango de profundidad mínimo y máximo	Distribuciones actuales y futuras	Principalmente FishBase, SealifeBase y literatura publicada
Limites latitudinales norte y sur	Distribuciones actuales	Principalmente FishBase, SealifeBase y literatura publicada
Limite del rango de ocurrencia conocido	Distribuciones actuales	Literatura publicada
Temperatura superficial del mar y temperatura de fondo	Distribuciones futuras	NOAA's GFDL CM 2.1
Salinidad	Distribuciones futuras	NOAA's GFDL CM 2.1
Cobertura de hielo	Distribuciones futuras	NOAA's GFDL CM 2.1
Advección en el océano	Distribuciones futuras	NOAA's GFDL CM 2.1
Batimetría	Distribuciones futuras	Proyecto "Sea Around Us"
Arrecifes de coral	Distribuciones futuras	UNEP World Conservation Monitoring Centre
Estuarios	Distribuciones futuras	Proyecto "Sea Around Us"
Montañas submarinas	Distribuciones futuras	Proyecto "Sea Around Us"
Surgencia costera	Distribuciones futuras	Secundariamente derivada de SST

SST: temperatura superficial del mar.

Fuente: Extraído del Material Suplementario de Cheung *et al.* (2010).

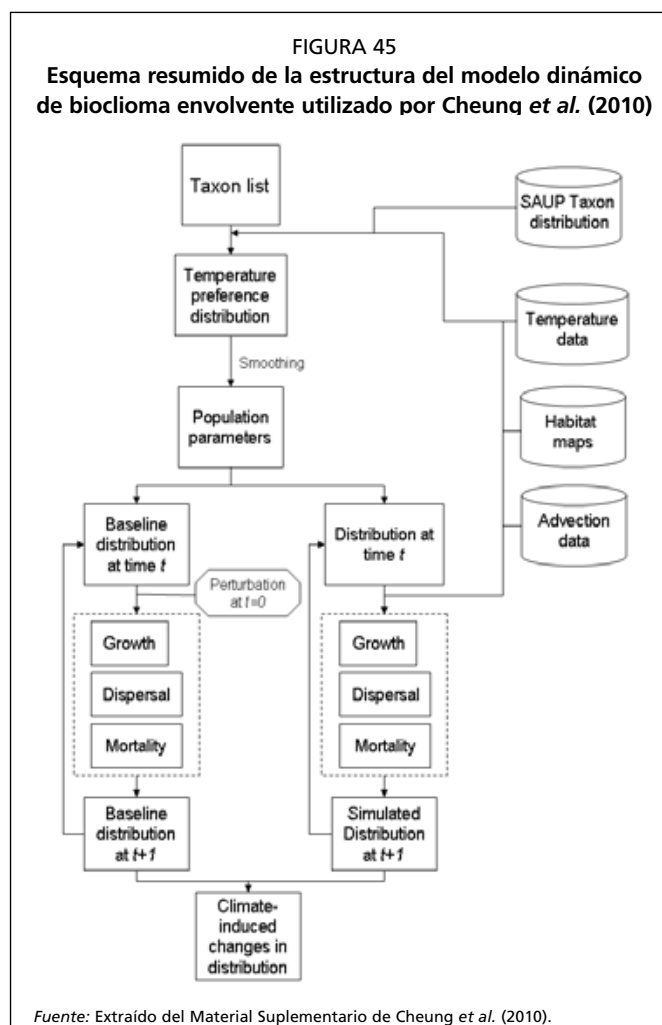
considerablemente en las zonas de alta mar, excepto alrededor del ecuador (Figura 48) donde el incremento en el potencial de captura es relativamente bajo.

De acuerdo al modelo de Cheung *et al.* (2010) la disminución en el potencial de captura para Chile es moderado disminuyendo de 6 por ciento a 13 por ciento bajo un escenario de emisiones de alto rango (Figuras 46, 47 y 49).

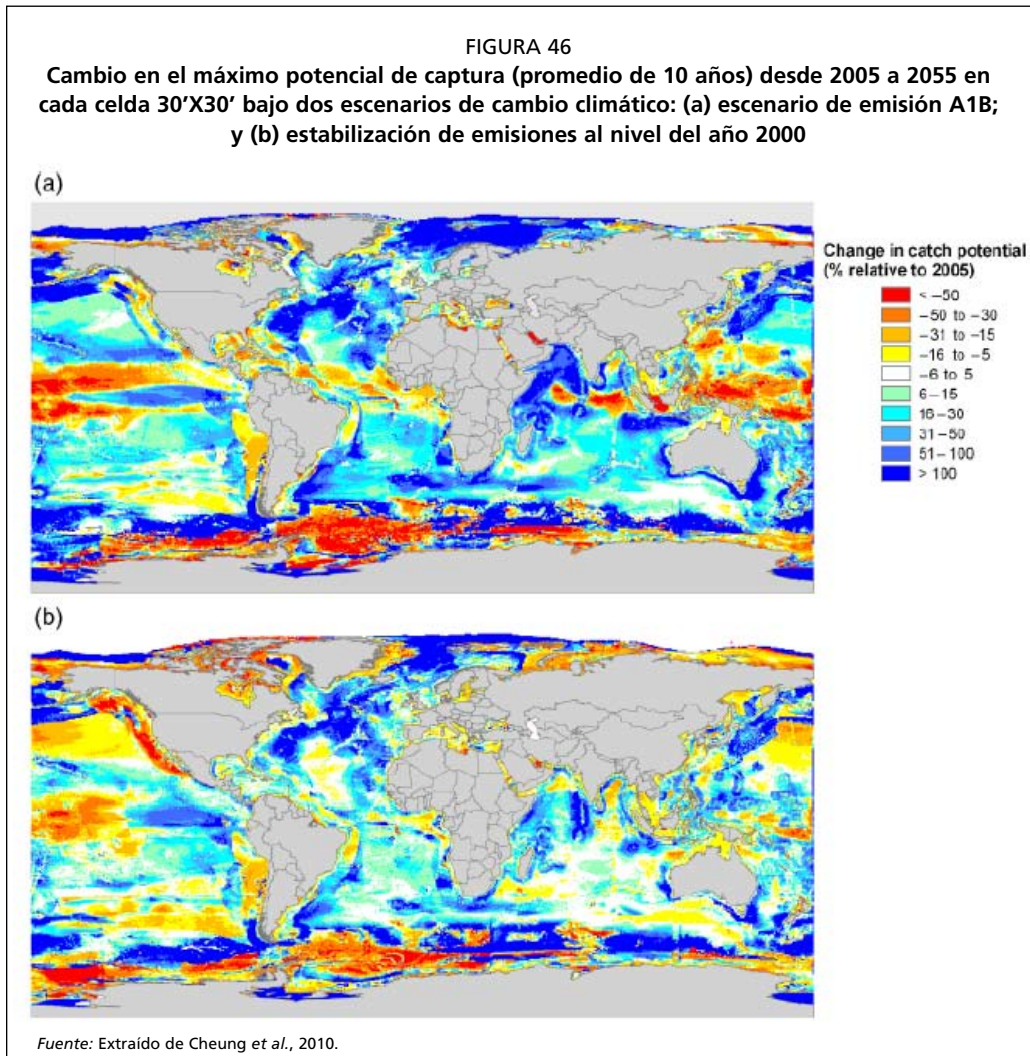
Por otra parte, Pereira *et al.* (2010), basado en el mismo enfoque de modelación de Cheung *et al.* (2010) ha proyectado los cambios en las distribuciones latitudinales de las especies pelágicas (Figura 50). De acuerdo a dichas proyecciones se puede inferir que las especies pelágicas de la zona centro-sur de Chile tenderán a cambiar su distribución espacial hacia el polo a una tasas de 2 a 4 kilómetros por año (Figura 50).

Finalmente, Dulvy *et al.* (2011) ha realizado recientemente un análisis que cubre 193 países respecto de la vulnerabilidad económica de cada uno en relación al impacto del cambio global sobre las pesquerías. De acuerdo a este análisis, Chile aunque presenta una alta

FIGURA 45
Esquema resumido de la estructura del modelo dinámico de bioclima envolvente utilizado por Cheung *et al.* (2010)



Fuente: Extraído del Material Suplementario de Cheung *et al.* (2010).



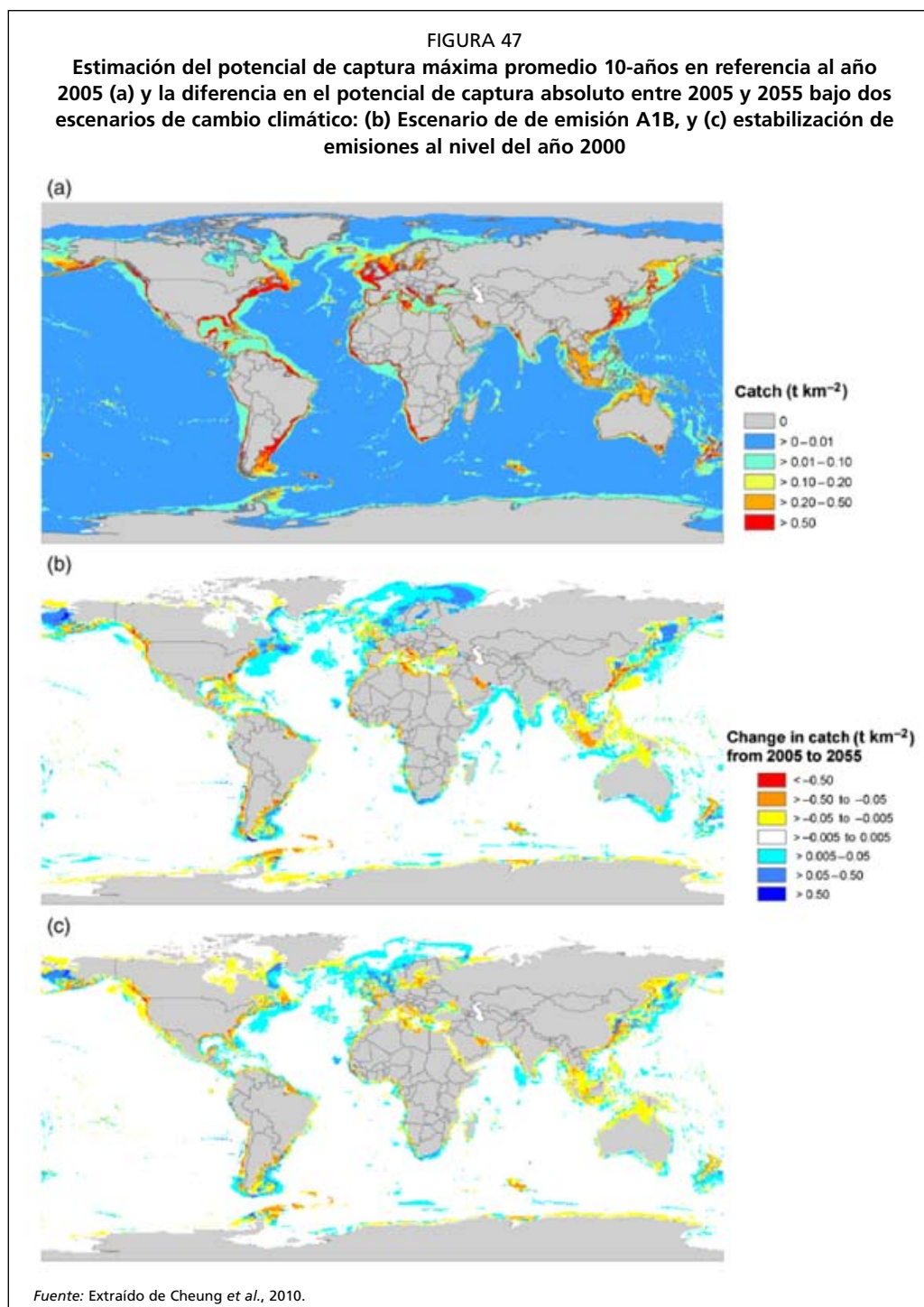
dependencia de las pesquerías, no sería fuertemente impactado, presentando una baja vulnerabilidad y alta capacidad adaptativa (Tabla 12). Un análisis y conclusiones similares también fueron reportados por Allison *et al.* (2009). Cabe destacar que estos análisis se basan en cálculos gruesos a partir de variables indirectas (ver Tabla 13).

4.11.4 Capacidad adaptativa de la zona centro-sur de Chile al cambio climático

Para poder estimar la capacidad adaptativa de la zona centro-sur de Chile al cambio climático adoptaremos un enfoque histórico analizando como ha sido en la práctica la capacidad adaptativa frente a fuertes disminuciones de biomasa ocurridas anteriormente. Para esto analizaremos la crisis del jurel ocurrida en la zona centro-sur en el periodo 1998-2002 basándonos en lo reportado en Quiñones *et al.* (2003) y Quiñones (2010).

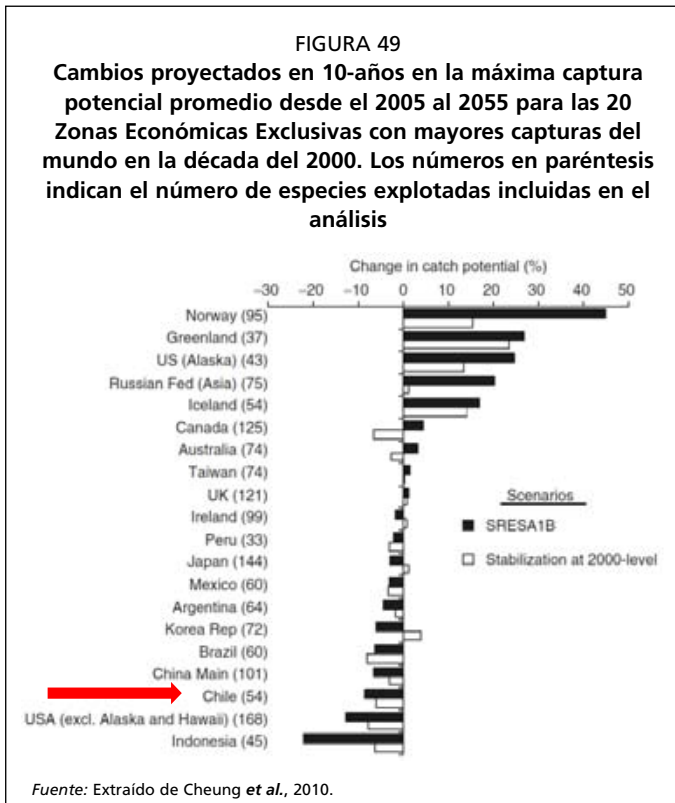
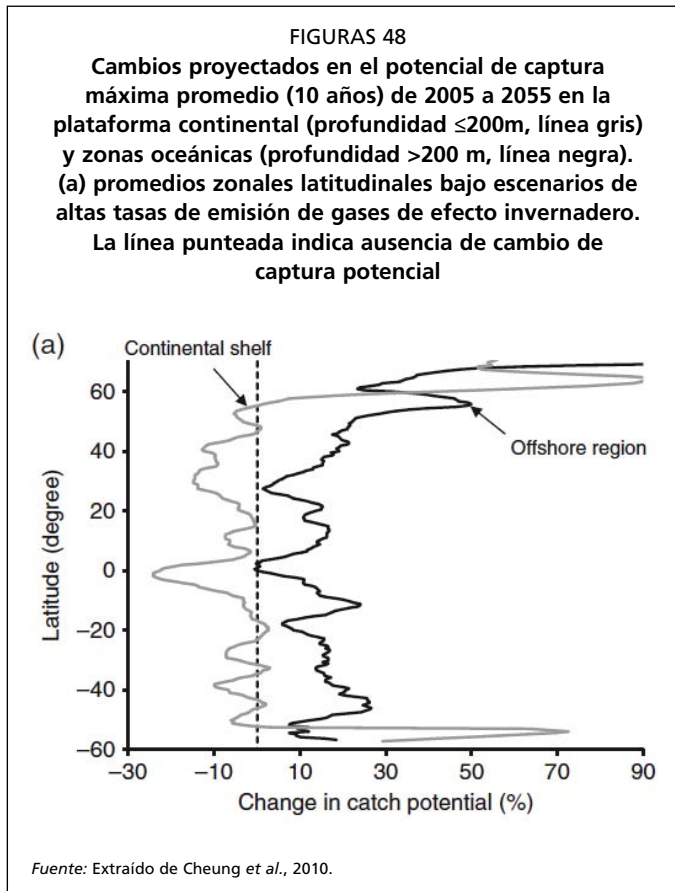
En enero-Febrero de 1997 un cambio mayor fue observado en la estructura de tallas del jurel en la zona centro-sur de Chile. Los juveniles (<26 cm) se transformaron en la fracción claramente dominante (Figura 51) en las zonas de pesca reflejándose claramente en la estructura de tallas de los desembarques (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2001). En marzo de 1997, se establece por primera vez en la historia de esta pesquería una veda con el objeto de proteger al stock. En paralelo con esta situación se declara oficialmente la presencia de un evento El Niño a partir de marzo-abril de 1997, el cual resultó ser el más fuerte registrado en el siglo XX.

Las capturas anuales declinaron desde 4,4 millones de toneladas en 1995 a alrededor de 1,2 millones de toneladas en 1999. Es importante destacar que apenas finalizo el Evento El Niño 1997/1998, el pacífico Sur Oriental pasó inmediatamente a enfrentar un



Evento La Niña a partir de 1999. Ante este escenario de fuertes variaciones ambientales fue extremadamente difícil evaluar la situación real del stock. Una alta incerteza emergió respecto si algunas de las señales de deterioro del stock eran producidos por sobrepesca o por cambios mayores en la distribución del stock causados por la variabilidad oceanográfica, en otras palabras la discusión se centró fuertemente si se estaba frente a un problema de disminución de la biomasa o de disponibilidad.

En el año 2001, la autoridad pesquera (Subsecretaría de Pesca) propuso una cuota anual de 800000 toneladas lo que gatillo un conflicto social importante en la zona centro-sur (Quiñones *et al.*, 2003, Quiñonez y Aliaga, 2004). Los diferentes puntos de vista presentes en la comunidad científica acerca de las causas de los cambios en la estructura de tallas fueron también factores que incrementaron la tensión social. Los científicos



no sólo estaban en desacuerdo acerca de las causas de la crisis (variabilidad ambiental producto de El Niño y La Niña y/o sobreexplotación), sino también con respecto a la cantidad de biomasa del stock de jurel aun presente en el océano. Hoy es claro que desde mediados de la década de los noventa ha habido un deterioro significativo de la estructura parental del stock (mayor a 4 años de edad) debido a la sobrepesca y que, además, el stock fue afectado por bajos reclutamientos en comparación con aquellos observados en 1986-87 (SUBPESCA, 2007b). Por otra parte, también ha sido postulado que el evento EL Niño podría haber cambiado los patrones de distribución espacial del jurel en el Pacífico Sur oriental (Arcos, Cubillos y Nuñez, 2001).

Una característica muy importante de la crisis del jurel fue que los pescadores podían detectar importante presencia del recurso, es decir que había biomasa para la pesca, pero el problema era la drástica disminución de los ejemplares adultos y la clara dominancia de ejemplares bajo talla mínima legal en las capturas. De hecho, durante los primeros 2 meses de 1997 (por ejemplo justo antes de la primera veda) la flota había capturado cerca de 500 000 toneladas de jurel. En otras palabras, la crisis fue producida por una importante reducción en las capturas impuestas acertadamente como regulaciones de conservación, pero en sentido estricto no se estaba en presencia de un colapso de la pesquería.

Para enfrentar esta crisis el Gobierno regional del Bio Bio creó una Mesa de Diálogo en la cual todos los sectores (públicos y privados) claves del conflicto estaban representados. Esta Mesa de Diálogo fue presidida por el intendente de la Región del Bio Bio, e incluyó al Subsecretario de Pesca, Senadores y Diputados de la zona, incluyendo dirigentes sindicales (pescadores artesanales, tripulantes de flota industrial, trabajadores de plantas

de proceso), representantes gremiales de la industria, científicos, autoridades del Gobierno Regional, y Director Regional del Servicio Regional de Pesca. Un punto clave que impedía avanzar en acuerdos básicos para enfrentar el conflicto era la carencia

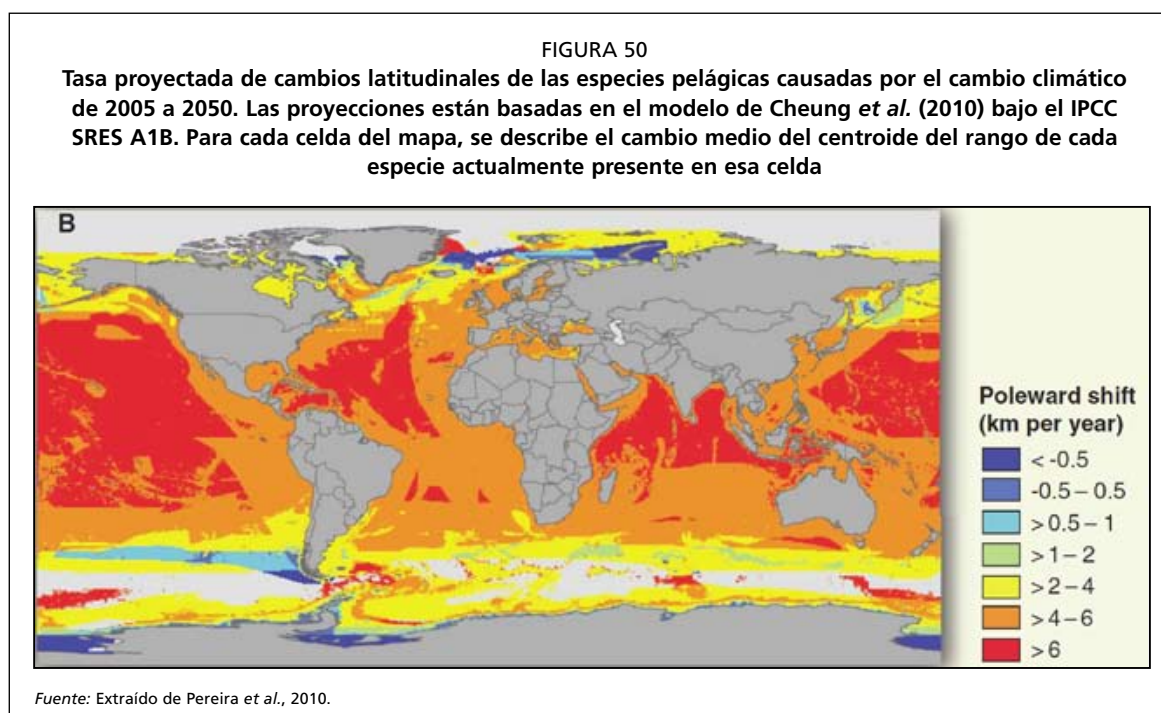


TABLA 12

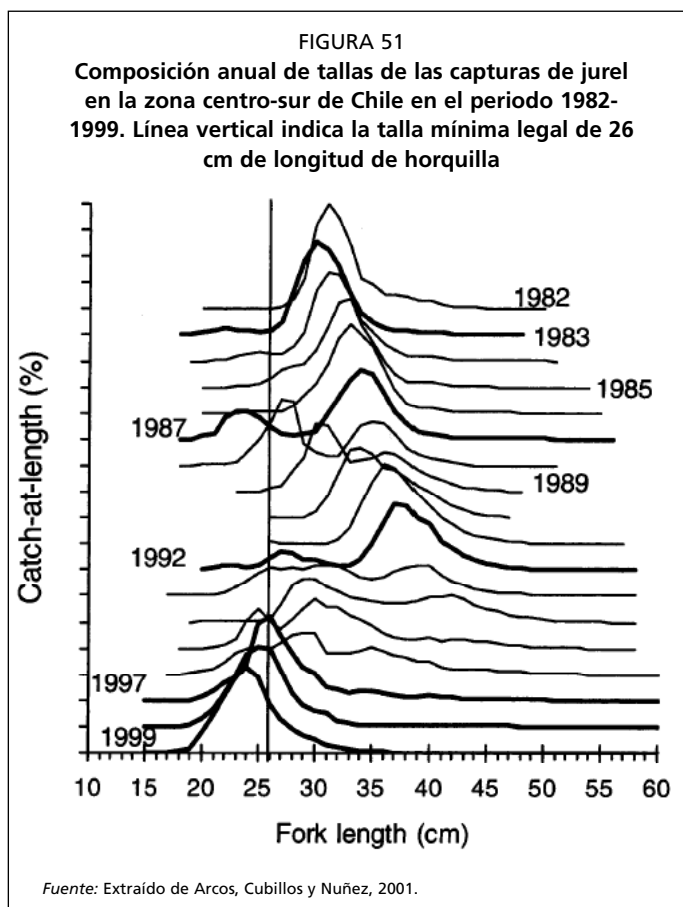
Vulnerabilidad de la economía Chilena a los impactos del CCG sobre las pesquerías. 1 indica mínimo, 4 implica máximo

País	Dependencia de las pesquerías	Exposición al cambio climático		Capacidad adaptativa	Vulnerabilidad	
		A1F1	B2		A1F1	B2
Chile	4	1	1	4	1	1

TABLA 13

Resumen de las variables utilizadas por Allison *et al.* (2009) para calcular exposición, sensibilidad (a la forma de dependencia de las pesquerías) y capacidad adaptativa de cada país

Component	Implementation	Variable	References
Exposure	Gross indicator of projected levels of climate change	Mean projected surface temperature increase (°C at 1,5 m altitude) by 2050	Mitchell <i>et al.</i> (2004)
Sensitivity	Composite index of employment and economic dependence on the fisheries sector	Number of fishers (most recent year 1990–1996) Fisheries export value as proportion (%) of total export value (averaged over 1998–2001) Proportion (%) of economically active population (1990) involved in the fishery sector Total fisheries landings (tonnes, averaged over 1998–2001)	FAO (1999); Anonymous 2003, FAOSTAT 2004
	Index of nutritional dependence	Fish protein as proportion of all animal protein (% g person ⁻¹ day ⁻¹ , averaged over 1998–2001)	
Adaptive capacity	Health	Healthy life expectancy (year, 2000)	Kaufmann <i>et al.</i> (200), FAOSTAT (2004), CAIT (2005) CAIT (2005)
	Education	Literacy rates (% of people ≥ 15 years, 2000–2001) School enrolment ratios (% in primary, secondary and tertiary education, 2000–2001)	
	Governance (2000–2001)	Political stability Government quality Rule of law Voice and accountability Corruption	UNDP (2003), CAIT (2005)
	Size of economy	Total GDP (2000)	CAIT (2005)



de un relato consensuado respecto del real estado de salud del stock. En consecuencia se creó un Comité científico con expertos (evaluadores de stocks, oceanógrafos pesqueros) de diferentes instituciones (Subsecretaría de Pesca, Universidad de Concepción, Instituto de Fomento Pesquero, Instituto de Investigación Pesquera), el cual después de una semana de reuniones intensivas alcanzaron un consenso en relación a la cuota para el año 2002. Este consenso científico respecto del status del stock entre los investigadores fue clave para que se lograra un acuerdo al interior de la Mesa de Diálogo. Esta última optó por aprobar, a pesar del riesgo informado por los investigadores, una cuota anual de 1,2 millones de toneladas para el 2002. De acuerdo a la legislación Chilena, las cuotas de pesca deben ser aprobadas por el Consejo Nacional de Pesca un cuerpo colegiado que tiene representantes de todos los stakeholders (ver Anexo 1) basado en un informe técnico de la Subsecretaría de Pesca. Es interesante destacar que la

solución al conflicto se realizó mediante una mesa de diálogo y no mediante el uso de los conductos regulares definidos en la ley de pesca chilena para la participación de los stakeholders, es decir los Consejos Regionales de Pesca, los Consejos Zonales de Pesca y el Consejo Nacional de Pesca.

Por otra parte, la Mesa de Diálogo propuso cambios a realizar en la legislación Chilena de pesca tanto al poder ejecutivo como al legislativo para mejorar el manejo pesquero y para la mitigación socioeconómica de la crisis. Los acuerdos alcanzados en la Mesa de Diálogo marca el inicio de cambios importantes en el sistema de administración pesquera de Chile.

La crisis del jurel generó impactos sociales y económicos de tal magnitud que todos los stakeholders se vieron obligados a adaptarse a un nuevo escenario donde las capturas eran solo entre la mitad y un cuarto de los volúmenes típicos de desembarque de la primera mitad de la década de los 90. Esta drástica reducción en las capturas produjo impactos mayores en el sector pesquero de la zona centro-sur de Chile en cuanto a empleo, ingreso, estructura de la industria, inversión, características de la flota, condiciones sociales y administración pesquera (Quiñones *et al.*, 2003).

En el contexto del posible impacto del cambio climático sobre las pesquerías nacionales esta crisis nos permite evaluar directamente la capacidad adaptativa de los diferentes actores ante una reducción importante de biomasa. Las Tablas 14 y 15 presentan un resumen de estas respuestas adaptativas desarrolladas en extenso en Quiñones *et al.* (2003).

Esta crisis del jurel duró 6 años (1997 a 2002) y produjo una pérdida de 2 900 y 10 700 trabajos directos e indirectos, respectivamente, en la zona centro-sur de Chile (Quiñones *et al.*, 2003). La flota se redujo de 182 embarcaciones en el año 1997 a 64 embarcaciones en 2001 y el número de viajes de pesca disminuyó de 7 600 en el año 1998 a 4 000 en 2001 (Quiñones *et al.*, 2003).

TABLA 14

Principales respuestas adaptativas del gobierno, parlamento, y la industria como resultado de la crisis del jurel en la zona centro-sur de Chile

Sector o agente	Respuestas sociales adaptativas durante la crisis del jurel 1997-2002
Parlamento	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de un nuevo marco legal incluyendo la incorporación en la LGPA de un nuevo régimen de derechos de propiedad (límite máximo de captura por armador) para la industria y un nuevo mecanismo de acceso (RAE) para el manejo de la pesca artesana. Leyes 19713 y 19849 • Creación del Fondo de Administración Pesquero. Este Fondo posee la flexibilidad necesaria para destinar recursos económicos para enfrentar diferentes aspectos de la mitigación de las crisis pesqueras (e.g. Programas de empleo, reconversión laboral, etc.) • Implementación vía ley de porcentajes fijos de cuotas entre pescadores industriales y artesanales para pesquerías de recursos compartidos (Law N° 18949)
Poder ejecutivo (Gobierno)	<ul style="list-style-type: none"> • Promueve la aprobación de las leyes 19713 y 19849 en el Parlamento • Generación de programas de mitigación social (empleo, capacitación, etc) • Incremento en la capacidad del gobierno para controlar y fiscalizar las actividades de pesca industrial a través de la externalización de algunas de las funciones de fiscalización de SERNAPESCA.
Industria	<ul style="list-style-type: none"> • Re-ingeniería de procesos productivos y financieros • Fusiones entre las compañías • Reducción de la flota • Cierre de algunas plantas • Incremento de la producción de productos para consumo humano, es decir productos de mayor valor económico. • Cambios en los contratos del personal de flota y externalización de servicios • Fortalecimiento de la dependencia entre la pesca artesanal (sardina & anchoveta) y la industria debido a la necesidad de materias primas para la producción de harina de pescado.

Fuente: Quiñones, 2010.

TABLA 15

Principales respuestas adaptativas de los pescadores artesanales, tripulantes de la flota industrial y otros agentes a la crisis del jurel

Sector o agente	Respuestas sociales adaptativas durante la crisis del jurel 1997-2002
Pescadores artesanales*	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el esfuerzo pesquero de la sardina y anchoveta para compensar por la disminución en los desembarques de jurel. El empleo en la flota artesanal incremento de 600 a 2900 unidades hombres/viaje desde 1997 a 2001 (i.e. 380%) • Fortalecimiento de la dependencia entre la pesca artesanal (sardina & anchoveta) y la industria debido a la necesidad de materias primas para la producción de harina de pescado • Apertura del registro pesquero artesanal • Incremento en el número total de pescadores artesanales registrados y consecuentemente una disminución potencial en la cuota per capita futura de algunos recursos (ej. merluza común) • Incremento en la exposición mediática de las demandas sociales y de la importancia socio-económica de los pescadores artesanales
Tripulantes de la flota industrial	<ul style="list-style-type: none"> • Transferencia (mediante cesantía) de miembros de los tripulantes de la flota industrial a la flota artesanal • Transferencia de oficiales de la flota a la flota mercante
Otros	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en las relaciones existentes entre dentro de los gremios (ej. Federaciones y sindicatos artesanales, Federaciones y sindicatos de trabajadores de flota y planta, Asociaciones de industriales)

Fuente: Quiñones, 2010.

Desde el año 2003 hasta el 2010 las cuotas fijadas por la autoridad han oscilado entre 1,3 y 1,6 millones de toneladas, sin embargo en los últimos años la captura en la zona centro-sur no alcanzaba a cumplir la cuota autorizada. Para el año 2011 y frente al fuerte deterioro del stock la cuota fijada fue sólo de 315 000 toneladas.

Desde el año 2003, la zona centro-sur ha estado confrontando además la crisis de la merluza común (*Merluccius gayi*), la cual tiene una componente artesanal importante. Las respuestas sociales adaptativas desarrolladas durante la crisis del jurel han sido fundamentales para enfrentar y mitigar de manera mucho más eficiente la crisis de la merluza común.

4.11.5 Vulnerabilidad y adaptabilidad socio-económica frente a cambios en la disponibilidad de los recursos pesqueros producto del cambio climático.

Como se observó en las secciones anteriores, las principales pesquerías de la zona centro-sur de Chile se vieron afectadas durante los últimos 10 años por diversas

crisis que tuvieron efectos diferenciados sobre distintos componentes del sistema socioeconómico que se sostiene con la actividad pesquera. Es así como en algunas pesquerías las capturas se vieron reducidas en más de un 50 por ciento en un período de menos de 10 años. Esto tuvo un efecto distinto sobre pescadores artesanales e industriales. Diversos elementos permitieron que el sistema socioeconómico se adaptara a los cambios ocurridos en la disponibilidad del recurso. Entre estos ajustes se cuentan como los más importantes un re-direccionamiento de las capturas entre especies, un incremento en la elaboración de productos de mayor valor agregado y un ajuste entre el empleo de los sectores artesanales e industriales, quienes debieron redistribuir el empleo entre sectores y entre las etapas de captura y procesamiento. Finalmente, un entorno internacional favorable con altos precios para los productos exportados permitió que el valor de la producción se incrementara notoriamente a pesar de las reducciones en los desembarques.

Al revisar los posibles impactos del CCG sobre las pesquerías podemos apreciar que ninguno de los escenarios considerados presenta posibles efectos sobre los desembarques mayores a los observados durante la última década en las pesquerías de la zona Centro-sur de Chile. Por ejemplo, Cheung *et al.* (2010) considera que debido a una redistribución de los stocks producto del cambio climático, la capacidad máxima de capturas (MSY) podría reducirse hasta en un 10 por ciento en las principales pesquerías de Chile. Por otra parte, Yañez *et al.* (2011) estima que dependiendo del escenario considerado, los desembarques de Anchoqueta en el norte de Chile podrían verse afectados positiva o negativamente, pudiendo incrementarse, en los próximos 70 años, o reducirse en niveles tan drásticos como un 40 por ciento de los desembarques.

Debido a lo anterior, para discutir los potenciales efectos que podría tener el cambio climático sobre las pesquerías relevantes para este estudio, desde la perspectiva socioeconómica, hemos escogido revisar la literatura sobre las experiencias previas de crisis que han vivido las pesquerías.³ Estas crisis, a pesar de tener un origen distinto al cambio climático, han tenido efectos sobre la disponibilidad de los recursos que pueden generar consecuencias muy similares sobre el entorno socioeconómico asociado a las pesquerías. Ello porque, en nuestra opinión, la fuerza motriz detrás del sector pesquero es, en una primera aproximación, justamente la disponibilidad de los recursos. Entonces, cualquier cambio similar sobre esta disponibilidad va a desencadenar una gran cantidad de efectos sobre la estructura socioeconómica de similares características.

Las mayores crisis de disponibilidad de los recursos relevantes que se registran en los últimos años se identifican con la crisis del Jurel que se inició en el año 1997 (Quiñones *et al.*, 2003), la crisis de la merluza común que comenzó a afectar a la pesquería en el año 2003 (Dresdner *et al.*, 2006), y la actual crisis del jurel que comienza a vislumbrarse a partir del año 2009. Estas crisis fueron muy importantes en términos del impacto que tuvieron sobre los desembarques de especies centrales en el sistema pesquero de la Zona Centro-sur, y en términos de las consecuencias socioeconómicas que tuvieron sobre la población asociada a los recursos afectados. A raíz de estas crisis las autoridades y los distintos actores del sector pesquero comenzaron a evaluar las consecuencias que tuvieron y a discutir estrategias y medidas de política económica y social para sobrellevar los impactos sobre la población. En este sentido, la revisión de estas experiencias constituye un excelente insumo para evaluar cómo potencialmente el cambio climático puede afectar estas pesquerías y sobre esa base prever y planificar eventuales medidas de mitigación social. En esta sección se realiza esta revisión.

La mejor descripción y análisis de la crisis, desde el punto de vista de la disponibilidad de información socioeconómica, se encuentra en Quiñones *et al.* (2003). Por esta razón

³ La referencia a crisis es en el sentido que se le otorga en Quiñones *et al.* (2003). Es decir, como una situación de alto conflicto social y político que se genera a partir de la disminución de la disponibilidad del recurso.

nos concentraremos especialmente en este informe para discutir las áreas sensibles a una nueva crisis.

Las crisis sociales, gatilladas por la reducción en la disponibilidad de recursos pesqueros afectan a la población por distintas vías. Normalmente la caída en los desembarques o extracción de recursos se percibe, en una primera ronda, en la forma de reducción de los ingresos pesqueros, reducción en los niveles de actividad económica, reducción en los niveles de esfuerzo pesquero, y caídas en los niveles de ocupación generados por el sector pesquero. Es decir, todos efectos que están directamente asociados con la menor disponibilidad del recurso. Sin embargo, a su vez esta primera ronda de efectos, tiene consecuencias en una serie de otras variables socioeconómicas y políticas, que finalmente terminan impactando a la sociedad en su conjunto. Es decir, se genera, para efectos analíticos, una segunda ronda de efectos. Cabe mencionar aquí aspectos tan diversos como el impacto sobre la previsión social de las familias de los trabajadores del sector, el dinamismo en el desarrollo económico, las exportaciones locales, los niveles de consumo de las familias, las trayectorias laborales de los trabajadores y sus hijos, el bienestar general en las localidades y comunas donde el sector afectado es importante, la educación de los hijos de los trabajadores pesqueros, la paz social y la gobernabilidad, y el diseño de las políticas socioeconómicas y la gestión de las autoridades de turno (ver Quiñones *et al.*, 2003). Todos estos aspectos están relacionados con la reacción de los actores y consecuencias de los efectos de la primera ronda sobre el bienestar de las personas asociadas al sector pesquero. A continuación, se discuten estos efectos a la luz de lo que indican las experiencias de crisis previas en el sector pesquero de la zona Centro – Sur. La idea es analizar cuáles podrían ser el tipo de efectos esperados a partir del cambio climático global e identificar áreas que se requiere tener presente a la hora de generar políticas de prevención y mitigación.

Una primera lección que se extrae de las crisis pasadas es que normalmente estas afectan en forma diferenciada a distintos grupos de personas asociados al sector pesquero directa e indirectamente. Esta diferenciación se puede deber a varias razones. Primero, porque el recurso tiene más o menos importancia para distintos grupos de pescadores. Por ejemplo, los recursos y la intensidad con que se opera sobre los distintos recursos varía entre la flota artesanal e industrial, pero también al interior de estos segmentos puede haber una distribución heterogénea entre pescadores de distintas localidades, organizaciones, tipos de embarcaciones, etc. (Dresdner *et al.*, 2006). Segundo, existen diferencias por las características del empleo existente. Es diferente la actividad desplegada en la industria de procesamiento y la actividad extractiva; pero también depende si el trabajo es permanente, eventual, tiene contrato de trabajo o no, está asociado con beneficios de seguridad social o no, se desarrolla en una empresa grande o pequeña, y por el tipo de producto elaborado. Todos estos aspectos están relacionados con la forma e intensidad que sufrirán el impacto de la reducción en disponibilidad de un determinado recurso, pero también con la capacidad que tienen los trabajadores para sobrellevar las consecuencias de la crisis que se genera. Tercero, también se producirán diferencias de acuerdo con las características de los propios pescadores y sus familias. Es relevante si el trabajador es hombre o mujer, la edad que tiene, el tamaño del grupo familiar, la escolaridad y calificación que tiene en el trabajo, si pertenece o no a una organización gremial o sindical, etc. Estas características son relevantes tanto para la dimensión en que se percibirá el impacto de la crisis, como también por las posibilidades de mitigación de los efectos sobre el bienestar de la familia. Entonces, la caracterización e identificación de los distintos grupos laborales que participan en el sector pesquero es un paso crucial para evaluar los impactos sociales que podría tener una fuerte disminución de biomasa de los recursos pesqueros, así como para el diseño de programas de prevención y mitigación. Esto sugiere por una parte, la necesidad de contar con un eficiente sistema de recolección de información, monitoreo y análisis de las condiciones sociales de la población relevante (Quiñones *et al.*, 2003). Por otra

parte, es necesario tener claridad sobre cuáles son las necesidades que surgen en los distintos grupos para escoger/generar instrumentos de política que sean adecuados. Los programas de recuperación o reconversión laboral no deben aproximarse mediante un diseño y aplicación de un instrumento generado centralmente, sino más bien como la necesidad de una batería de instrumentos que genere oportunidades para diferentes grupos (Dresdner *et al.*, 2006).

Una segunda lección es que fuertes disminuciones de biomasa tendrán efectos económicos tales como la reducción en el ingreso de materia prima a las plantas, caída en la producción industrial, detrimento de los niveles de exportaciones, y reestructuración del sector. La reestructuración del sector surge porque las empresas intentan alcanzar niveles de operación que les permitan rentabilizar la inversión en naves, maquinarias, edificios, y equipos. Esto significa que ante un impacto negativo sobre la abundancia y/o disponibilidad de los recursos probablemente se vivirán procesos de racionalización y eventualmente de fusiones entre empresas y/o plantas. Ello naturalmente incidirá, entre otras cosas sobre los niveles de empleo pesquero. Un aspecto importante aprendido durante la crisis del jurel iniciada en 1997 (Quiñones *et al.*, 2003) es que la mirada respecto al efecto sobre el empleo no debe restringirse sólo al sector pesquero. La interacción que tiene este sector con otros sectores de la economía hace que los impactos negativos producidos por una disminución significativa de la biomasa sobre el sector pesquero se transmitan también hacia otros sectores en la forma de efectos indirectos e inducidos. Es decir, el impacto de la crisis se dejará sentir más allá de los límites del sector pesquero, y para efectos de evaluar correctamente este impacto se requiere ampliar la mirada para incluir las interrelaciones de este sector con el resto de la economía local o regional.

Una tercera lección es que la rapidez en la disponibilidad de información (fidedigna y completa) respecto a la ocurrencia de las crisis pesqueras y la cantidad de personas que eventualmente podrían ser impactadas es fundamental. Las instituciones han realizado esfuerzos para mejorar la colecta de información y coordinación entre ellas (por ejemplo SERNAPESCA, SUBPESCA, Intendencias Regionales), se ha incorporado en mayor grado a los distintos actores involucrados para mejorar la recolección de información de las personas afectadas y la determinación de los problemas más urgentes de resolver y poder dar una mejor priorización de estos. No obstante, se requiere aun mejorar substancialmente esta componente.

Una cuarta lección que se extrae de la revisión de las experiencias de crisis previas en el sector pesquero es que la preparación para una crisis involucra el desarrollo de sistemas de prevención y mitigación de crisis en una serie de planos tales como, implementar sistemas de información y monitoreo continuo no sólo de la evolución biológica de las especies, sino también de las condiciones sociales y económicas de los trabajadores pesqueros y sus familias; desarrollar la capacidad de interlocución de las autoridades con las organizaciones del sector y la generación de instancias de participación de los actores en el diseño de las políticas de prevención y mitigación; capacidad para responder a las demandas y suplementar las carencias o falta de cobertura que presenta la red de protección social formal para las familias afectadas. Es necesario tener organismos y autoridades con atribuciones y recursos para intervenir en forma oportuna, y eficaz ante crisis pesqueras. Estas necesidades han sido abordadas, en parte, con la creación del Fondo de Administración Pesquero, que entre otras disposiciones está orientado a financiar proyectos de investigación pesquera, de acuicultura, de fomento y desarrollo a la pesca artesanal, generación de programas de vigilancia, fiscalización y administración de las actividades pesqueras; generación de programas para los actuales trabajadores de las industrias pesqueras extractivas y de procesamiento, y para los trabajadores que fueron desplazados del sector producto de la entrada en vigencia de la Ley 19713, así como el financiamiento de proyectos de investigación sobre especies hidrobiológicas de importancia para la pesca recreativa,

restauración de hábitat y programas de promoción, fomento, administración, vigilancia y fiscalización de las actividades de pesca recreativa.

5. CONCLUSIONES

A pesar de que existe suficiente evidencia respecto de que el planeta está sufriendo un calentamiento global producido por el incremento de gases invernadero por acción antrópica (IPCC, 2007), aun existe mucha incerteza respecto del impacto del CCG (intensidad, velocidad) sobre los ecosistemas a escala regional o local. La incerteza incrementa notoriamente cuando se trata de predecir el futuro de las pesquerías frente al CCG.

Un primer elemento fundamental en el análisis, es reconocer que los sistemas socio-ecológicos dependientes de las pesquerías ya están sometidos a importantes factores de estrés tales como la sobre-explotación pesquera (Coll *et al.*, 2008; FAO, 2010) el aumento de las zonas hipóxicas a nivel mundial (Stramma *et al.*, 2010), la acidificación del océano (Doney *et al.*, 2009), la degradación de los hábitats y la contaminación (Brander *et al.*, 2010), la disminución de la biodiversidad (Worm *et al.*, 2006), y cambios en mercados (Arnason, 2006) entre otros. En muchos ecosistemas estos factores ya están interactuando sinérgicamente.

Perry *et al.* (2010a) han sugerido que sistemas sociales que enfrentan sistemas de alta variabilidad como los de surgencia y con especies que se reproducen muy rápidamente podrían tener mayores capacidades para ajustarse al estrés adicional del CCG, en comparación con sociedades que están focalizadas en especies de vida larga y que, por lo general, presentan menos variabilidad. Sin embargo, la vulnerabilidad de las comunidades depende de su exposición y sensibilidad al CCG, pero también depende de la habilidad de los individuos y/o el sistema para anticiparse y adaptarse, es decir depende del desarrollo de una gobernanza pesquera adecuada (Daw *et al.*, 2009). Por lo tanto, los países y personas más pobres son más vulnerables a los impactos del CCG, y en consecuencia, la vulnerabilidad de las pesquerías será probablemente mayor donde las pesquerías ya están sufriendo de sobreexplotación y sobrecapacidad (Allison *et al.*, 2005; Daw *et al.*, 2009).

Pesquerías administradas de manera sustentable, con una gobernanza participativa madura, y con instituciones sólidas tendrán mejores capacidades para la adaptación. Por lo tanto, el desafío para enfrentar el CCG desde la perspectiva de las pesquerías se traduce en continuar trabajando con más fuerza hacia lograr pesquerías sustentables y con altos niveles de equidad (Daw *et al.*, 2009).

En el caso chileno, y en particular de las pesquerías analizadas en este estudio, los recursos, con la excepción de la sardina común, presentan actualmente niveles importantes de sobre-explotación (Leal, Quiñones y Chávez, 2010). Las posibles razones por las cuales se llegó a esta situación son variadas y no generan consenso ni entre los administradores ni entre los científicos. Actualmente se está en un proceso de discusión de modificaciones importantes a la ley de pesca chilena gatilladas por la caducidad en diciembre de 2012 del actual sistema de cuotas individuales para la pesca industrial llamado Límite Máximo de Captura por Armador. Uno de los aspectos en discusión es el intento de modificar de manera significativa el proceso de toma de decisiones de las cuotas industriales más importantes, el cual es actualmente llevado a cabo por el Consejo Nacional de Pesca, un cuerpo colegiado con mayoría de los stakeholders procedentes de los sectores extractivos. Leal, Quiñones y Chávez (2010) demostraron que el Consejo Nacional de Pesca generalmente incrementaba las cuotas por sobre el consejo científico especialmente en las pesquerías de alta relevancia económica como la sardina común, anchoveta, jurel, y merluza común.

Las crisis del jurel 1997-2002 y la actual 2008-presente, al igual que la crisis de la merluza común (2003-presente) han obligado a mirar con detención el sistema de gobernanza Chileno, así como la solidez de su institucionalidad pública para la investigación y fiscalización. A pesar que estas materias están en discusión se espera

que el proyecto de ley que modifica la actual ley de pesca se procese durante todo el año 2012. El resultado final de este proceso de modificación legislativo es aun altamente incierto.

Por otra parte, el análisis de la crisis del jurel demostró que los diversos stakeholders tienen una capacidad adaptativa importante. El aprendizaje a partir de la experiencia de enfrentar la crisis del jurel (ver Tablas 8 y 9), permitió la generación de mecanismos e instrumentos que fueron claves para enfrentar posteriormente la crisis de la merluza común.

En base a los antecedentes revisados y considerando el estado de los recursos analizados, para incrementar la capacidad de adaptación al CCG en las pesquerías de la zona centro-sur de Chile, se presentan las siguientes recomendaciones, divididas en 3 componentes:

Componente de Gobernanza y Políticas Públicas:

- 1) mejorar los mecanismos existentes para la toma de decisiones respecto de medidas de manejo claves tales como las cuotas y regímenes de acceso;
- 2) disminuir las fuertes inequidades socio-económicas existentes al interior del sector pesquero;
- 3) aplicar de manera estricta el Código de Conducta para la Pesca Responsable;
- 4) incrementar el financiamiento para la investigación científica relevantes la sustentabilidad de las pesquerías y al CCG;
- 5) potenciar la institucionalidad pública en cuanto a sus capacidades de fiscalización e investigación;
- 6) potenciar las capacidades de la institucionalidad pública en sus capacidades para enfrentar crisis económico-sociales; y
- 7) fortalecer el “Estado de derecho” en las pesquerías nacionales, generando nuevos arreglos de gobernanza.

Componente poblaciones y comunidades biológicas:

- 1) administrar los recursos de manera sustentable de tal forma de tener pesquerías sanas;
- 2) eliminar la sobre-explotación en cualquiera de sus formas;
- 3) avanzar hacia la aplicación de un enfoque ecosistémico para el manejo pesquero;
- 4) disminuir la alteración del hábitat y la contaminación;
- 5) mantener la variabilidad genética de los stocks; y
- 6) proteger la heterogeneidad espacial o la subestructura geográfica de los recursos.

Componente epistemológica:

- 1) identificar y resolver los vacíos de conocimiento científico respecto de las poblaciones, la variabilidad ambiental y sus interacciones;
- 2) identificar y resolver los vacíos existentes acerca de la biología básica de los organismos objetivo relevante al impacto del cambio climático global;
- 3) explorar nuevos métodos de incorporación de la variabilidad ambiental en los modelos de evaluación uni y multiespecíficos;
- 4) incrementar el conocimiento respecto a la componente socio-económica de las pesquerías más importantes para comprender las posibilidades de adaptación al CCG, así como los riesgos y oportunidades emergentes;
- 5) disminuir las incertezas respecto del impacto del CCG sobre procesos físicos claves (o que pueden ser claves) en el Sistema de la Corriente de Humboldt; y
- 6) promover investigación acerca del impacto del CCG en el corto y mediano plazo, para contribuir a la identificación de puntos críticos en la vulnerabilidad y de esta forma proveer insumos para el desarrollo de políticas públicas de adaptación.

En resumen, ante las incertezas existentes respecto del posible impacto del cambio climático global sobre las pesquerías de la zona centro-sur de Chile es necesario hacer todos los esfuerzos posibles para reducir el estrés de las poblaciones y comunidades, lo cual permitirá disminuir la vulnerabilidad al CCG.

6. AGRADECIMIENTOS

Este reporte ha sido financiada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), así como por el Proyecto Anillos Soc-28, “Impactos sociales y ambientales del Cambio Climático global en la Región del Bío Bío: desafíos para la sostenibilidad del siglo XXI” (CONICYT, Chile).

7. REFERENCIAS

- Aceituno, P.** 1988: *On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate.* Mon. Wea. Rev., 116, 505-524.
- Aceituno, P. y Vidal, F.** 1990. *Variabilidad interanual en el caudal de ríos andinos en Chile central en relación con la temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial central.* Rev. Soc. Chilena de Ing. Hidráulica, 5, 7-19.
- Aguayo, M., y Young, Z.** 1982. *Determinación de los factores que han incidido en los cambios de la abundancia del recurso merluza común (Merluccius gayi gayi) en el periodo 1968-1981.* Informe Científico-Técnico Instituto de Fomento Pesquero, Chile, 79 pp.
- Aguayo, M. y Robotham, H.** 1984. *Dinámica Poblacional de Merluza Común (Merluccius gayi gayi) (Gadiformes-Merlucciidae).* Investigaciones Pesqueras. 31: 17-45.
- Aguayo, M. y Ojeda, V.** 1987. *Estudio de la edad y crecimiento de merluza común (Merluccius gayi gayi, Guichelot, 1848) (Gadiformes-Merlucciidae).* Investigaciones Pesqueras. 34: 99-112.
- Ahumada, R.** 1989. *Producción y destino de la biomasa fitoplanctónica en un sistema de bahías en Chile central: Una hipótesis.* Biología Pesquera, 18: 53 – 66.
- Ahumada, R., Chuecas, L.** 1979. *Algunas características hidrográficas de la Bahía Concepción (36°40' S; 73°02' W) y áreas adyacentes, Chile.* Gayana Miscelánea 8:1-56
- Ahumada, R., Rudolph, A. y Martinez, V.** 1983. *Circulation and fertility of waters in Conception Bay.* Estuarine, Coastal and Shelf Science 16: 95-105.
- Alarcón, R.** 1992. *Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común, Merluccius gayi gayi, Guichenot, 1848 (Gadiformes - Merlucciidae).* Informe de Práctica Profesional para optar al título de Biólogo. Universidad de Concepción, 69 pp.
- Alarcón, C., Cubillos, L. y Oyarzun, C.** 2004. *Influencia del tamaño de la hembra en la duración e intensidad de la actividad reproductiva de Merluccius gayi gayi en la zona centro-sur de Chile.* Investigaciones Marinas. Vol 32. N° 2. 59-69 pp.
- Alheit, J. y Bernal, P.** 1993. *Effects of physical and biological changes on the biomass yield of the Humboldt Current Ecosystem.* In: Sherman, K., Alexander, L. & Gold, B.(Eds.). Large Marine Ecosystems: stress, mitigation and sustainability. AAAS Press, Washington, DC. Pp. 53-68.
- Alheit, J. y Pitcher, T.J. (eds).** 1995. *Hake: Fisheries, Ecology and Markets.* Fish and Fisheries Series vol. 15, Chapman and Hall, London, 487pp
- Allison, E.H., Adger, W.N., Badjeck, M-C., Brown, K., Conway, D., Dulvy, N.K., Halls, A., Perry, A. y Reynolds, J.D.** 2005. *Effects of climate change on the sustainability of capture and enhancement fisheries important to the poor: analysis of the vulnerability and adaptability of Fisher folk living in poverty.* Fisheries Management Science Programme Project no. R4778J, MRAG, London. 160 pp.
- Allison, E., Beveridge, M.C.M. y van Brakel, M.** 2009. *Climate change, small-scale fisheries and smallholder aquaculture.* In: Fisheries, sustainability and development, pp. 109-122. Stockholm, Sweden, Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry. (disponible en www.ksla.se/sv/retrieve_file.asp?n=2099).

- Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M-C., Adger, N.W., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. y Dulvy, N.K. 2009. *Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries*. Fish and Fisheries 10: 173-196.
- Amín, M., Ramón, R., Marín, O. y Delpín, M. 1989. *Histología de los ovarios de Merluccius gayi gayi Guichenot, 1848, respecto al desove*. Bol. Soc. Biol. Concepción, Chile, 60: 25-34.
- Anabalón, V., Morales, C.E., Escribano, H.R. y Varas, M.A. 2007. *The contribution of nano- and micro-planktonic assemblages in the surface layer (0-30 m) under different hydrographic conditions in the upwelling area off Concepción, Central Chile*. Progress in Oceanography 75: 396-414.
- Arancibia, H. 1992. *Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile*. Biol. Pesq. 21, 43-53.
- Arancibia, H., Barros, M., Neira, S., Markaida, U., Yamashiro, C., Icochea, L., Salinas, C., Cubillos, L., Ibáñez, Ch., León, R., Pedraza, M., Acuña, E., Cortés, A. y Kesternich, V. 2007. *Informe Final Proyecto FIP 2005-38. Análisis del impacto de la jibia en las pesquerías chilenas de peces demersales*. Universidad de Concepción/Universidad Católica del Norte, 299 p. + Anexos.
- Arancibia, H. y Neira, S. 2008. *Overview of the Chilean hake (Merluccius gayi) stock, a biomass forecast, and the jumbo squid (Dosidicus gigas) predator-prey relationship off central Chile (33°S-39°S)*. CALCOFI Reports 49: 102-115.
- Arancibia, H., Cubillos, L., Arcos, D., Grechina, A. y Vilugrón, L. 1995. *The fishery of horse mackerel (Trachurus symmetricus murphyi) in the South Pacific Ocean, with notes on the fishery off central-southern Chile*. In: "International symposium on middle-sized pelagic fish", C. Bas, J. Castro y J. Lorenzo (Eds.), Scientia Marina, 59(3-4):589-596.
- Arcos, D. F., Wilson, R. E. 1984. *Upwelling and the distribution of chlorophyll-a within the Bay of Concepcion, Chile*. Estuarine Coastal Shelf Science 18: 25-35
- Arcos, D. y Navarro, N. 1986. *Análisis de un índice de surgencia para la zona de Talcahuano, Chile (Lat. 37°S)*. Invest. Pesq., 33, 91-98.
- Arcos, D., Cubillos, L. y Nuñez, S. 2001. *The jack mackerel fishery and El Niño 1997-1998 effects off Chile*. Progress in Oceanography 49: 597-617.
- Arcos, D., Cubillos, L. y Nuñez, S. 2004. *Efectos de El Niño 1997-1998 sobre las principales pesquerías pelágicas de la zona centro-sur de Chile*. Páginas 153-177, En: S. Avaria, J. Carrasco, J. Rutllant & E. Yañez, (eds.) El Niño-La Niña 1997-2000. Sus efectos en Chile. Valparaíso, Comité Oceanográfico Nacional, CONA, Chile.
- Arnason, R. 2006. *Global warming, small pelagic fisheries and risk*. Páginas 1-32, En: R. Hannesson, M. Barange, S. F. Herrick Jr. (Eds.). Climate change and the economics of the world's fisheries. New Horizons in Environmental Economics. Samuel F. IV. Series. Edward Elgas Publishing Limited, UK. 310 pp.
- Arrizaga, A. 1981. *Nuevos antecedentes biológicos para la sardina común, Clupea (Strangomera) bentincki Norman 1936*. Bol. Soc. Biol. Concepción 52, 5-66.
- Aviles, S., Aguayo, M., Inostroza, S.Y. y Cañón, J. 1979. *Merluza común Merluccius gayi (Guichenot). Teleostomi, Gadiformes, Merluccidae*. En: CORFO/IFOP (Chile) (Ed.) Estado Actual de las Principales Pesquerías Nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. I Peces. A 79-18. CORFO-IFOP, Santiago, pp. 89-132.
- Bakun, A. 1990. *Global climate change and intensification of coastal upwelling*. Science, 247: 198-201.
- Bakun, A. y Nelson, C.S. 1991. *The seasonal cycle of wind-stress curl in subtropical eastern boundary current regions*. Journal of Physical Oceanography. 21: 1815 – 1834.
- Bakun A. y Broad, K. 2003. *Environmental 'loopholes' and fish population dynamics: Comparative pattern recognition with focus on El Niño effects in the Pacific*. Fish. Oceanogr. 12(4-5):458-473.

- Bakun, A., Csirke, J., Lluch-Belda, D. y Steer-Ruiz, R. 1999. *The Pacific Central American Coastal LME*. In: Q. Tang & K. Sherman (eds.). Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim: Assessment, Sustainability and Management. Blackwell Science, Inc., Malden, MA. 465 p.
- Barange, M. y Perry, R.I. 2009. *Physical and ecological impacts of climate change relevant to marine and inland capture fisheries and aquaculture*. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds). Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp. 7-106.
- Barber R.T., y Chávez, F. 1983. *Biological consequences of El Niño*. Science 222:1203-1210.
- Behrenfeld, M.J., O'Malley, R.T.O., Siegel, D.A., McClain, C.R., Sarmiento, J.L., Feldman, G.C., Milligan, A.J., Falkowski, P.G., Letelier, R.M. y Boss, E.S. 2006. *Climate-driven trends in contemporary ocean productivity*. Nature, 444: 752-755.
- Behrenfeld, M.J. y Falkowski, P.G. 1997. *A consumer's guide to phytoplankton primary production models*. Limnology and Oceanography, 42: 1479-1491.
- Bengtsson, L., Hodges, K.I. y Roeckner, E. 2006. *Storm tracks and climate change*. J Climate 19: 3518-3543.
- Batteen, M.L., Hu, C.-P., Bacon, J.L. y Nelson, C.S. 1995. *A numerical study of the effects of wind forcing on the Chile Current System*. Journal of Oceanography 51: 585-614.
- Bernal, R., Balbontín, F. y Rojas, O. 1997. *Patrones de distribución de huevos y larvas de Merluccius gayi gayi en la costa de Chile y factores ambientales asociados*. Rev. Biol. Mar. Inst. Oceanog. Univ. Valparaíso. 32(1): 45-66.
- Bertrand, A., Ballón, M. y Chaigneau, A. 2010. *Acoustic Observation of Living Organisms Reveals the Upper Limit of the Oxygen Minimum Zone*. PLoS ONE 5(4): e10330. doi:10.1371/journal.pone.0010330
- Böttjer, D. y Morales, C.E. 2007. *Nanoplanktonic assemblages in the upwelling area off Concepción (36 S), central Chile: abundance, biomass, and grazing potential during the annual cycle*. Progress in Oceanography 75: 415-434.
- Bown, F., Rivera, A. y Acuña, C. 2008. *Recent glacier variations at the Aconcagua basin, central Chilean Andes*. Annals of Glaciology, 48: 43-48.
- Brander, K. 2007. *Global fish production and climate change*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 104: 19709-19714.
- Brander, K., Botsford, L.W., Ciannelli, L., Fogarty, M.J., Heath, M., Planque, B., Shannon, L.J. y Wieland, K. 2010. *Human impacts on marine ecosystems*. Páginas 41-71, En: Marine Ecosystems and Global Change. Edited by Barange M, Field J, Harris R, Hofmann E, Perry RI, Werner F. Oxford: Oxford University Press:41-71.
- Cáceres, M. 1992. *Vórtices y filamentos observados en imágenes satelitales frente al área de surgencia de Talcahuano, Chile central*. Invest. Pesq. (Chile) 37, 55-66.
- Caddy, J.F. 2007. *Marine Habitat and Cover. Their Importance for Productive Coastal Fishery Resources*. UNESCO Publishing, France, 253 pp.
- Calienes, R., Guillén, O. y Lostaunau, N. 1985. *Variabilidad Espacio-Temporal de Clorofila. Producción Primaria y Nutrientes frente a la Costa Peruana*. Boletín del Instituto del Mar del Perú 10 (1):6-12.
- Carrasco, S., y Santander, H. 1987. *The El Niño event and its influence on the Zooplankton off Peru*. Journal of Geophysical Research 92(C13):14405-14410
- Carr, M.E. 2002. *Estimation of potential productivity in eastern boundary currents using remote sensing*. Deep-Sea Research II 49, 59-80.
- Castillo, C. 2010. *Asignación de Cuotas de Captura para la Pesca Artesanal de Sardina y Anchoqueta de la Octava Región del Bío Bío – Chile usando Modelo de Programación Multicriterio*. Tesis para optar al grado de Magíster en Economía de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Departamento de Economía, Universidad de Concepción, Concepción, Chile.

- Castillo J., Saavedra, A., Gálvez, P., Espejo, M., Barbieri, M., Nuñez, S., Ortiz, J., Brito, S., Gili, R., Rebolledo, H., Cubillos, L. y Bustos, L. 2005. *Evaluación Hidroacústica Reclutamiento anchoveta y sardina común entre V y X Regiones, 2004*. Informe Final Proyecto FIP 2004-05. IFOP. 481 pp. + Figuras y Anexos.
- Castro-González, M. y Farías, L. 2004. *N₂O recycling at the core of the oxygen minimum zone off northern Chile*. *Mar Ecol Prog Ser* 280:1-11.
- Cerna, J.F. y Oyarzun, C. 1998. *Talla de primera madurez sexual y fecundidad parcial en la merluza común Merluccius gayi (Guichenot, 1848) del área de la pesquería industrial de la zona de Talcahuano, Chile*. *Investigaciones Marinas*, 26: 31-40.
- Chaigneau, A. y Pizarro, O. 2005. *Eddy characteristics in the eastern South Pacific*. *J. Geophys. Res.* 110 (C06005). doi:10.1029/2004JC002815.
- Chavez, F.P. y Barber, R.T. 1987. *An estimate of new production in the equatorial Pacific*. *Deep-Sea Research*, 34, 1229-1243.
- Chavez, F.P., Barber, R.T. y Sanderson, M.P. 1989. *The potential primary production of the peruvian upwelling ecosystem, 1953-1984*. In: *ICLARM Conference Proceedings Series, 18* (eds. D. Pauly, H. Salzwedel, P. Muck, and J. Mendo), Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GmbH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines, pp. 50-63.
- Chavez, F.P. 1996. *Forcing and biological impact of onset of the 1992 El Niño in central California*. *Geophysical Research Letters* 23, 265-268.
- Chávez, F., Ryan, J., Lluch-Cota, S. y Ñiquen, M. 2003. *From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean*. *Science* 299: 217-221.
- Cheung, W.W.L., Close, C., Lam, V., Watson, R. y Pauly, D. 2008. *Application of macroecological theory to predict effects of climate change on global fisheries potential*. *Marine Ecology Progress Series*, 365, 187-197.
- Cheung W.W.L., Lam, V.W.Y. y Pauly, D. 2008. *Dynamic bioclimate envelope model to predict climate-induced changes in distribution of marine fishes and invertebrates*. In: *Modelling Present and Climate-Shifted Distributions of Marine Fishes and Invertebrates*. Fisheries Centre Research Reports 16(3) (Eds. Cheung WWL, Lam VWY, Pauly D), pp. 5-50. University of British Columbia, Vancouver.
- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R. y Pauly, D. 2009. *Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios*. *Fish and Fisheries*, 10: 235-251.
- Cheung, W.W.L., Lam, V.W.Y., Sarmiento, J.L., Kearney, K., Watson, R., Zeller, D. y Pauly, D. 2010. *Large-scale redistribution of maximum fisheries catch potential in the global ocean under climate change*. *Global Change Biology*, 16: 24-35.
- Cochrane, K., De Young, C., Soto, D. y Bahri, T. (eds). 2009. *Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. 212p.
- Coll, M., Libralato, S., Tudela, S., Palomera, I. y Pranovi, F. 2008. *Ecosystem overfishing in the ocean*. *PLoS One*, 3:e3881 doi: 10.1371/journal.pone.0003881.
- Correa-Ramírez, M., Hormazabal, S. y Yuras, G. 2007. *Mesoscale eddies and high chlorophyll concentrations off central Chile (29°-39°S)*. *Geophysical Research Letters*, 34, L12604, doi:10.1029/2007GL029541.
- Coutant, C. 1976. *Thermal effects on fish ecology*. In: *Encyclopedia of Environmental Science and Engineering*. NY: Gordon and Breach Publishers. p. 891-896.
- Cubillos, L. y Arancibia, H. 1992. *Evaluación del recurso merluza común (Merluccius gayi) de la zona centro-sur de Chile por Análisis de Reducción de Stock*. *Revista Biología Pesquera* 21:15-19.
- Cubillos, L. y Arcos, D. 2002. *Recruitment of common sardine (Strangomera bentincki) and anchovy (Engraulis ringens) off central-south Chile in the 1990s and the impact of the 1997-1998 El Niño*. *Aquatic Living Resources* 15: 87-94.

- Cubillos, L., Castro, L. y Oyarzún, C. 2005. *Evaluación de stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2004*. Informe Final. Proyecto FIP 2004- 03, Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 130 pp. 1-130.
- Cubillos, L., Arancibia, H., Nuñez, S., Alarcón, R., Vilugrón, L., Valenzuela, G., Arcos, D., Olea, J., Velásquez, L., Barrueto, C., Hernández, A. y Veloso, C. 1994. *Evaluación indirecta del stock de sardina común en la VIII Región*. Instituto de Investigación Pesquera. Informe Final Proyecto FIP 019-93. 227 Pág. + Anexos.
- Cubillos, L., Canales, M., Hernández, A., Bucarey, D., Vilugrón, L. y Miranda, L. 1998. *Poder de pesca, esfuerzo de pesca y cambios estacionales e interanuales en la abundancia relativa de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el área frente a Talcahuano, Chile (1990-97)*. Invest. Mar. Valparaíso, 26:3-14.
- Cubillos, L., Arcos, D., Canales, M. y Bucarey, D. 2001. *Seasonal growth of small pelagic fish off Talcahuano (37°S-73°W), Chile: a consequence of their reproductive strategy to seasonal upwelling?* Aquatic Living Resources 14: 115-124.
- Cubillos, L.A., Bucarey, D. y Canales, M. 2002. *Monthly abundance estimation for common sardine *Strangomera bentincki* and anchovy *Engraulis ringens* in the central-south Chile (34-40°S)*. Fisheries Research 57: 117-130.
- Cubillos, L.A., Rebolledo, H. y Hernández, A. 2003. *Prey composition and estimation of Q/B for the Chilean hake, *Merluccius gayi* (Gadiformes-Merluccidae), in the central-south area off Chile (34°-40°S)*. Arch. Fish. Mar. Res. 50(3):271-286.
- Cubillos, L., Castro, L., Claramunt, G. y Oyarzún, C. 2006. *Evaluación de stock desovante de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2005*. Informe Final. Proyecto FIP 2005- 02, Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 147 pp.
- Cubillos, L.A., Paramo, J., Ruiz, P., Nuñez, S. y Sepúlveda, A. 2008. *The spatial structure of the oceanic spawning of jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off central Chile (1998-2001)*. Fisheries Research 90: 261-270.
- Cury, P., Bakun, A., Crawford, R.J.M., Jarre-Teichmann, A., Quiñones, R.A., Shannon, L.J. y Verheye, H.M. 2000. *Small pelagics in upwelling systems: patterns of interaction and structural changes in "wasp-waist" ecosystems*. ICES Journal of Marine Science 57(3): 603-618.
- Daneri, G., Dellarossa, V., Quiñones, R., Jacob, B., Montero, P. y Ulloa, O. 2000. *Primary production and community respiration in the Humboldt Current System off Chile and associated oceanic areas*. Marine Ecology Progress Series 197: 41-49.
- Daneri, G.H., Castro, L., Escribano, R., Fariás, L., González, H., Morales, C., y O. Pizarro. 2006. *Monitoreo de las condiciones bio-oceanográficas en la VIII Región, año 2005*. Informe Final Proyecto FIP 2005-01. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile. 104 pp.
- Darnaude, A.M., Salen-Picard, C., Polunin, N.V.C. y Harmelin-Vivien, M.L. 2004. *Trophodynamic linkage between river runoff and coastal fishery yield elucidated by stable isotope data in the Gulf of Lions (NW Mediterranean)*. Oecología 138: 325-332
- Davila, P. 2002. *Variabilidad espacio-temporal de la Corriente del Cabo de Hornos*. Tesis para optar al Grado de Doctorado en Oceanografía, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción, Chile.
- Daw, T., Adger, W.N., Brown, K. y Badjeck, M.-C. 2009. *Climate change and capture fisheries: potential impacts, adaptation and mitigation*. In K. Cochrane, C. De Young, D. Soto and T. Bahri (eds). Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. pp.107-150.
- Doney, S.C., Fabry, V.J., Feely, R.A. y Kleypas, J.A. 2009. *Ocean acidification: the other CO2 problem*. Annu Rev Mar Sci 1:169-192.

- Dresdner, J., Barriga, O., Chávez, C., Henríquez, G., Cubillos, L., González, N., Hernández, A. y Baquedano, M. 2006. "Evaluación Socioeconómica de la Implementación del Régimen Artesanal de Extracción (RAE), en la Pesquería de la Merluza Común", año 2005. Informe Final Proyecto FIP 2004-49, Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile.
- Dresdner, J., Chávez, C., Villena, M., Henríquez, G., Baquedano, M., Campos, N., González, N., Salazar, C. y Sobenes, C. 2007. *Evaluación del Impacto de la Aplicación de LMCA en la Estructura de la Industria Extractiva Industrial, en una Perspectiva Histórica*. Informe Final Proyecto FIP 2005-23, Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile.
- Dulvy, N.K., Reynolds, J.D., Pilling, G., Pinnegar, J.K., Scutt Phillips, J., Allison, E.H. y Badjeck, M.C. 2011 *Fisheries management and governance challenges in a climate change*. In "The economics of adapting fisheries to climate change". (Ed. OECD) pp. 31-88. (Organisation for Economic Cooperation and Development Publishing).
- Eissler, Y. y Quiñones, R.A. 1999. Microplanktonic respiration off northern Chile during El Niño 1997-1998. *J Plankton Res* 21:2263-2283
- Eissler, Y., Letelier, J., Cuevas, A., Morales, C.E. y Escribano, R. 2010. *The microbial community in the coastal upwelling system off Concepción, Chile, 36°S, 2002-2003 period*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45: 1-18.
- Elizarov, A., Grechina, A., Kotenev, B. y Kuzetsov, A. 1993. *Peruvian jack mackerel, Trachurus symmetricus murphyi, in the open waters of the South Pacific*. *Journal of Ichthyology*, 33: 86-104.
- Escribano, R. 1998. *Population dynamics of Calanus chilensis from northern Chile*. *Fish Oceanogr* 7:245-251.
- Escribano, R. y Hidalgo, P. 2000. *Spatial distribution of copepods during coastal upwelling in a northern area of the Eastern Boundary Humboldt Current*. *J Mar Biol Assoc UK* 80(2):283-290.
- Escribano, R., Marín, V. y Irribarren, C. 2000. *Distribution of Euphausia mucronata at the upwelling area of Peninsula Mejillones: The influence of the oxygen minimum layer*. *Scientia Marina* 64:69-77.
- Escribano, R., Daneri, D., Farías, L., Gallardo, V.A., González, H.E., Gutiérrez, D., Lange, C., Morales, C.E., Pizarro, O., Ulloa, O. y Braun, M. 2004. *Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in the Chilean coastal upwelling system: A synthesis*. *Deep Sea Res., Part II*, 51, 2389-2411.
- Escribano, R., Castro, L., Daneri, G., Farías, L., González, H., Morales, C., Pizarro, O. y S. Rosales. 2005. *Monitoreo de las Condiciones Bio-Oceanográficas en la VIII Región, AÑO 2004*. Informe Final Proyecto FIP N°2004-20. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 154 pp.
- Falvey, M. y Garreaud, R. 2009. *Regional cooling in a warming world: recent temperature trends in the SE Pacific and along the west coast of subtropical South America (1979-2006)*. *J. Geophys. Res.*, 114, D04102, doi:10.1029/2008JD010519.
- FAO. 2005. *Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security*. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 10. Rome, FAO. 79 p.
- FAO. 2010. *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2010*. Departamento de Pesca y Acuicultura de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. FAO, Roma, 2010. 219 pp.
- Farías, L., Graco, M. y Ulloa, O. 2004. *Temporal variability of nitrogen cycling in continental-shelf sediments of the upwelling ecosystem off central Chile*. *Deep Sea Res II* 51: 2491-2505.
- Farías, L., Paulmier, A. y Gallegos, M. 2007. *Nitrous oxide and N-nutrient cycling in the oxygen minimum zone off northern Chile*. *Deep-Sea Res Pt I* 54:164-180.

- Figueroa, D. y Quiñones, R.A.** 1997. *Cambio global y dinámica del Pacífico oriental suraustral costero*. In: E. Tarifeño (ed.). Gestión de sistemas oceanográficos del Pacífico oriental. Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO. IOC/INF – 1046: 253-258.
- Figueroa, D. y Moffat, C.** 2000. *On the influence of topography in the induction of coastal upwelling along the Chilean coast*. Geophys Res Lett 27, 3905-3908.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P y Norberg, J.** 2005. *Adaptive Governance of Social-Ecological Systems*. Annual Review of Environment and Resources 30: 441-473
- Fonseca, T. y Farías, M.** 1987. *Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota*. Inv Pesq 34:33-46.
- Fossing, H., Gallardo, V.A., Jørgensen, B.B., Huettel, M., Nielsen, L.P., Schultz, H., Berninger, U., Foster, S., Glud, R., Gundersen, J., Kuever, J., Ramsing, N.B., Teske, A. y Ulloa, O.** 1995. *Concentration and transport of nitrate by the mat-forming sulphur bacterium Thioploca*. Nature (London) 374:713-715.
- Fuenzalida, H.** 1982. *Un país de extremos climáticos*. En: Chile: Esencia y Evolución, edited by H. García, pp. 27-35, Inst. de Estud. Reg., Universidad de Chile, Chile.
- Fuenzalida, H., Aceituno, P., Falvey, M., Garreaud, R., Rojas, M. y Sanchez, R.** 2007. *Estudio de Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI: Cambios Climáticos Regionales para fines del siglo XXI obtenido mediante el modelo PRECIS*. Reporte Técnico financiado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA) y realizado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Disponible on-line at www.dgf.uchile.cl/PRECIS (August 2007).
- Fuenzalida, R., Schneider, W., Garcés-Vargas, J., Bravo, L. y Lange, C.** 2009a. *Vertical and horizontal extension of the oxygen minimum zone in the eastern South Pacific Ocean*. Deep Sea Research II 56: 992-1003.
- Fuenzalida, R., Escribano, R., Oliva, M., Garcés-Vargas, J., Rosales, S., Claramunt, G., Morales, C., Herrera, L., Santander, E., Rojo, M., Pizarro, P., Carrasco, C., Moreno, P. y Azocar, C.** 2009b. *Efectos de la variabilidad de la capa de mínimo de oxígeno (CMO) en la distribución y la abundancia de los principales recursos pesqueros de la zona norte*. Informe Final, Proyecto Fondo de Investigación Pesquera FIP N° 2007-45, Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Chile. 218 pp.
- Furet, L.R. y Lépéz, M.I.** 1984. *Ciclo reproductivo de Merluccius gayi gayi (Guichenot, 1848), mediante estudio histológico de las gónadas*. Mem. Asoc. Latinoam. Acuicult., 5 (3): 589-597.
- Gallardo, V.A.** 1963. *Notas sobre la densidad de la fauna bentónica en el sublitoral del norte de Chile*. Gayana 10:3-15.
- Gallardo, V.A.** 1977. *Large benthic microbial communities in sulphide biota under the Peru-Chile subsurface countercurrent*. Nature 268: 331-332.
- Gallardo, V.A.** 1985. *Efectos del fenómeno de "el Niño" sobre el bentos sublitoral frente a Concepcion, Chile*. In: Arntz, W.A., Landa, A. y Tarazona, J. (Eds.), "El Niño": su Impacto en la Fauna Marina. Boletín Instituto del Mar del Perú (edición especial) Callao, Perú, pp. 79-85.
- Gallardo, V.A., Carrasco, F.D., Roa, R., Quiñones, R., Ulloa, O., Cañete, J.I., Mesias, J.K., Sobarzo, M., Pineda, V. y Baltazar, M.** 1996. *Benthic detoxification by a bacterial biomat (Thioploca spp.)? Observations on the recruitment of the squat lobster (Pleuroncodes monodon) off central Chile*. 9th Southern African Marine Science Symposium, University of Cape Town (Abstracts Book), p 65.
- Gatica, C. y Cubillos, L.** 2004. *Análisis talla-estructurado de los cambios de abundancias en Merluccius gayi gayi entre 1992 y 2000*. Invest. Mar. 32(1): 71-87 pp.
- Gatica, C., Quiñones, R.A., Figueroa, D., Wiff, R., Navarro, E. y Donoso, M.** 2009. *Asociación entre la Corriente de Deriva de los Vientos del Oeste y la abundancia relativa del pez espada (Xiphias gladius) frente a la costa de Chile*. Latin American Journal of Aquatic Research 37(1), 97-105.

- Gálvez, M. y Rebolledo, H. 2005. *Estimating codend size selectivity of bottom trawl net in Chilean hake (Merluccius gayi gayi) fishery*. Invest. Mar. 33(2): 151-165 pp.
- Garreaud, R. y Muñoz, R. 2005. *The low-level jet off the subtropical west coast of South America: structure and variability*. Mon Wea Rev 133: 2246-2261.
- Garreaud, R. y Falvey, M. 2009. *The coastal winds off western subtropical South America in future climate scenarios*. Int. J. Climatol., 29: 543-554.
- González, H.E., Pantoja, S., Iriarte, J. y Bernal, P. 1989. *Winter-spring variability of size-fractionated autotrophic biomass in Concepción Bay, Chile*. Journal of Plankton Research 11, 1157-1167.
- González H.E., Daneri, G., Figueroa, D., Iriarte, L., Lefevre, N., Pizarro, G., Quiñones, R.A., Sobarzo, M., y Troncoso, A. 1998. *Producción primaria y su destino en la trama trófica pelágica y océano profundo e intercambio océano-atmósfera de CO₂ en la zona norte de la corriente de Humboldt (23°S): posibles efectos del evento El Niño 1997-1998*. Revista Chilena de Historia Natural 71:429-458.
- González, H.E., Menschel, E., Aparicio, C. y Barría, C. 2007. *Spatial and temporal variability of microplankton and detritus, and their export to shelf sediments in the upwelling area off Concepcion, Chile (36°S), during 2002-2005*. Prog Oceanogr 75:435-451.
- González, R.R. y Quiñones, R. A. 2000. *Pyruvate oxidoreductases involved in glycolytic anaerobic metabolism of polychaetes from the continental shelf off central-south Chile*. Estuarine Coastal and Shelf Science 51: 507-519.
- González, R.R. y Quiñones, R.A. 2002. *LDH activity in Euphausia mucronata and Calanus chilensis: implications for vertical migration behaviour*. Journal of Plankton Research 24(12):1349-1356.
- Gómez, F., Claustre, H., Raimbault, P. y Souissi, S. 2007. *Two High-Nutrient Low-Chlorophyll phytoplankton assemblages: the tropical central Pacific and the offshore Perú-Chile Current*. Biogeosciences 4:1101-1113.
- Goubanova, K., Echevín, V., Dewitte, B., Codron, F., Takahashi, K., Terray, P. y Vrac, M. 2010. *Statistical downscaling of sea-surface wind over the Peru-Chile upwelling region: diagnosing the impact of climate change from the IPSL-CM4 model*. Clim Dyn DOI 10.1007/s00382-010-0824-0.
- Graco, M., Farías, L., Molina, V., Gutiérrez, D., y Peter Nielsen, L. 2001. *Massive developments of microbial mats following phytoplankton blooms in a naturally eutrophic bay: Implications for nitrogen cycling*. Limnol. Oceanogr., 46(4), 2001, 821-832.
- Graco, M., Gutiérrez, D. y Farías, L. 2006. *Interannual variability of the pelagic-benthic coupling in the upwelling system off central Chile*. Adv. Geosci. 6: 127-132.
- Grados, M.C. 1988. *Variabilidad del régimen hídrico del codo Peruano-Chileno*. Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sud-este. Número especial. Rev. Comisión Permanente del Pacífico Sur: 95-104.
- Gregory, J.M., Church, J.A., Boer, G.J., Dixon, K.W., Flato, G.M., Jaxkett, D.R., Lowe, J.A., O'Farrel, S.P., Roeckner, E., Russel, G.L., Souffer, R.J. y Winton, M. 2001. *Comparison of results from several AOGCMs for global and regional sea-level change 1900-2100*. Climate Dynamics 18: 225-240.
- Grob, C., Quiñones, R.A. y Figueroa, D. 2003. *Cuantificación del transporte superficial de agua costa-océano en la zona centro-sur de Chile (35.5-37.5°S)*. Gayana 67 (1): 55-67.
- Grunewald, A.C., Morales, C.E., González, H.E., Sylvester, C. y Castro, L.R. 2002. *Grazing impact of copepod assemblages and gravitational flux in coastal and oceanic waters off central Chile during two contrasting seasons*. J Plankton Res 24(1):55-67.
- Gutiérrez, D., Gallardo, V.A., Mayor, S., Neira, C., Vásquez, C., Sellanes, J., Rivas, M., Soto, A., Carrasco, F. y Baltazar, M. 2000. *Effects of dissolved oxygen and fresh organic matter on the bioturbation potential of macrofauna in sublittoral bottoms off Central Chile, during the 1997-98 El Niño*. Marine Ecology Progress Series 202: 81-99.

- Gutiérrez, D., Gallardo, V.A., Levin, L., Quipúzcoa, L., y Solís, J. 2002. *Biomass and bioturbation responses of macrobenthos during El Niño 1997-1998 in Continental Margin Sediments off the Southeastern Pacific*. Investigaciones Marinas 30 (1):144-145.
- Hegerl, G.C., Zwiers, F.W., Braconnot, P., Gillett, N.P., Luo, Y., Marengo Orsini, J.A., Nicholls, N., Penner, J.E. y Stott, P.A. 2007. *Understanding and attributing climate change*. In Climate Change 2007, edited by S. Solomon et al., pp. 663-745, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Hernández-Miranda, E., Quiñones, R.A., Aedo, G., Valenzuela, A., Mermoud, N., Román, C. y Yañez, F. 2010. *A major fish stranding caused by a natural hypoxic event in a shallow bay of the eastern South Pacific Ocean*. Journal of Fish Biology 76, 1543-1564.
- Hernández-Miranda, E., Veas, R., Labra, F.A., Salamanca, M. y Quiñones, R.A. 2012. *Response of the epibenthic macrofaunal community to a strong upwelling-driven hypoxic event in a shallow bay of the southern Humboldt Current System*. Marine Environmental Research 79: 16-28.
- Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C.D. 2007. *Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification*. Science, 318: 1737-1742.
- Hormazabal, S., Shaffer, G., Letelier, J. y Ulloa, O. 2001. *Local and remote forcing of sea surface temperature in the coastal upwelling system off Chile*. J. Geophys. Res., 106, 16,657-16,671.
- Hormazabal, S., Núñez, S., Arcos, D. Espindola, F. y Yuras, G. 2004. *Mesoscale eddies and pelagic fishery off central Chile (33-40°S)*. Gayana 68: 291-296.
- Hughes, T.P., Baird, A.H. y Bellwood, D.R. 2003. *Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs*. Science, 301: 929-933.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Vol. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. 2007. *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza. 104 pp.
- Jarre-Teichmann, A. 1998. *The potential role of mass balance models for the management of upwelling ecosystems*. Ecological Applications, 8(1) Suppl.: 93-103.
- Jarre-Teichmann, A., Shannon, L., Moloney, C. y Wickens, P. 1998. *Comparing trophic flows in the Southern Benguela to those in other upwelling ecosystems*. S. Afr. J. mar. Sci., 19: 391-414.
- Johnson, J.E. y Welch, D.J. 2010. *Marine Fisheries Management in a Changing Climate: A Review of Vulnerability and Future Options*. Reviews in Fisheries Science 18(1):106-124.
- Kelleher, K. 2005. *Discards in the world's marine fisheries. An update*. FAO Fisheries Technical Paper. No. 470. Rome, FAO. 131p.
- Leal, C.P., Quiñones, R.A. y Chávez, C. 2010. *What factors affect the decision making process when setting TACs?: The case of Chilean fisheries*. Marine Policy 34:1183-1195.
- Lehodey, P., Alheit, J., Barange, M., Baumgartner, T., Beaugrand, G., Drinkwater, K., Fromentin, J.M. 2006. *Climate variability, fish, and fisheries*. Journal of Climate, 19: 5009-5030.
- Letelier, J., Pizarro, O. y Nuñez, S. 2009. *Seasonal variability of coastal upwelling and the upwelling front off central Chile*. J Geophys Res 114, C12009, doi:10.1029/2008JC005171.
- Leth, O. 2000. *Ocean circulation in the Eastern South Pacific: an observational and numerical modelling study*. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Ph. D. at the Niels Bohr Institute for Astronomy, Physics and Geophysics. Faculty of Science. University of Copenhagen. 175 pp.
- Leth, O. y Middleton, J.F. 2004. *A mechanism for enhanced upwelling off central Chile: Eddy advection*. J Geophys Res 109:C12020. Doi:10.1029/ 2003JC002129.

- Leth, O. y Shaffer, G. 2001. *A numerical study of the seasonal variability in the circulation off central Chile*. J Geophys Res 106(C10): 22229-22248.
- Levin, L.A. 2002. *Deep-Ocean Life Where Oxygen Is Scarce*. American Scientist 90:436-444.
- Levin, L.A. 2003. *Oxygen minimum zone benthos: adaptations and community responses to hypoxia*. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review 41: 1-45.
- Levin, L.A., Ekau, W., Gooday, A.J., Jorissen, F., Middelburg, J.J., Naqvi, S.W.A., Neira, C., Rabalais, N.N. y Zhang, J. 2009. *Effects of natural and human-induced hypoxia on coastal benthos*. Biogeosciences 6: 2063-2098.
- Lillo, S., Olivares, J., Braun, M., Núñez, S., Saavedra, A., Saavedra, J. y Molina, E. 2006. *Evaluación hidroacústica de merluza común, año 2005*. Instituto de Fomento Pesquero. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. FIP N° 2005-05. 648 pp.
- Llanos-Rivera, A. 2005. *Variabilidad en las características de los estadios tempranos de *Engraulis ringens* entre zonas de desoves a lo largo de Chile*. Tesis Doctoral en Ciencias Biológicas, Área Zoología, Universidad de Concepción, Concepción, 154 pp.
- Lloret, J., Palomera, I., Salat, J. y Solé, I. 2004. *Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebre River delta (northwestern Mediterranean)*. Fisheries Oceanography 13 (2):102-110.
- Lluch-Belda, D., Hernández-Vázquez, S., Lluch-Cota, D.B., Salinas-Zavala, C.A. y Schwartzlose, R.A. 1992. *The recovery of the California sardine as related to global change*. Calif. Coop. Oceanic Fish. Inv. Rep. 33: 50-59.
- Marra, J., Ho, C. y Trees, C.C. 2003. *An Algorithm for the Calculation of Primary Productivity from Remote Sensing Data*. Lamont- Doherty Earth Obs., Palisades, NY.
- Marshall, G.J. 2003. *Trends in the Southern Annular Mode from observations and reanalyses*. J. Climate, 16: 4134-4143. doi:10.1175/1520-0442(2003)016 <4134:TITSAM>2.0.CO;2.
- Martín, P., Bahamon, N., Sabates, A., Maynou, F., Sanchez, P. y Demestre, M. 2008. *European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) landings and environmental conditions on the Catalan Coast (NW Mediterranean) during 2000-2005*. Hydrobiologia (2008) 612:185-199.
- Meehl, G.A., Stocker, T.F., Collins, W.D., Friedlingstein, P., Gaye, A.T., Gregory, J.M., Kitoh, A., Knutti, R., Murphy, J.M., Noda, A., Raper, S.C.B., Watterson, I.G., Weaver, A.J. y Zhao, Z.-C. 2007. *Global Climate Projections*. In: *Climate Change 2007*. Edited by S. Solomon et al., pp. 749-845, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K.
- Mesias, J.M., Mantano, R.P. y Strub, P.T. 2003. *Dynamical analysis of the upwelling circulation off central Chile*. J Geophys Res 108(C3):3085. Doi:10.1029/2001JC001135.
- Montecino, V. y Quiroz, D. 2000. *Specific primary production and phytoplankton cell size structure in an upwelling area off the coast of Chile (30°S)*. Aquatic Science 62, 364-380.
- Montecino, V., Astoreca, R., Alarcón, G., Retamal, L. y Pizarro, G. 2004. *Bio-optical characteristics and primary productivity during upwelling and non-upwelling conditions in a highly productive coastal ecosystem off central Chile (~36°S)*. Deep-Sea Res Pt II 51(20-21):2413-2426.
- Montecino, V., Strub, T.P., Chávez, F., Thomas, A., Tarazona, J. y Baumgartner, T. 2006. *Biophysical interactions off western South-America, Chp 10*. In: Robinson AR, Brink KH (ed) *The Sea*, vol 14. Harvard Univ Press, Cambridge.
- Montecinos, A., Garreaud, R. y Aceituno, P. 2000. *Interdecadal rainfall variability in subtropical South America and its relationship with tropical Pacific SST*. In: Proc. Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography, Santiago, Chile. Amer. Meteor. Soc., 67-68.
- Montecinos, A., Purca, S. y Pizarro, O. 2003. *Interannual-to-interdecadal SST variability along the western coast of South America*. Geophys. Res. Lett., 30,1570, doi:10.1029/2001GL013717.

- Montecinos, A., Garreaud, R. y Aceituno, P. 2000. *Interdecadal rainfall variability in subtropical South America and its relationship with tropical Pacific SST*. Proc. Sixth International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography. Santiago, Chile. Amer. Meteor. Soc., 67-68.
- Montecinos, A., Leth, O. y Pizarro, O. 2007. *Wind-driven interdecadal variability in the eastern tropical and South Pacific*. J. Geophys. Res., 112, C04019, doi:10.1029/2006JC003571.
- Montecinos, A. Gomez, F. 2010. *ENSO modulation of the upwelling season off southern-central Chile*. Geophys. Res. Lett., 37, L02708, doi:10.1029/2009GL041739.
- Montero, P., Daneri, G., Cuevas, L.A., González, H.E., Jacob, B., Lizárraga, L. y Menchel, E. 2007. *Productivity cycles in the coastal upwelling area off Concepción: the importance of diatoms and bacterioplankton in the organic carbon flux*. In: Escribano R, Schneider W (eds) *The Structure and Functioning of the Coastal Upwelling in Central/Southern Chile*. Prog Oceanogr 75: 518- 530.
- Morales, C.E., Braun, M., Reyes, H., Blanco, J.L. y Davies, A.G. 1996. *Anchovy larval distribution in the coastal zone off northern Chile: The effect of low dissolved oxygen concentrations and of a cold-warm sequence (1990-95)*. Investigaciones Marinas (Chile) 24:77-96.
- Morales, C., Hormazabal, S. y Blanco, J.L. 1999. *Inter-annual variability in the meso-scale distribution of the upper boundary of the oxygen minimum layer off northern Chile (18-24°S): Implications for the pelagic system and biogeochemical cycling*. J Mar Res 57:909-932.
- Morales, C.E., Blanco, J.L., Braun, M. y Silva, N. 2001. *Chlorophyll-a distribution and mesoscale physical processes in upwelling and adjacent oceanic zones off northern Chile (summer-autumn 1994)*. J Mar Biol Assoc UK 81:193-206.
- Morales, C., González, H., Hormazabal, S., Yuras, G., Letelier, J. y Castro, L. 2007. *The distribution of chlorophyll-a and dominant planktonic components in the coastal transition zone off Concepción, central Chile, during different oceanographic conditions*. Progress in Oceanography 75: 452-469.
- Morales, C., Torreblanca, L.M., Hormazabal, S., Correa-Ramirez, M., Nuñez, S. y Hidalgo, P. 2010. *Mesoscale structure of copepod assemblages in the coastal transition zone and oceanic waters off central-southern Chile*. Progress in Oceanography 84: 158-173.
- Muñoz, R. y Garreaud, R. 2005. *Dynamics of the low-level jet off the subtropical west coast of South America*. Mon. Weather Rev., 133, 3661-3677, doi:10.1175/MWR3074.1.
- Narayan, N., Paul, A., Mulitza, S. y Schulz, M. 2010. *Trends in coastal upwelling intensity during the late 20th century*. Ocean Sci. Discuss., 7, 335-360, doi:10.5194/osd-7-335-2010.
- Neira, S. y Arancibia, H. 2004. *Trophic interactions and community structure in the central Chile marine ecosystem (33°S-39°S)*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 312, 349-366.
- Neira, S., Arancibia, H. y Cubillos, L. 2004. *Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off central Chile in 1992 and 1998*. Ecological Modelling 172 (2-4): 233-248.
- Neira, S., Moloney, C.L., Cury, P., Mullan, C. y Christensen, V. 2009. *Mechanisms affecting recovery in an upwelling food web: The case of the southern Humboldt*. Progress in Oceanography 83: 404-416.
- Nuñez, R.H. 1996. *A study of the ocean circulation off the coast of Chile*. Ph.D. Thesis, The Florida State University, College of Arts and Sciences. 115 pp.
- Nuñez, S., Cubillos, L., Arcos, D., Urrutia, A., Troncoso, V., Véjar, F., Landaeta, M., Quiñones, R., Pacheco, A., Muñoz, H. y Braun, M. 1995. *Condiciones oceanográficas que inciden en el reclutamiento de los recursos anchoveta y sardina común en la VIII Región*. Informe Final. Proyecto FIP95-11. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 473 pp.

- Núñez, S., Escribano, R., Hormazabal, S., Morales, C., Bruno, C., Alarcon, R. y Sepúlveda, A. 2009. *Biomasa Zooplanctónica Y Sustentabilidad de las Pesquerías de la Zona Centro-Sur*. Informe Final Proyecto FIP 2007-33. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 249 pp.
- Núñez, S.E., Correa, M.R. y Vasquez, S. 2009. *Variability of the Chilean jack mackerel fishing habitat in the southeastern Pacific Ocean*. Manuscript presentado en el Eighth International Meeting: SWG: Jack Mackerel Sub-Group SP-08-SWG-JM-06. South Pacific Regional Fisheries Management Organization. Noviembre 2009, Nueva Zelandia (www.southpacificrfmo.org/assets/8th-Meeting-November-2009-New-Zealand/JM-Subgroup-VIII/SP-08-SWG-JM-06-Variabilidad-jurel.pdf).
- Ñiquén, M. y Bouchon, M. 2004. *Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters*. Deep-Sea Research II 51: 563-574.
- OECD. 2009. *An appraisal of the Chilean fisheries sector*. Organisation for Economic Co-operation and Development. OECD Publishing, Paris, Francia. 140 pp.
- Painemal, D., Garreaud, R., Rutllant, J. y Zuidema, P. 2010. *Southeast Pacific stratocumulus: High-frequency variability and mesoscale structures over San Félix Island*. J. Appl. Meteor. Climatol., 49: 463-477, doi: 10.1175/2009JAMC2230.1.
- Pantoja, S., Sepúlveda, J. y González, H.E. 2004. *Decomposition of sinking proteinaceous material during fall in oxygen minimum zone off northern Chile*. Deep-Sea Res I 51:55-70.
- Parrish, R. 1989. *The south Pacific oceanic horse mackerel (Trachurus picturatus murphyi) fishery*. In: The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions. Ed. by D. Pauly, P. Muck, J. Mendo, and I. Tsukayama, pp. 321-331. ICLARM Conference Proceedings 18.
- Pauly, D. y Tsukayama, I. (eds.). 1987. *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change*. ICLARM Studies and Reviews, 351 pp.
- Payá, I. 2006. *Investigación evaluación de stock y CTP merluza común, 2006*. Informe Prefinal BIP N° 30043787-0, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), Valparaíso, 39 pp. + anexos.
- Pellicciotti, F., Burlando, P. y van Vliet, K. 2007. *Recent trends in precipitation and streamflow in the Aconcagua river basin, central Chile*. IAHS Publ. 318 (Assembly at Foz do Iguacu 2005 – Glacier Mass Balance Changes and Meltwater Discharge).
- Peña-Torres, J. y Cerda, R. 2006. *Evaluación del impacto socioeconómico de medidas de administración en pesquerías pelágicas Centro-Sur (Fase II)*. Informe Final Proyecto FIP 2004-37. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile. 341 pp.
- Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J.P.W., Fernandez-Manjarrés, J.F., Araújo, M.B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W.W.L., Chini, L., Cooper, H.D., Gilman, E.L., Guénette, S., Hurtt, G.C., Huntington, H.P., Mace, G.M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R.J., Sumaila, R.U. y Walpole, M. 2010. *Scenarios for Global Biodiversity in the 21st Century*. Science 330: 1496-1501.
- Perry, I.R., Ommer, R.E., Barange, M., y Werner, F. 2010a. *The challenge of adapting marine social-ecological systems to the additional stress of climate change*. Current Opinion in Environmental Sustainability 2:356-363
- Perry, R.I., Ommer, R.E., Allison, E., Badjeck, M.-C., Barange, M., Hamilton, L., Jarre, A., Quiñones, R.A. y Sumaila, U.R. 2010b. *Interactions between changes in marine ecosystems and human communities*. Chapter 8, p.221 – 251. In: M. Barange, J.G. Field, R.P. Harris, E.E. Hofmann, R.I.Perry and F.E. Werner (Eds.). *Marine ecosystems and global change*. Oxford University Press, Oxford.
- Perry, I. R., Cury, P., Brander, K., Jennings, S., Möllmann, C., y Planque, B. 2010c. *Sensitivity of marine systems to climate and fishing: Concepts, issues and management responses*. Journal of Marine Systems 79: 427-435.

- Pizarro, O. 2004. *Editorial: Observing the Peru-Chile Current System*. COPAS Letter N°6: 1-2.
- Pizarro, O., Hormazabal, S., González, A. y Yañez, E. 1994. *Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile*. Invest. Mar., 22, 85-101.
- Pizarro, O., Clarke, A.J. y Gorder, S.V. 2001. *El Niño sea level and currents along the South American coast: Comparison of observations with theory*. J. Phys. Oceanogr., 31, 1891-1903.
- Pizarro, O., Shaffer, G., Dewitte, B. y Ramos, M. 2002. *Dynamics of seasonal and interannual variability of the Peru-Chile Undercurrent*. Geophys. Res. Lett., 29, 1581, doi:10.1029/2002GL014790.
- Pizarro, O. y Montecinos, A. 2004. *Interdecadal variability of the thermocline along the west coast of South America*. Geophysical Research Letters. 31, L20307, doi: 10.1029/2004GL020998
- Quintana, J. 2004. *Factors involved in the interdecadal precipitation variability in Chile* (in Spanish). M.S. thesis, Department of Geophysics, Universidad de Chile, 88 pp.
- Quiñones, R.A. 2010. *Social adaptive responses: the case of the jack mackerel fishery off central-southern Chile*. Pages:237-239, (Box 8.4), In: M. Barange, J.G. Field, R.P. Harris, E.E. Hofmann, R.I.Perry and F.E. Werner (Eds.). Marine ecosystems and global change. Oxford University Press, Oxford.
- Quiñones, R.A. y Montes, R. 2001. *Relationship between freshwater input to the coastal zone and the historical landings of the benthic/demersal fish *Eleginops maclovinus* in central-south Chile*. Fisheries Oceanography 10 (4): 311-328.
- Quiñones, R.A. y Aliaga, B. 2004. *Conceptos fundamentales de administración pesquera*. Pages: 595-614, In: Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos. Werlinger C, Alveal K, Romo H; Eds. Editorial Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- Quiñones, R.A., Barriga, O., Dresdner, J., Aliaga, B., Chávez, C., Henríquez, G., Navarrete, I., Palma, C., Salgado, H. y González, N. 2003. *Análisis económico, social y biológico de la crisis pesquera de la VIII Región (1997-2002)*. Informe Final Proyecto Análisis biológico, económico y social de las pesquerías de la VIII Región. Fondo Nacional de Desarrollo Regional de la Región del Bio Bio (Código BIP 120183334-0). Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Concepción, Chile: 566 pp + anexes.
- Quiñones, R.A., Hernández, A., Carrasco, P., Araya, I. y Muñoz, H. 2009. *Las pesquerías del sistema costero de la cuenca del río Itata*. pp 193-211, En: O. Parra, J. C. Castilla, H. Romero, R. Quiñones & A. Camaño. La Cuenca Hidrográfica del Río Itata: Aportes Científicos para su Gestión. Editorial Universidad de Concepción, Chile. 389 pp.
- Quiñones, R.A., Gutiérrez, M.H., Daneri, G., Gutiérrez D.A., González, H.E. y Chávez, F. 2010. *Pelagic carbon fluxes in the Humboldt Current System*. Pages 44-64, In: Carbon and nutrient fluxes in global continental margins: A global synthesis. K. K. Liu, L. Atkinson, R. A. Quiñones, L. Talaue-McManus (eds.), IGBP Series Book, Springer-Verlag New York.
- Quiroga, E., Quiñones, R., Palma, M., Sellanes, J., Gallardo, V., Gerdes, D. y Rowe, G. 2005. *Biomass size-spectra of macrobenthic communities in the oxygen minimum zone off Chile*, Estuar. Coast. Shelf Sci., 62: 217-231.
- Ramos, M., Pizarro, O., Bravo, L. y Dewitte, B. 2006. *Seasonal variability of the permanent thermocline off northern Chile*. Geophys. Res. Lett., 33, L09608, doi:10.1029/2006GL025882.
- Reid, J.L. 1965. *Intermediate waters of the Pacific Ocean*. The Johns Hopkins Oceanographic Studies, (2): 85 pp.
- Renault, L., Dewitte, B., Falvey, M., Garreaud, R., Echevin, V. y Bonjean, F. 2009. *Impact of atmospheric coastal jets on SST off central Chile from satellite observations (2000-2007)*. J. Geophys. Res., 114, C08006, doi:10.1029/2008JC005083.

- Roemmich, D., Gilson, J., Davis, R., Sutton, P., Wijffels, S. y Riser, S. 2007. *Decadal spin-up of the South Pacific Subtropical Gyre*. J. Phys. Oceanogr., 37, 162-173, doi:10.1175/JPO3004.1.
- Rosenblüth, B., Fuenzalida, H. y Aceituno, P. 1997. *Recent temperatura variations along Southern South America*. International Journal of Climatology 17, 67-85.
- Rutllant, J. y Fuenzalida, H. 1991. *Synoptic aspects of the central Chile rainfall variability associated with the Southern Oscillation*. Int. J. Climatol., 11, 63-76.
- Rutllant, J.A., Fuenzalida, H. y Aceituno, P. 2003. *Climate dynamics along the arid northern coast of Chile: The 1997-1998 Dinámica del Clima de la Región de Antofagasta (DICALIMA) experiment*. J. Geophys. Res., 108(D17), 4538, doi:10.1029/2002JD003357.
- Rutllant, J., Rosenbluth, B. y Hormazabal, S. 2004. *Intraseasonal Variability in the Local Wind Forcing of Coastal Upwelling off Central Chile (30°S)*. Continental Shelf Research, 24, 789-804, doi:10.1016/j.csr.2004.02.004.
- Saavedra, N. 1980. *La Presión y la Dirección del Viento en Concepción*. Tralka, 1 (2):153-162.
- Saavedra, N. y Foppiano, A.J. 1992. *Contribución a la cinemática del anticiclón del Pacífico sur*. Geoacta, 19: 95-110.
- Sánchez, G., Calienes, R., y Zuta, S. 2000. *The 1997-98 El Niño and its effects on the coastal marine ecosystem off Peru*. CALCOFI Rep., 41: 62-86.
- Sánchez, G.E., Pantoja, S., Lange, C.B., González, H.E. y Daneri, G. 2008. *Seasonal changes in particulate biogenic and lithogenic silica in the upwelling system off Concepción (36 S), Chile, and their relationship to fluctuations in marine productivity and continental input*. Continental Shelf Research 28, 2594-2600.
- Sarmiento, J.L., Slater, R. y Barber, R. 2004. *Response of ocean ecosystems to climate warming*. Global Biogeochemical Cycles, 18, GB3003 doi: 10.1029/2003GB002134.
- Schneider, W., Fuenzalida, R., Rodríguez-Rubio, E., Garcés-Vargas, J. y Bravo, L. 2003. *Characteristic and formation of Eastern South Pacific Intermediate Water*. Geophysical Research Letters 30, 1581.
- Schroter, D. y ATEAM Consortium. 2004. *Global change vulnerability—Assessing the European human-environment system*. Potsdam, Germany: Potsdam Institute for Climate Impact Research.
- Sellanes, J., y Neira, C. 2006. *ENSO as a natural experiment to understand environmental control of meiofaunal community structure*. Marine Ecology 27:31-43.
- Sellanes, J., Quiroga, E., Neira, C. y Gutiérrez, D. 2007. *Changes of macrobenthos composition under different ENSO cycle conditions on the continental shelf off central Chile*. Continental Shelf Research 27: 1002-1016.
- Sepúlveda, A., Cubillos, L., Nuñez, S., Canales, T., Bucarey, D., Rojas, A., Oliva, J., Barria, P., Diaz, E., Baros, V. y Miranda, H. 2000. *Antecedentes biológicos del stock desovante de anchoveta y sardina común de la V a IX Regiones*. Informe Final. Proyecto FIP 97-04. Fondo de Investigación Pesquera, Ministerio de Economía, Chile. 199pp.
- SERNAPESCA. 2011. *Análisis mensual de los datos de operación pesquera Extractiva y de Acuicultura, junio 2011*. Sernapesca, Ministerio de Economía, Chile. 10 PP.
- Serra, R. 1983. *Changes in the abundance of pelagic resources along the Chilean coast*. FAO Fisheries Report 291:255-284.
- Serra, R., Canales, C., Barría, P., Cordova, J., J. Aranis, J. y Böhm, G. 2001. *Diagnóstico actualizado del jurel al 2001 y análisis de escenario de captura*. Informe Proyecto investigación y captura total permisible jurel 2002, Instituto de Fomento Pesquero, 45 pp.
- Sheldon, R.W., Sutcliffe, W.H. Jr y Drinkwater, K.F. 1982. *Fish production in multispecies fisheries*. In: Multispecies Approaches to Fisheries Management Advice. M.C. Mercer, (ed.). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 59: 28-34.
- Sielfeld, W., Laudien, J., Vargas, M. y Villegas, M. 2010. *El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography*. Revista de Biología Marina y Oceanografía 45 (S1): 705-722.

- Sinclair, M. 1988. *Marine populations: An essay on population regulation and speciation*. Books in recruitment Fishery Oceanography. Sea Grant Program, University of Washington Press, Seattle. 252 pp.
- Silva, N. y Neshyba, S. 1977. *Corrientes superficiales frente a la costa austral de Chile*. *Cienc. Tecnol. Mar*, 3: 37-42.
- Silva, N. y Neshyba, S. 1979a. *Masas de agua y circulación geostrófica frente a la costa de Chile austral*. Instituto Antártico Chileno, *Serie Científica* 25/26: 5-32.
- Silva, N. y Neshyba, S. 1979b. *On the southernmost extension of the Peru-Chile Undercurrent*. *Deep-Sea Res* 26:1387-1393.
- Silva, N. y Sievers, H. 1981. *Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la corriente de Humboldt. Latitudes 18°S - 33°S (Operación Oceanográfica MARCHILE X ERFEN I)*. *Ciencia y Tecnología del Mar*, CONA 5:5-50.
- Sobarzo, M. 1999. *Surgencia costera sobre la plataforma continental limitada por cañones submarinos, Concepción, Chile-central (36° 40'S; 73° 15' O)*. Tesis de Doctorado en Oceanografía Universidad de Concepción, Chile 236 p.
- Sobarzo, M. y Djurfeldt, L. 2004. *Coastal upwelling process on a continental shelf limited by submarine canyons, Concepción, central Chile*. *J. Geophys. Res.* 109, CI2012. doi:10.1029/2004JC002350.
- Sobarzo, M., Figueroa, D. y Djurfeldt, L. 2001. *Upwelling of subsurface water into the rim of the Biobío submarine canyon as a response to surface winds*. *Cont. Shelf Res.* 21, 279-299.
- Sobarzo, M., Bravo, L., Donoso, D., Garcés-Vargas, J. y Schneider, W. 2007. *Coastal upwelling and seasonal cycles that influence the water column over the continental shelf off Central Chile*. *Progress in Oceanography* 75: 363-382.
- Soto-Mendoza, S., Castro, L.R. y Llanos-Rivera, A. 2010. *Variabilidad espacial y temporal de huevos y larvas de Strangomera bentincki y Engraulis ringens, asociados a la desembocadura del río Itata, Chile*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45 (3): 471-487.
- Stramma, L., Schmidtko, S., Levin, L.A. y Johnson, G.C. 2010. *Ocean oxygen minima expansions and their biological impacts*. *Deep-Sea Res I* 57:587-595.
- Strub, P.T., Mesías, J.M., Montecino, V. y Rutllant, J. 1998. *Coastal ocean circulation off western South America*. In: Robinson, A.R. & K.H. Brink (eds). *The global coastal ocean. The Sea*, Vol. 11. Interscience, New York, p.273-313.
- SUBPESCA. 2005. *Cuota global anual de captura de jurel, año 2006*. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 103/2005. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 47 pp.
- SUBPESCA. 2006. *Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi), año 2007*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°096/2006. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 37 pp.
- SUBPESCA. 2007a. *Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi), año 2008*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°097/2007. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 35 pp.
- SUBPESCA. 2007b. *Cuota global anual de captura de jurel, año 2008*. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 86/2007. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de economía, Gobierno de Chile.: 48 pp.
- SUBPESCA. 2008. *Cuota global anual de captura de jurel, entre la XV y X regiones, año 2009*. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 101/2008. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de economía, Gobierno de Chile.
- SUBPESCA. 2009a. *Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi), año 2010*. Informe Técnico (R.Pesq.) N° 119, Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 25 pp.

- SUBPESCA. 2009b. *Cuota global anual de captura para las unidades de pesquería de anchoveta (Engraulis ringens) y Sardina común (Strangomera bentincki) V a X Regiones, año 2010*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°106. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 32 pp.
- SUBPESCA. 2010a. *Cuota Global Anual de Captura de Jurel, entre la XV Y X Regiones Año 2010*. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 117/2009. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso. 56 pp.
- SUBPESCA. 2010b. *Cuota global anual de captura de jurel, año 2011*. Informe Técnico (R. Pesq.) No 119/2010. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 67 pp.
- SUBPESCA. 2010c. *Cuota global anual de captura para las unidades de pesquería de anchoveta (Engraulis ringens) y sardina común (Strangomera bentincki) V a X regiones, año 2011*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°106/2010 Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 32 pp.
- SUBPESCA. 2010d. *Cuota global anual de captura de merluza común (Merluccius gayi gayi), año 2011*. Informe Técnico (R. Pesq.) N°124/2010. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 90 pp.
- SUBPESCA. 2010e. *Suspensión temporal de acceso a las unidades de pesquería de jurel XIV a X Regiones 2010-2011*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°50/2010. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 9 pp.
- SUBPESCA. 2011a. *Cuota global anual de captura de jurel, para las unidades de pesquería de la XV - II, III - IV, V - IX Y XIV-X Regiones, año 2012*. Informe Técnico (R.Pesq.) N°129/2011. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 74 pp.
- SUBPESCA. 2011b. *Modificación de la Cuota Global Anual de Captura de Sardina Común, V A X Regiones, Año 2011b*. Informe Técnico (R. PESQ.) N°12/2011. Subsecretaría de Pesca, Ministerio de Economía, Gobierno de Chile, Valparaíso. 14 pp.
- Sutcliffe, W.H. Jr. 1973. *Correlations between seasonal river discharge and local landings of American lobster (Homarus americanus) and Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus) in the Gulf of St. Lawrence*. J. Fish. Res. Board Can. 30: 856-859.
- Tam, J., Taylor, M.H., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, R.M., Díaz, E., Wosnitza-Mendo, C., Argüelles, J., Purca, S., Ayón, P., Quipuzcoa, L., Gutiérrez, D., Goya, E., Ochoa, N., Wolff, M. 2008. *Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part I: Comparing trophic linkages under La Niña and El Niño conditions*. Progress In Oceanography 79: 352-365
- Taylor, M.H., Tam, J., Blaskovic, V., Espinoza, P., Ballón, R., Wosnitza-Mendo, C., Argüelles, J., Díaz, E., Purca, S., Ochoa, N., Ayón, A., Goya, E., Quipuzcoa, L., Gutiérrez, D. y Wolff, M. 2008. *Trophic modeling of the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part II: Elucidating ecosystem dynamics from 1995 to 2004 with a focus on the impact of ENSO*. Progress in Oceanography 79: 366-378.
- Torres, R., Turner, D.R., Silva, N. y Rutllant, J. 1999. *High short-term variability of CO₂ fluxes during an upwelling event off the Chilean coast at 30°S*. Deep-Sea Res Pt I 46:1161-1179.
- Torres, R., Turner, D., Rutllant, J., Sobarzo, M., Antezana, T. y González, H.E. 2002. *CO₂ outgassing off central Chile (31-30°S) and northern Chile (24-23°S) during austral summer 1997: The effect of wind intensity on the upwelling and ventilation of CO₂-rich waters*. Deep-Sea Res Pt I 49:1413-1429.
- Torres, R., Turner, D.R., Rutllant, J. y Lefevre, N. 2003. *Continued CO₂ outgassing in an upwelling area off northern Chile during the development phase of El Niño 1997-1998 (July 1997)*. J Geophys Res 108(C10):3336. Doi:10.1029/2000JC000569.
- Trenberth, K.E. y Hurrell, J.W. 1994. *Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific*. Climate Dyn., 9, 303-319.

- Ulloa, O., Escribano, R., Hormazabal, S., Quiñones, R.A., González, R.R. y Ramos, M. 2001. *Evolution and biological effects of the 1997-98 El Niño in the upwelling ecosystem off northern Chile*. *Geophys Res Lett* 28:1591-1594.
- Vargas, C., Martínez, R., Cuevas, L., Pavez, M., Cartes, C., González, H., Escribano, R. y G. Daneri. 2007. *The relative importance of microbial and classical food webs in a highly productive coastal upwelling area*. *Limnology and Oceanography* 54: 1495-1510.
- Vargas, G., Ortlieb, L. y Rutllant, J. 2000. *Aluviones históricos en Antofagasta y su relación con eventos El Niño/Oscilación del Sur*. *Revista Geológica de Chile* 27: 157-176.
- Veas, R., Hernández-Miranda, E., Quiñones, R.A. y Carrasco, F.D. 2012. *Spatio-temporal biodiversity of soft bottom macrofaunal assemblages in shallow coastal waters exposed to episodic hypoxic events*. *Mar Environ Res.* 78: 1-14.
- Vecchi, G.A. y Soden, B.J. 2007. *Increased tropical Atlantic wind shear in model projections of global warming*. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L08702, doi:10.1029/2006GL028905.
- Vecchi, G.A., Wittenberg, A.T., Held, I.M., Leetmaa, A. y Harrison, M.J. 2006. *Weakening of tropical Pacific atmospheric circulation due to anthropogenic forcing*. *Nature*, 441, 73-76.
- Vega, A., du-Penhoat, Y., Dewitte, B. y Pizarro, O. 2003. *Equatorial forcing of interannual Rossby waves in the eastern South Pacific*. *Geophys. Res. Lett.*, 30, 1197, doi:10.1029/2002GL015886.
- Walsh, J.J. 1981. *A carbon budget for overfishing off Peru*. *Nature*, 2980: 300-304.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M. 2002. *Ecological responses to recent climate change*. *Nature*, 416: 389-395.
- Waylen, P.R. y Caviedes, C.N. 1990. *Annual and seasonal fluctuations of precipitation and streamflow in the Aconcagua river basin, Chile*. *J. Hydrol.* 120: 79-102.
- Wilson, S.K., Fisher, R., Pratchett, M.S., Graham, N.A.J., Dulvy, N.K., Turner, R.A., Cakacaka, A. y Polunin, N.V.C. 2010. *Habitat degradation and fishing effects on the size structure of coral reef fish communities*. *Ecological Applications* 20(2): 442-451.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., Halpern, B.S., Jackson, J.B.C., Lotze, H.K., Micheli, F., Palumbi, S.R., Sala, E., Selkoe, K.A., Stachovicz, J.J. y Watson, R. 2006. *Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services*. *Science* 314: 787-790.
- Wooster, W.S. y Gilmartin, M. 1961. *The Peru-Chile Undercurrent*. *J Mar Res* 19(3):97-122.
- Wooster, W.S., Chow T.J. y Barret I. 1965. Nitrite distribution in the Perú Current waters. *Journal of Marine Research* 23:210-221
- Wyrtki, K. 1975. *El Niño: the dynamic response of the equatorial Pacific Ocean to atmospheric forcing*. *Jour. Phys. Ocean.* 5: 572-584.
- Yáñez, E. 1991. *Relationships between environmental changes and fluctuating major pelagic resources exploited in Chile (1950-1988)*. In: Long-term variability of pelagic fish populations and their environment. T. Kawasaki, S. Tanaka, Y. Toba, and A. Taniguchi (eds) Great Britain: Pergamon Press, pp. 301-309.
- Yáñez, E., Barbieri, M.A. y Santillan, L. 1992. *Long term environmental variability and pelagic fisheries in Talcahuano Chile*. *South African Journal of Marine Sciences* 12: 175-188.
- Yáñez, E. 1998. *Fluctuations des principaux stocks de poissons pélagiques exploités au Chili et leurs relations avec les variations de l'environnement*. Thèse Doctorat en Océanologie (Ph.D), Université de Bretagne Occidentale, Institut Universitaire Européen de la Mer, Brest, France, 303 pp.
- Yáñez, E., Barbieri, M., Silva, C., Nieto, K. y Espíndola, F. 2001. *Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile*. *Progress in Oceanography* 49:581-596.
- Yáñez, E., Barbieri, M.A. y Silva, C. 2003. *Fluctuaciones ambientales de baja frecuencia y principales pesquerías pelágicas chilenas*. In: *Actividad Pesquera y de Acuicultura en Chile*. E. Yáñez (ed.), Escuela de Ciencias del Mar, PUCV, 109-122.
- Zuta, S. y Guillén, O. 1970. *Oceanografía de las Aguas Costera del Perú, Departamento de Oceanografía*. *Boletín del Instituto del Mar del Perú-Callao* 2:157-324.

Evaluación de potenciales impactos y reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático en Chile

Estudio de caso acuicultura Chile

Exequiel González, P.*

Ricardo Norambuena, C.**

Renato Molina, H.*

Felipe Thomas, A.*

I. ANTECEDENTES

Se prevé que el cambio climático tenga notables consecuencias en los ecosistemas, las sociedades y las economías y que incremente la presión sobre todos los medios de subsistencia y sobre la oferta de alimentos, incluidos los procedentes del sector pesquero y acuícola. El sector difiere de la agricultura dominante y presenta distintas interacciones y necesidades con respecto al cambio climático. Para satisfacer la demanda de la creciente población se requerirá un notable incremento del suministro de alimentos acuáticos en los próximos 20-30 años, período durante el cual se espera que se expandan y se agraven las consecuencias del cambio climático (FAO, 2009).

Turrall, Burkes y Faure (2011) plantean que el cambio climático propicia múltiples tensiones y estrés en diferentes escalas temporales y espaciales, así como en aspectos biofísicos, instituciones sociales y ambientales. Indica que algunos de estos cambios serán abruptos, mientras que otros serán graduales (por ejemplo, en temperatura, cambio de cobertura vegetal, y suministros de peces). En la medida que estos cambios climáticos implican riesgos como por ejemplo las sequías, intensas lluvias, olas calientes, pueden también llevar a estreses secundarios como la extensión de una peste, que a su vez pueden significar una intensificación de la competencia por recursos, colapso de instituciones financieras, migración de especies y seres humanos, pérdida de la biodiversidad. Los mismos autores añaden que la seguridad alimentaria puede estar particularmente en riesgo en las zonas áridas y semiáridas, y las montañas frágiles, ecosistemas costeros, pequeñas islas, países en desarrollo, y países menos desarrollados en el mundo.

El grado y la naturaleza del impacto negativo impuesto por el cambio climático pueden ser manejados por una adaptación efectiva. En este contexto, el cambio climático y la adaptación se refieren a los ajustes en los sistemas humanos y naturales para responder a los cambios climáticos esperados. Muchos de los sistemas ecológicos y sociales tienen formas y ritmos preestablecidos para construir su capacidad de adaptación pero la velocidad a la que está ocurriendo el cambio climático puede llegar a imponer nuevas y potencialmente insostenibles presiones en los actuales sistemas de adaptación. Esto puede ser particularmente cierto para los cambios secundarios inducidos por los cambios climáticos esperados que socavan la habilidad de las personas y de los ecosistemas para enfrentar la recuperación de los efectos de cambios climáticos extremos y otros riesgos.

Lo anterior, destaca la importancia de la generación de conocimiento respecto de la velocidad e intensidad con que el cambio climático puede afectar a los sistemas naturales, así como de la sensibilidad de los sistemas sociales y productivos a estos

(*) Universidad Católica de Valparaíso, UCV, exequiel.gonzalez@ucv.cl

(**) COPAS Sur-Austral, Universidad de Concepción.

cambios y su capacidad de adaptación a los mismos. Esto, con el propósito de poder prever y minimizar los impactos del cambio climático en las personas. Los asentamientos costeros y las actividades de pesca y acuicultura pueden ser sistemas humanos fuertemente afectados por el cambio climático y generar conocimiento respecto de sus estado actual, sensibilidad y vulnerabilidad, es crucial para poder diseñar acciones que permitan mitigar y minimizar los efectos del cambio climático sobre ellos.

II. OBJETIVOS

El propósito general de este estudio es realizar una evaluación de potenciales impactos y capacidades para reducción de la vulnerabilidad de la acuicultura chilena al cambio climático.

Objetivos específicos

- 1) Definir la vulnerabilidad de la acuicultura en Chile (salmonicultura, mitilicultura, pectinicultura y algicultura) al cambio climático, a partir de la identificación de los potenciales impactos, la sensibilidad del sistema y su capacidad de adaptación
- 2) Recomendar estrategias de adaptación locales y/o nacionales, en base a la información disponible para y el análisis realizado en el caso de estudio.
- 3) Aportar con información relevante al desarrollo de directrices globales para el desarrollo de políticas de adaptación de la pesca y la acuicultura al cambio climático.

III. METODOLOGIA

Metodología para el cálculo de la vulnerabilidad de la acuicultura al cambio climático.

Para la determinación de la vulnerabilidad de la acuicultura en Chile se aplicó la metodología descrita por Allison *et al.* (2009) para la medición de vulnerabilidad de la actividad pesquera a nivel nacional para 138 países.

Allison *et al.* (2009) indica que la literatura define vulnerabilidad como una combinación de la exposición extrínseca de los grupos o los individuos o los sistemas ecológicos a un peligro, como el cambio climático, su sensibilidad intrínseca a la amenaza, y su falta de capacidad de modificar la exposición a absorber y recuperarse de las pérdidas derivados de los peligros y aprovechar las nuevas oportunidades que surgen en el proceso de adaptación (Adger, Arnell y Tompkins, 2005; Brooks, Adger y Kelly, 2005; Smit y Wandel, 2006).

Los autores citados, basados en Adger (2000) e IPCC (2001), explicitan vulnerabilidad al cambio climático como una variable que depende de tres elementos centrales: la *exposición (E)* a los efectos físicos del cambio climático, el grado de *sensibilidad intrínseca (S)* del sistema de recursos naturales o la dependencia de la economía nacional sobre los beneficios económicos y sociales del sector en cuestión, y la medida en que la *capacidad de adaptación (CA)* permite compensar los impactos potenciales. Allison *et al.* (2009) explica también que no existen medidas objetivas y derivadas independientemente de la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, agregando que su relevancia en interpretación depende de la escala de análisis, del sector económico particular bajo consideración y de la disponibilidad de información.

Si bien la metodología aquí expuesta fue aplicada al análisis de la vulnerabilidad del sector pesquero extractivo, en este estudio se extiende su aplicación al sector acuicultor por considerar que existen un número de factores ambientales, técnicos, económicos, sociales e institucionales comunes a ambos sectores o actividades productivas.

1. Nivel de exposición (E)

En la determinación del nivel de exposición (E) intervienen un conjunto de variables ambientales ya sea de forma directa o indirecta. Las variables claves de interés consideradas por Allison *et al.* (2009) fueron: cambios en la temperatura del aire y agua,

las precipitaciones, salinidad, circulación oceánica y mezcla, caudal de los ríos, nivel de nutrientes, nivel del mar y de lagos, cubierta de hielo, deshielo de glaciares, intensidad y frecuencia de tormentas, e inundaciones.

Las variables consideradas en este estudio para la determinación del nivel de exposición fueron: cambio en la temperatura superficial del mar, cambio en intensidad de vientos, cambio en el nivel de precipitaciones y cambios en el nivel del mar. Estas variables fueron obtenidas del estudio realizado por la Universidad de Chile en 2006 sobre la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI (DGF, 2006).

El estudio DGF (2006) entrega estimaciones de los niveles y cambios proyectados para estas variables bajo dos escenarios de desarrollo mundial (A2 y B2) desarrollados por el Panel Internacional para el Cambio Climático (IPCC, 2000) y fueron utilizados para la determinación del nivel de exposición de la acuicultura en Chile a nivel regional y nacional (Sección IV.B.1 y 2, Anexo 1).

En términos generales los distintos escenarios desarrollados en el contexto del IPCC apuntan a la contextualización de la cuantificación de escenarios de emisiones mundiales (GEI y de dióxido de azufre) bajo distintas líneas evolutivas que representa cambios o tendencias demográficas, sociales, económicas, tecnológicas y ambientales que pueden ser valoradas como más o menos positivas o negativas. Los escenarios considerados por DGF (2006) presentan una línea evolutiva menos optimista (A2) y una más optimista (B2) desde la perspectiva ambiental y de los efectos antropogénicos sobre el cambio climático.

La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo. Sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones, y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas. La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un mundo en el que predominan las soluciones locales a la sostenibilidad económica, social y medioambiental. Es un mundo cuya población aumenta progresivamente a un ritmo menor que en A2, con unos niveles de desarrollo económico intermedios, y con un cambio tecnológico menos rápido y más diverso que en las líneas evolutivas B1 y A1. Aunque este escenario está también orientado a la protección del medio ambiente y a la igualdad social, se centra principalmente en los niveles local y regional.

Para la construcción del nivel de exposición de la acuicultura se utilizan las proyecciones hechas por DGF (2006) sobre cambios temperatura del aire a nivel del mar, cambio en intensidad de vientos, cambio en el nivel de precipitaciones y cambios en el nivel del mar bajo escenarios A2 y B2, considerando los valores de proyecciones hechas al 2065. Estas distintas variables se normalizan en base al máximo valor alcanzado en cada variable para ser expresadas en valores de 0 a 1. Una vez normalizadas, se combinan las cuatro variables en forma aditiva, con pesos iguales, para la determinación final de un índice de exposición que también toma valores entre 0 y 1, con los valores mayores representando mayor nivel de exposición. Los niveles obtenidos para la exposición (E) de la acuicultura se obtienen para cada una de las regiones del país, para cada escenario considerado (A2 y B2) y son valores proyectados considerando efectos de cambios acumulados al 2030 y 2065 (Sección IV.B.1 y 2, Anexo 1).

El Cálculo del índice de Exposición está dado por:

$$E_r = temp_r * \frac{1}{4} + vtos_r * \frac{1}{4} + precip_r * \frac{1}{4} + nmar_r * \frac{1}{4}$$

Donde:

r : r-ésima región de Chile.

E_r : índice de exposición regional de la acuicultura chilena al cambio climático de acuerdo a proyecciones DGF (2006)

- temp_r : índice del efecto del cambio en la temperatura superficial del mar en la región r.
 vtos_r : índice del efecto del cambio en los vientos en la región r.
 precip_r : índice del efecto del cambio en la precipitación en la región r.
 nmar_r : índice del efecto del cambio en el nivel del mar en la región r.

Una vez obtenido el índice regional de la acuicultura (E_r) es necesario estimar el índice de exposición por tipo de acuicultura y partir de éstos, el índice de exposición de la acuicultura a nivel nacional.

Así el índice de exposición por tipo de acuicultura se calcula como:

$$E_a = \sum_r (\alpha_{r,a} * E_r)$$

Donde:

- a : a-ésimo tipo de acuicultura desarrollada en Chile, específicamente: cultivo de gracilaria, salmónidos, chorito y ostión del norte.
 E_a : índice de exposición por tipo de acuicultura al cambio climático de acuerdo a proyecciones DGF (2006).
 α_{r,a} : porcentaje de importancia relativa de la región “r” en el tipo de acuicultura “a”.

A partir de el índice de exposición por tipo de acuicultura y de acuerdo a la importancia relativa de cada tipo en relación al valor de las exportaciones, se estima el índice de exposición de la acuicultura nacional al cambio climático.

$$E = \sum_a (\beta_a * E_a)$$

Donde:

- E : índice de exposición de la acuicultura chilena al cambio climático de acuerdo a proyecciones DGF (2006).
 β_a : porcentaje de importancia relativa del tipo de acuicultura “a” en el valor total de las exportaciones nacionales de la acuicultura.

2. Nivel de sensibilidad (S)

Allison *et al.* (2009) indican que la sensibilidad de la actividad bajo análisis es dependiente de su nivel de importancia en la economía nacional y en la seguridad alimentaria, representándola como la sensibilidad al impacto del cambio climático a la actividad en su totalidad y su efecto en la economía como un todo. La dependencia de la economía nacional sobre la actividad se mide como un indicador compuesto que incluye: el nivel de producción, la contribución al empleo, ingreso por exportaciones y contribución de proteína a la dieta. Se asume que países con niveles más altos de estas variables se verán más afectados positiva o negativamente por los efectos del cambio climático en esa actividad.

En este estudio las variables consideradas para la determinación del nivel de sensibilidad de la acuicultura fueron: valor de producción, ingresos por exportaciones y empleo. El aporte de proteína a la dieta no fue considerado dado que la acuicultura chilena exporta más del 95 por ciento de la producción nacional y que el consumo per cápita de productos de la pesca y acuicultura es aún muy bajo (aproximadamente 6 kg/persona/año), comparado con el consumo de carnes (ovinas, bovinas y aves) que en 2008 llegó a aproximadamente a 81 kg/persona/año.

Es importante destacar que los datos utilizados para la determinación del nivel de sensibilidad corresponde al promedio del período 2006-2009.

Para el contraste de la importancia de la actividad respecto de la economía en su conjunto, se la compara con (i) el aporte al Producto Interno Bruto de los

sectores Agropecuario-Silvícola, Pesca, Minería e Industria Manufacturera; (ii) las exportaciones de estos mismos sectores y el empleo a nivel nacional (descontando la región metropolitana). Los niveles de estos indicadores de la economía en su conjunto son usados para normalizar e indexar a escala de 0 a 1 el nivel de sensibilidad de la acuicultura (Sección IV.B.3 y Anexo 3).

El índice de sensibilidad por tipo de acuicultura es finalmente construido mediante la suma de los índices de importancia calculados para cada una de las variables sectoriales anteriores (es decir, valor de la producción, exportaciones y empleo). En este proceso los índices parciales son considerados de igual peso. Así el índice de sensibilidad por tipo de acuicultura se calcula como:

$$S_a = vp_a + ve_a + emp_a$$

Donde:

- S_a : índice de sensibilidad de la economía nacional a impactos del cambio climático en la acuicultura tipo a.
- vp_a : índice de importancia relativa del valor de la producción de acuicultura tipo a en la economía nacional.
- ve_a : índice de importancia relativa del valor de las exportaciones de la acuicultura tipo a en las exportaciones nacionales.
- emp_a : índice de importancia relativa del empleo en la acuicultura tipo a en el empleo nacional.

Por analogía el nivel de sensibilidad de la acuicultura nacional se calcula como la sumatoria de la sensibilidad por tipo de acuicultura, tal como se muestra a continuación.

$$S = \sum_a S_a$$

Donde:

- S : índice de sensibilidad de la economía nacional a impactos del cambio climático en la acuicultura nacional.

3. Capacidad de Adaptación (CA)

Allison *et al.* (2009) indica que de acuerdo a varios autores, Haddad (2005), Yohe, Malone y Brenkert (2006), Tol e Yohe (2007) y Vincent (2007), la capacidad de adaptación depende de factores como capital social, capital humano, la idoneidad y la eficacia de las estructuras de gobierno. Específicamente el índice de capacidad de adaptación estimado por estos autores incluye variables como: expectativa de vida sana, educación (tasas de alfabetismo de personas de 15 o más años, porcentaje de escolaridad primaria, secundaria y terciaria), gobernanza (estabilidad política, efectividad gubernamental, calidad regulatoria, estado de derecho, voz y rendición de cuentas, corrupción) y tamaño de la economía (Producto Interno Bruto-PIB).

En este estudio se utilizaron las mismas variables, utilizando los pesos relativos indicados por Allison *et al.* (2009) para su utilización en el cálculo del índice CA. Los factores de expectativa de vida sana y de tamaño de la economía chilena (PIB), fueron indexados utilizando valores máximos de referencia alcanzados por estas variables como el 1 o 100 por ciento. Para el índice de vida sana se usó el valor presentado por Japón para el período 2006-2009, por el más alto reportado. En el caso del PIB se usó el de E.E.U.U. por el más alto a nivel mundial de acuerdo a lo reportado el Fondo Monetario Internacional.

Para el cálculo de los índices de matrícula y de alfabetización se utilizaron datos de estadísticas o estudios técnicos oficiales.

Para el cálculo del índice de Capacidad de Adaptación, se sumaron de manera ponderada con igual peso los índices de expectativa de vida, educación, gobernanza y

PIB. Anexo 3 entrega las tablas que sintetizan la información utilizada para el cálculo de los distintos índices anteriores. El cálculo del índice de CA se realizó como:

$$CA = evs * \frac{1}{4} + \left(alf * \frac{2}{3} + mat * \frac{1}{3} \right) * \frac{1}{4} + gob * \frac{1}{4} + PIB * \frac{1}{4}$$

Donde:

- CA : índice de capacidad de adaptación nacional al cambio climático en la acuicultura.
- evs : índice de importancia relativa de la expectativa de vida sana de Chile.
- alf : porcentaje de alfabetización de la población chilena mayor o igual a 15 años.
- mat : tasa bruta de matrícula en los niveles de educación primaria, secundaria y superior.
- gob : índice del nivel de gobernabilidad nacional estimado como promedio de los rankings del Banco Mundial para el período 2006-2009.
- PIB : índice de importancia relativa del tamaño de la economía nacional estimado respecto de la economía de EEUU, en base al promedio de sus PIB en el período 2006-2009.

4. Vulnerabilidad (V)

Para el cálculo del índice vulnerabilidad de la acuicultura en Chile, se utilizaron los valores de los índices de exposición, de sensibilidad y de capacidad de adaptación antes descritos, de tal forma de considerar igual peso relativo para ellos. Es importante destacar que, de acuerdo lo indicado por Allison *et al.* (2009) en este proceso es necesario considerar el inverso del índice CA. De esta forma la vulnerabilidad se calculó como:

$$V_a = E_a * \frac{1}{3} + S_a * \frac{1}{3} + (1 - CA) * \frac{1}{3}$$

Donde:

- V_a : índice de vulnerabilidad de la economía nacional a los efectos del cambio climático en el acuicultura tipo a.
- E_a : índice de exposición de la acuicultura tipo a al cambio climático.
- S_a : índice de la sensibilidad de la economía nacional a los efectos del cambio climático en la acuicultura tipo a.
- CA : índice de la capacidad de adaptación de la economía y el país a efectos o impactos exógenos.

De manera análoga, el nivel de vulnerabilidad a los efectos del cambio climático en la acuicultura nacional se calcula tal como se presentan a continuación.

$$V = E * \frac{1}{3} + S * \frac{1}{3} + (1 - CA) * \frac{1}{3}$$

IV. RESULTADOS

A. Definición del sistema de la acuicultura en Chile

1. Límites geográficos (físicos) y antecedentes del sistema en consideración

La zona marítima de Chile se extiende desde los 18°21'03" S hasta aproximadamente los 60°00'00" S, limitando con Perú en el norte y extendiéndose al sur hasta la Antártica. Actualmente la costa de Chile está bajo la influencia predominante de las aguas frías provenientes del extremo sur del continente. En este sector, convergen las aguas frías y ricas en nutrientes de la Corriente Circumpolar Antártica, al aproximarse desde el oeste al continente sudamericano, alrededor de los 50° S y antes de llegar a la costa, se divide en dos ramas: una, correspondiente a la Corriente del Cabo de Hornos y otra a la rama oceánica de la corriente de Humboldt (Figura 1) –la Corriente de los

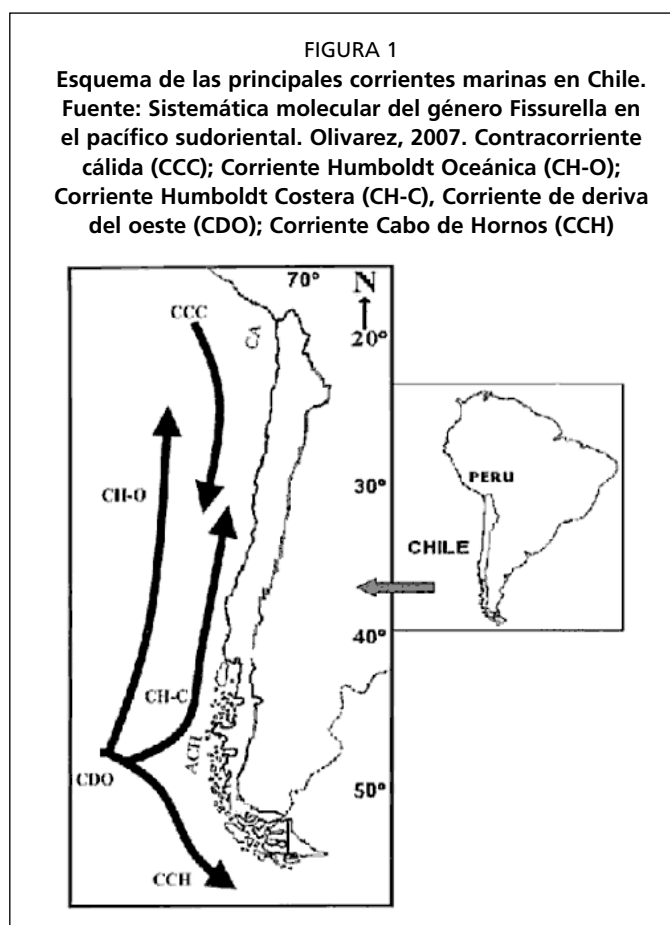
Fiordos— que continúa hacia el norte, llegando a la costa hasta la altura de Chiloé (42° S). Las dos ramas de la corriente de Humboldt están separadas por la Contracorriente del Ecuador, formada por un flujo de aguas cálidas en dirección sur (Camus, 2001). Alrededor de los 6° S, la corriente de Humboldt se fusiona con las aguas cálidas de la Corriente Ecuatorial del Sur, que se dirige al Oeste del Pacífico, hacia las costas de Papúa Guinea y Australia, produciéndose un ciclo de corriente en la región del pacífico Sur Oriental y Occidental (Olivarez, 2007).

La corriente de Humboldt es la generadora de contracorrientes locales y procesos de afloramiento costero, asociados principalmente a la masa de agua superficial, emergiendo las aguas subantárticas de la corriente de Humboldt. Estos afloramientos son responsables de la alta productividad primaria de la región (Olivarez, 2007). Las aguas frías de la Corriente de Humboldt junto al flujo surnorte, son importantes en la distribución de las especies marinas chilenas, ya que permiten extender las condiciones frías más al norte,

estimando que la temperatura en el extremo norte del país es 10° C más baja de lo esperado para su latitud en otro continente (Viviani, 1979).

Regularmente se evidencia una anomalía oceanográfica atmosférica asociada a la dinámica de la atmósfera global, la Oscilación del Sur, cuyas fases positivas y negativas se asocian a los eventos de “El Niño” y “La Niña”. Durante los episodios de “El Niño” las aguas cálidas de la Corriente del Ecuador prevalecen por sobre las aguas más frías de la Corriente de Humboldt, elevándose la temperatura, variando el nivel del mar y disminuyendo los niveles de nutrientes disponibles en la superficie del agua, con amplias repercusiones en la comunidad bentónica, sistemas pelágicos y pesquerías (Olivarez, 2007).

Los ecosistemas terrestres costeros interactúan con los marinos en un flujo constante de materia y energía, que se expresa en sedimentos orgánicos e inorgánicos arrastrados al mar; fauna que tiene partes de su ciclo de vida en ambos espacios; agua dulce que al mezclarse con salada crea condiciones especiales de estuario, que influye en la dinámica del agua de mar cerca de la costa y sus características físico químicas. La topografía del fondo del mar condiciona el sustrato sobre el cual vivirán las diferentes especies e influye sobre el comportamiento dinámico de las masas de agua. Las corrientes marinas, cuyas causas son diversas y obedecen, algunas de ellos, a fenómenos de escala planetaria, también condicionan las particularidades de los ecosistemas marinos y ecosistemas costeros. De este modo, los ecosistemas marinos están definidos por los tipos de corrientes y la topografía submarina, y se ubican sobre la plataforma continental y más allá. Hay varias clasificaciones en función de las principales corrientes (ecosistema de la corriente de Humboldt, del giro central del Pacífico, etc.), o bien por la profundidad: pelágicos, neríticos, bento-pelágicos, abisales, etc. Los ecosistemas costeros están definidos por la topografía y corrientes costeras, se ubican en las proximidades de



la costa hasta los 30 metros de profundidad, y están altamente influenciados por la tierra (no solo aportes de agua dulce sino las actividades antrópicas). Ejemplos de clasificaciones son por la topografía: bahías, fiordos, desembocaduras de ríos, frentes de costa expuestos, etc.; o por distribución/agregación de especies (biogeografía), entre otras (Ministerio del Medio Ambiente, Chile).

Los ecosistemas costeros y marinos de Chile¹ están dominados por el Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH), uno de los ecosistemas más productivos sobre la tierra. La oceanografía general del SCH está caracterizada por un flujo hacia el norte predominante de aguas superficiales de origen subantártico, y por una fuerte corriente ascendente de aguas frías superficiales ricas en nutrientes de origen ecuatorial. A lo largo de la costa del norte y centro de Chile, se localiza la corriente ascendente y su aparición cambia desde ser sumamente continua (no propias de la estación) en el norte de Chile hasta llegar a un patrón más estacional en el centro sur de Chile. Diversos centros de corrientes ascendentes importantes a lo largo de la costa de Chile se intercalan con largos trechos de costa sin o con una corriente ascendente esporádica y menos intensa. Fenómenos climáticos a gran escala (El Niño-Oscilación Sur, ENSO por sus siglas en inglés) se superponen sobre este patrón regional, lo cual produce una elevada heterogeneidad espacio temporal, complicando la definición de los ecosistemas y la predicción de procesos ecológicos a lo largo de la costa chilena.

En términos generales, la flora y fauna marina de Chile exhibe un alto grado de aislamiento geográfico, con solamente unas pocas similitudes (especialmente de especies endémicas) con biotas marinas ecuatoriales cercanas (Galápagos, Ecuador y Juan Fernández). Esto sugiere que las bajas temperaturas y corrientes predominantes que se desplazan desde el sur hacia el norte habrían limitado el intercambio a través de aguas superficiales con biotas del Pacífico Oriental y de las islas del Pacífico Central; e incluso, con el Pacífico Tropical Occidental. Más aún, la baja concentración de oxígeno de las aguas subsuperficiales (a profundidades superiores a 50 metros) hacia el norte podría constituir otra barrera para la dispersión de larvas y especies acuáticas profundas provenientes de la zona norte. Cabe destacar que las aguas profundas (entre -50 y -350 m) en la zona norte de Chile forman parte y definen el límite austral de una de las zonas más grandes del mundo con “mínimo nivel de oxígeno”. Del mismo modo, las bajas concentraciones salinas que prevalecen a través del año en la zona de lluvias patagónicas podrían actuar como una barrera para la entrada de especies proveniente del sur. Además, del alto nivel de endemismo y de la “característica exclusiva” de especies marinas de Chile, otra consecuencia posible del aislamiento sería una biodiversidad total más baja que en áreas próximas o con características físicas similares. Esta predicción se apoya en las algas marinas, peces e invertebrados.

Existe una activa discusión en torno a las características y límites de los patrones de distribución de la flora y fauna marina de Chile, que se basa principalmente en las divisiones de especies costeras y subcosteras (Fariña *et al.*, op cit.²). En consecuencia, estos ecosistemas muestran una estrecha relación con patrones oceanográficos, climáticos y topográficos de circulación, especialmente con la distribución e influencia de corrientes costeras superficiales, subsuperficiales y con contracorrientes. Parece existir cierto consenso en la definición de la existencia de 4 ó 5 ecosistemas. Una clasificación reciente de la superficie marina extensa y de áreas costeras establece 4 categorías principales de ecosistema y 11 tipos de ecosistema dentro de éstos (Tabla 3).

¹ Fariña, J.M., Ossa, P.G. y Castilla, J.C. 2006. Ecosistemas marinos. pp. 100-110 in CONAMA. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. 639 pp. Thiel, M. *et al.* 2007. The Humboldt Current System of northern and central Chile. Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review. 45:195-344.

² Fariña, J.M., Ossa, P.G. y Castilla, J.C. 2006. Ecosistemas marinos. pp. 100-110 in CONAMA. Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos. 639 pp.

Como reflexión de la presente observación sobre las definiciones de ecosistemas marinos, otra clasificación reciente define a 9 regiones zoogeográficas de norte a sur (Universidad Austral de Chile 2006) (ver figura 10 del anexo sobre áreas protegidas y representatividad de ecosistemas). La clasificación es más compleja, ya que incluye ecosistemas tanto costeros como marinos, en comparación con la clasificación de la Universidad Austral de Chile 2006, que se refiere solamente a las áreas costeras. Esta última clasificación, aún cuando es más simple y más fácil para trabajar y definir las áreas costeras protegidas, no refleja la variabilidad espacio temporal de todos los ecosistemas costeros y marinos. Las extinciones históricas en comparación con condiciones locales (por ejemplo, la vecindad de centros de corrientes ascendentes o disponibilidad de sustratos) producen un patrón de distribución heterogénea de comunidades bentónicas lo cual también se refleja en los difusos límites biogeográficos a lo largo de la costa del norte y central de Chile.

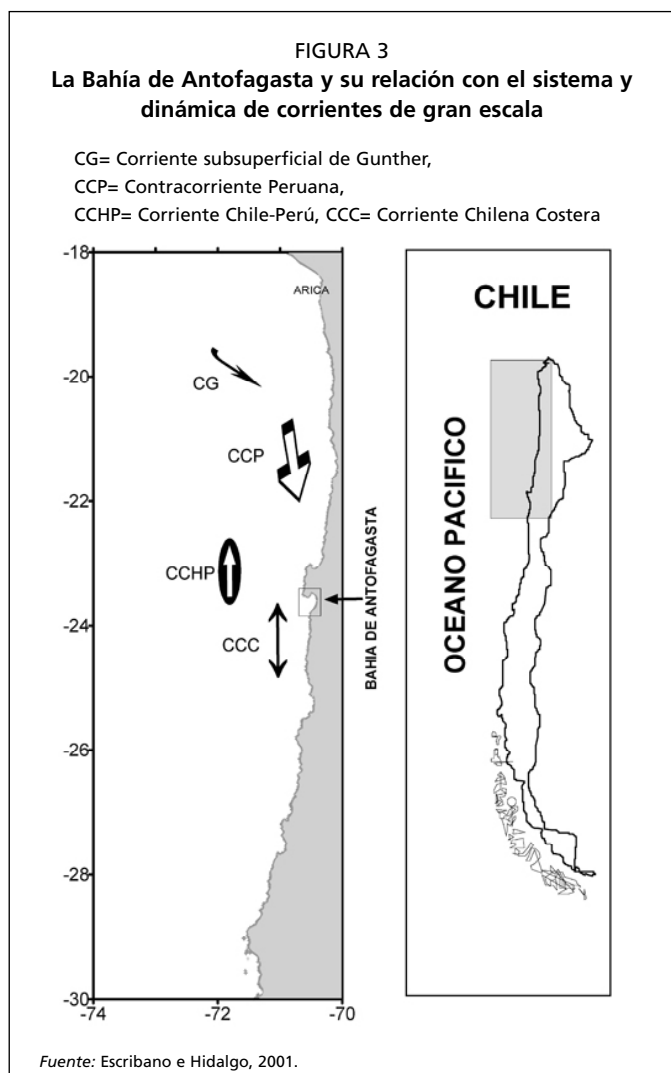
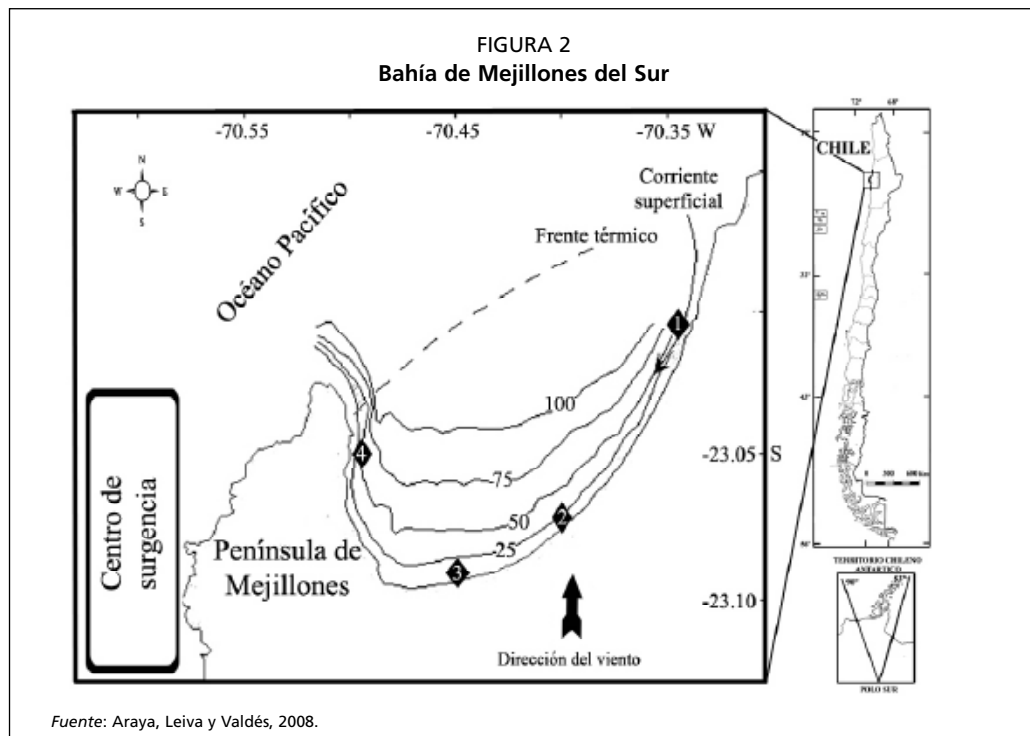
Lo anteriormente descrito corresponde a las principales características de los ecosistemas oceánicos y marino costeros de gran escala frente a las costas chilenas. Sin embargo, la acuicultura chilena se ha desarrollado en ecosistemas o cuerpos de agua más bien acotados y definidos por atributos y variables ambientales que son los que en definitiva satisfacen los requerimientos de los organismos cultivados. Así, en la zona norte (Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo), los cultivos se han desarrollado en bahías costeras protegidas o semiprotegidas de las corrientes y vientos predominantes de la zona oceánica adyacente. Mientras que en la zona sur (Regiones de Los Lagos, de Aysén y de Magallanes) la acuicultura se ha desarrollado en sistemas de fiordos, bahías y canales, protegidos de la influencia directa del Océano Pacífico.

Son escasos y esporádicos los estudios oceanográficos en bahías que albergan las actividades de acuicultura en la zona norte precitada. Sin embargo, los resultados de dichos estudios permiten disponer de una caracterización ambiental de referencia, especialmente sobre aquellas variables y parámetros que se consideran como indicadores de cambio climático (temperatura, oxígeno, corrientes). Complementariamente, durante los últimos años han realizado varios estudios oceanográficos en el sistema de archipiélago de la zona sur-austral, describiendo tanto aspectos morfológicos como de caracterización físico química y de dinámica de masas de agua.

Zona Norte

Esta zona se distingue por el cultivo comercial del pectínido *Argopecten purpuratus* (denominado Ostión del Norte) y del alga roja *Gracilaria chilensis* (pelillo).

De acuerdo a varios autores citados en el trabajo de Araya, Leiva y Valdés (2008), la península de Mejillones ha sido descrita como el accidente geográfico más importante de la costa chilena, dando origen, en la región de Antofagasta, a dos grandes bahías con aperturas opuestas como son San Jorge y Mejillones del Sur. Particularmente, esta bahía, pertenece al sistema de surgencias de Punta Angamos, descrito como el sistema de surgencias más productivo de la zona norte de, con valores de productividad primaria que alcanzan los 1,07 g C/m²/año (Marín *et al.*, 1993). La circulación al interior de la bahía se caracteriza por el ingreso de aguas de surgencias por el margen noreste y por el noreste lo que genera un giro ciclónico en el centro de la bahía, con una clara estratificación térmica del agua. Estas características influyen fuertemente en el comportamiento estacional de la bahía, caracterizada por una estación fría y una cálida, donde los pulsos de surgencias conducen al continuo flujo de material orgánico hacia el fondo de la bahía (Figura 2).



Por su parte, Escribano e Hidalgo (2001) señalan que para comprender la dinámica de aguas en la bahía de Antofagasta (Figura 3), es necesario en primer lugar considerar los procesos físicos de mayor escala que controlan las masas de agua en la zona. De acuerdo a varios autores citados por Escribano e Hidalgo (2001), frente a Antofagasta se desarrolla una activa mezcla de masas de aguas, y cambios en las corrientes como resultado de la interacción de cuatro flujos mayores: la contracorriente superficial Perú-Chile dirigida al Polo, la Corriente Chile-Perú hacia el Ecuador, la corriente subsuperficial de Gunther hacia el Polo que se aproxima hacia la costa en la zona norte de Chile, y la corriente costera chilena la cual es altamente variable en sentido e intensidad. Como resultado, la bahía de Antofagasta, debería estar sujeta a un flujo variable sur-norte paralelo a la costa, derivado de la corriente costera chilena. Sin embargo, su orientación hacia el sur y su morfología costera, sumada a una forzante de vientos predominantemente sur y suroeste en la zona, sugieren la existencia de un giro en su interior. En tal condición, se puede generar una zona inercial de baja

energía que favorecería enormemente la retención de aguas. En este trabajo, sobre la base de mediciones directas de corrientes en series de tiempo y espaciales, se somete a prueba tal hipótesis y se discuten las implicancias de la circulación de la bahía en términos de zona de retención y su capacidad de renovación de aguas.

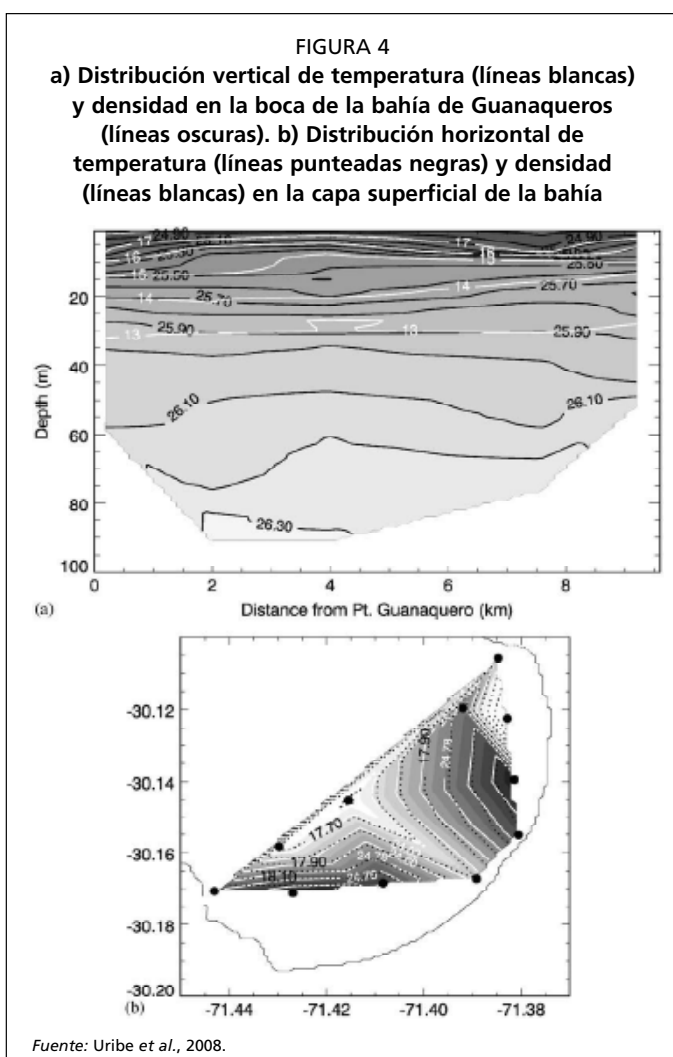
Uribe *et al.* (2008) encontraron que la concentración de oxígeno disuelto en Bahía Mejillones es muy crítica para el cultivo de pectínidos, como ocurrió con la Pesquera GRIMAR NORTE, División Cultivo por la alta mortalidad de ostiones registrado en su plantel debido a la disminución de oxígeno entre los meses de enero y marzo del 2007. Las mayores concentraciones (> 3 mg/l) fueron registradas sobre los 5m de profundidad, mientras que a los 10m se detectaron condiciones de hipoxia (< 3 mg/l) y a 15 m se mantuvo una condición de anoxia (< 1 mg/l) con un mínimo de 0,06 mg/l. El 13 de febrero se produjo un hundimiento de las isolineas, afectando toda la columna de agua hasta el 20 de febrero, registrándose concentraciones máximas de 12,60 mg/l a 1 m de profundidad, llegando a los 5,16 mg/l a 15 m de profundidad. Luego de este puntual evento, la condición de hipoxia y anoxia de los 10 y 15 m de profundidad se mantuvo hasta el término del estudio (Figura 4).

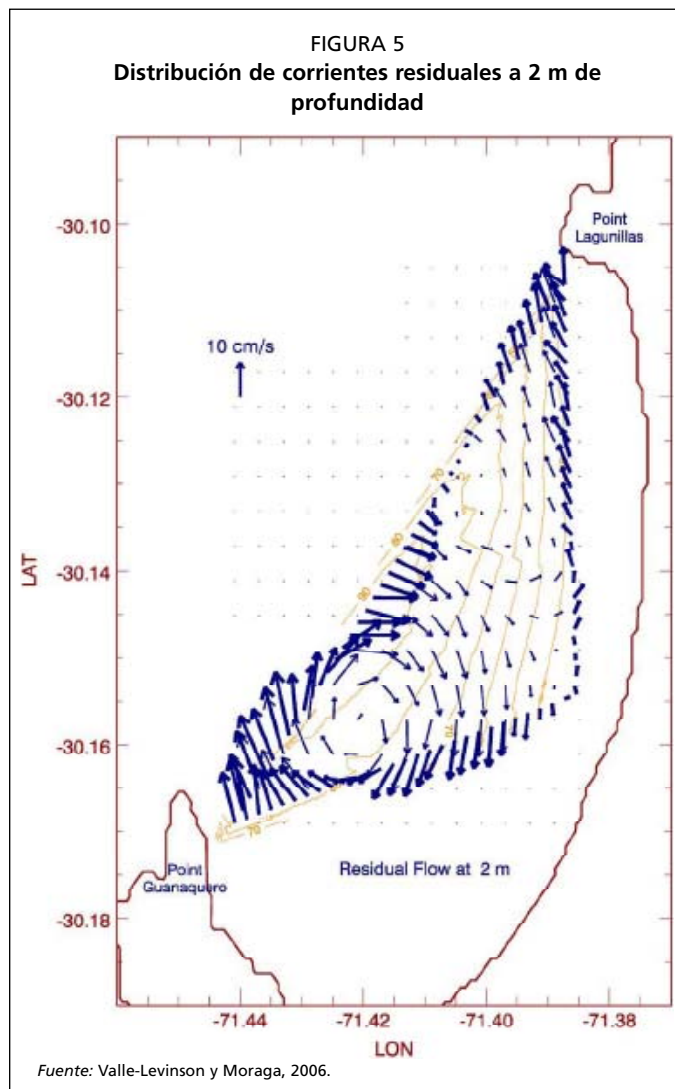
Las condiciones térmicas de bahía Guanaqueros (Región de Coquimbo) muestran una termoclina estacional en los primeros metros y bajo la misma las aguas tienen 13°C; las condiciones salinas indican aguas de menor salinidad en la capa superior y el ingreso de aguas de mayor contenido salino a los 60 m. Esta bahía tiene una boca de profundidad entre 80 y 100 m en el sector sur y 60 m en el sector norte. Las condiciones de densidad muestran una pycnoclina en los primeros 30 m, asociada a los cambios térmicos y salinos descritos. Por otra parte la distribución de temperatura y densidad superficial señalan la entrada de aguas por el centro de la bahía (Valle-Levinson *et al.*, 2000).

En la misma Bahía Guanaqueros, la circulación observada muestra un patrón de circulación residual de tipo rotacional, con doble giro en la capa superior. Las aguas ingresan por el centro de la bahía y los flujos de salida se ubican cerca de las puntas (Figura 5). El giro próximo a Pta. Guanaqueros está muy definido y con valores de velocidad superiores a los 10 cm/s (Valle-Levinson y Moraga, 2006).

Zona suraustral (Región de Los Lagos, Región de Aysén y Región de Magallanes)

Esta zona ha representado históricamente sobre el 90 por ciento de la acuicultura nacional tanto en términos de volúmenes de cosecha como de valor de sus exportaciones. Los principales recursos cultivados en esta zona son salmónidos, mitílidos y el alga *Gracilaria*.





remanentes del agua ecuatorial subsuperficial (AESS) entre 150-300 m y agua intermedia antártica (AIAA) bajo los 300 m. El mar interior de la Región de Los Lagos y Aysén está influenciado verticalmente por las 3 primeras masas de agua, la subantártica (ASAA) y la ecuatorial subsuperficial (AESS) ambas ingresan por la boca del Guafo entendiéndose que la ASAA al ir ingresando al Golfo Corcovado se va modificando a ASAAM y la tercera es una capa superficial denominada agua estuarina (AE) la cual se prolonga hasta los 50m y que se origina desde distintas zonas estuarinas. Cabe señalar que la masa de agua más importante o con mayor influencia dentro del mar interior de la Región de Los Lagos es el agua subantártica modificada (ASAAM) (Figura 7, Figura 8).

Estas particulares características geomorfológicas y topográficas de la zona de estudio que han sido ratificadas por Carrasco y Silva (2008), podrían estar determinando o influenciando sus principales atributos y variables físicas, químicas y bioecológicas y, consecuentemente, la disponibilidad y uso de los servicios y recursos ambientales presentes.

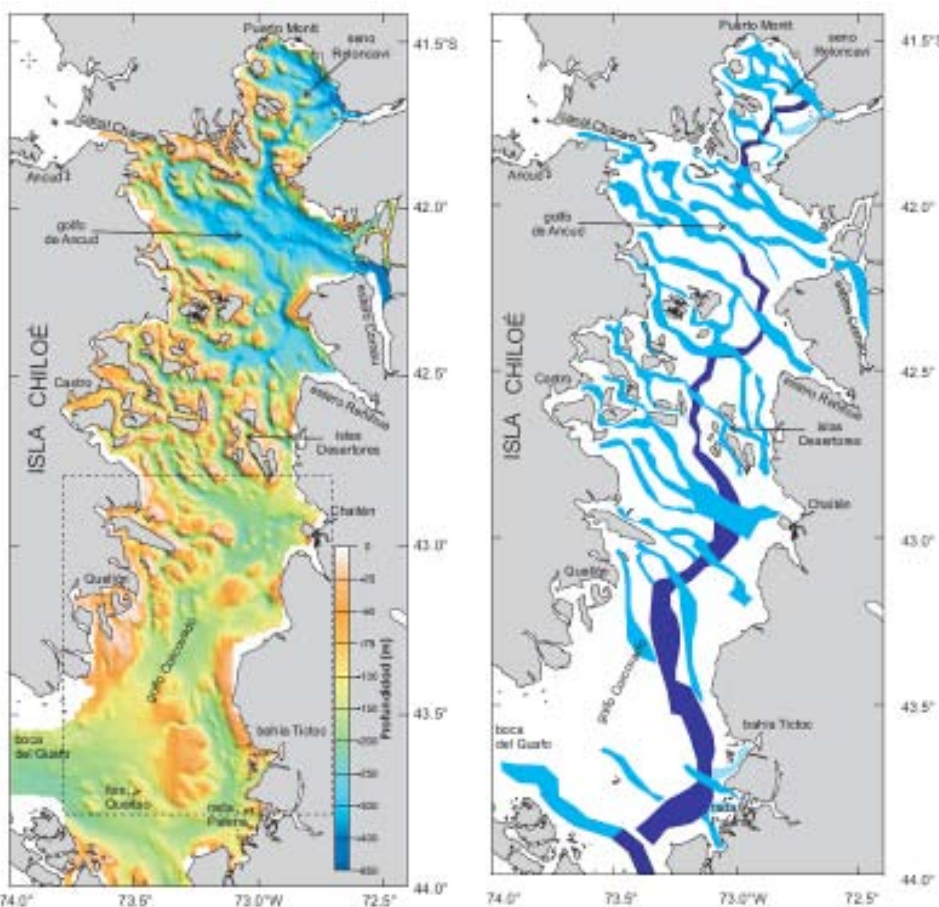
Si se relacionan las corrientes con la topografía submarina y considerando que la isla Desertores separa el mar interior de la Región de Los Lagos en aguas más y menos profundas, se detecta una mayor estratificación al norte de éstas y una zona cuasi homogénea al sur de ellas (Salinas y Castillo, 2009). En este mismo análisis, se registró la presencia de un frente donde se conectan las aguas interiores del golfo Ancud, Estuario y Seno de Reloncaví con las aguas oceánicas las cuales penetran a través de la boca del Guafo. La importancia de la entrada de este frente al estuario radica en que se fomenta

La compleja topografía del mar interior de la Región de Los Lagos está conformada por golfos, senos, esteros, bahías y numerosas islas. Este sistema está comunicado con el Océano Pacífico a través del Canal de Chacao por el norte y la Boca del Guafo por el sur. Desde Puerto Montt al límite con la región de Aysén existen 247 km en línea recta, mientras que la superficie del espejo de agua en el área geográfica analizada alcanza a 15 577 km² (1 557 700 ha). La longitud total del borde costero del mar interior de Chiloé, incluyendo el de 228 islas, alcanza a 4 663 km.

En un análisis de mesoescala, es posible identificar zonas más profundas (mayores a 300 m) se localizan en el Seno Reloncaví y Golfo Ancud, estas áreas tienden a formar canales o depresiones angostas con direcciones aproximadas NWSE y una zona al sur de las Islas Desertores (Golfo Corcovado) mas somero y con mesetas submarinas (Rodrigo, 2006) (Figura 6).

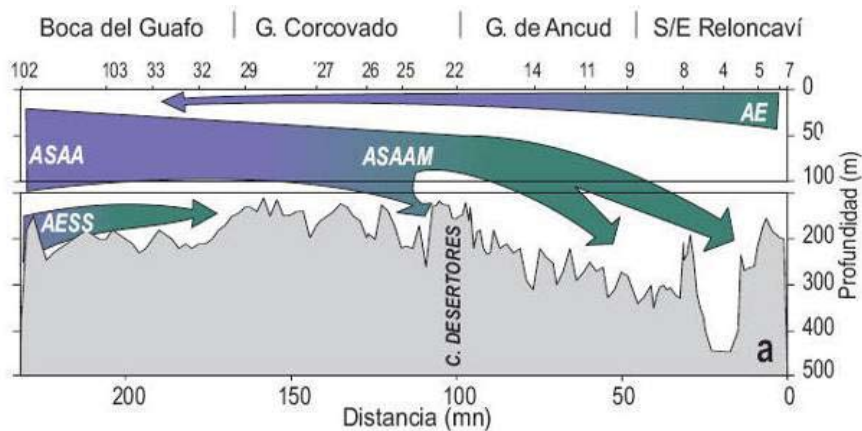
Las principales masas de aguas identificadas en la cuenca del mar interior de Chiloé son el agua estuarina (AE) desde la superficie hasta los 50 m, agua subantártica (ASAA) que se extiende hasta los 150 m de profundidad, agua subantártica modificada (ASAAM),

FIGURA 6
Topografía submarina en canales de la Patagonia Norte

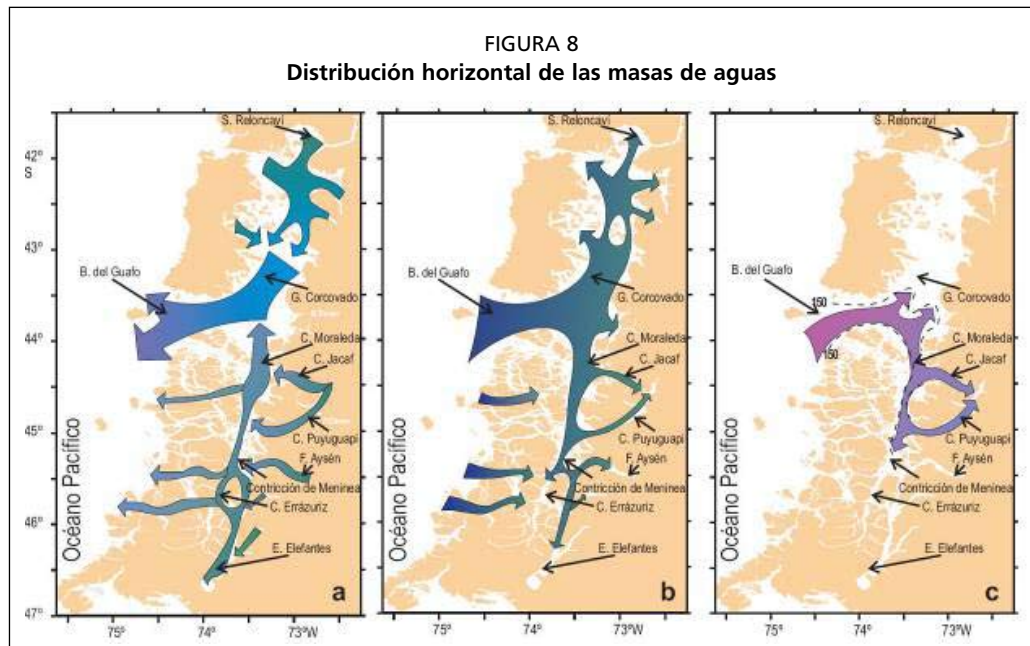


Fuente: Rodrigo, 2006.

FIGURA 7
Distribución vertical de las masas de agua que intervienen en el mar interior de la Región de Los Lagos



el intercambio químico/biológico. El frente se presenta cuando el flujo de marea que penetra a un estuario es lo suficientemente fuerte para impedir la salida de flujo de boyantes en o cerca de la boca del estuario. Una línea superficial suele destacarse y puede corresponder a una marca del sumergimiento. Variados autores reconocen que



la presencia de estos frentes es de gran importancia para la circulación y estratificación del estuario en su totalidad. Por último, el principal forzante de las corrientes medidas en el área (Isla Desertores) es la marea, dado que estudios realizados en 2004 señalan que a 25 m se aprecia un flujo neto hacia el sursureste, mientras que a 80 m se registra un flujo neto en dirección contraria (hacia el norte) de menor intensidad. La corriente media fue de 6,5 cm/s hacia el sur a 25 m de profundidad y de 2,5 cm/s hacia el norte a 80 m de profundidad.

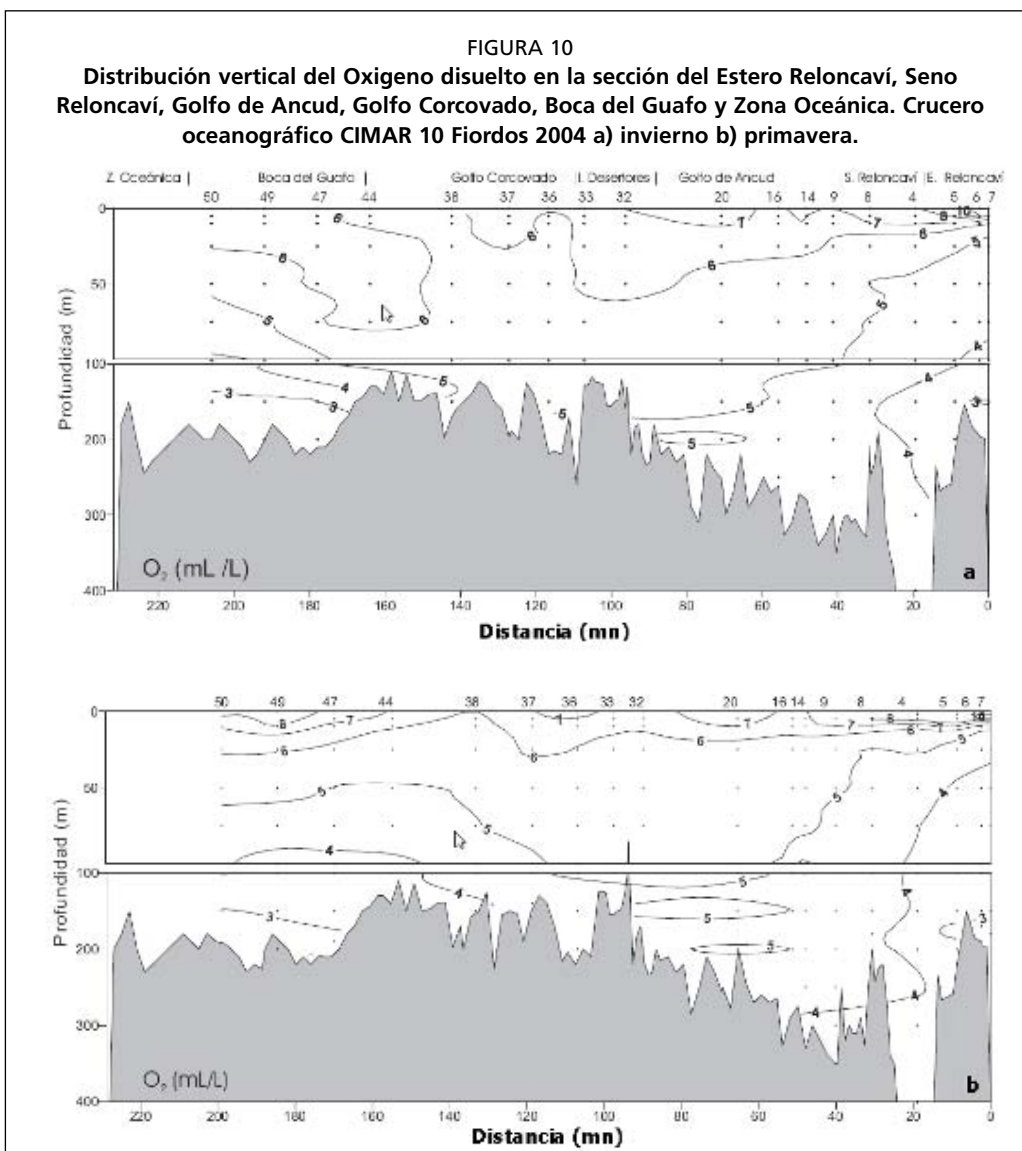
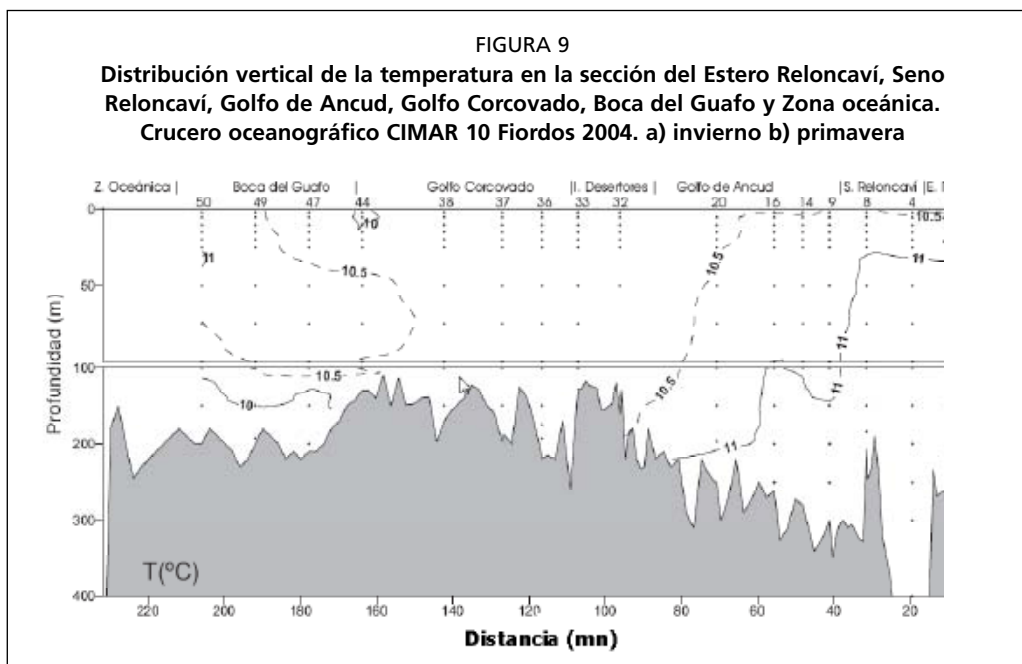
En síntesis, en la capa superficial de la columna de agua es donde se generan importantes estratificaciones y gran dinámica de circulación potenciando el intercambio de nutrientes en la matriz biológica que allí coexiste.

Fierro (2006), concluyó sobre la importancia de la Boca del Guafo como vía de acceso para la penetración de la onda de marea proveniente del Océano Pacífico, la que se propaga hacia aguas interiores de la isla de Chiloé y al sur por el canal Moraleda. En el área de estudio existe un amplio rango de amplitud de marea: 6,7 m en Caleta La Arena hasta 3,12 m en Caleta Cuptana.

Las características de las masas de agua y su dinámica expresada como velocidad de corriente y onda de marea, sin duda pueden estar determinado la distribución y abundancia de numerosos recursos hidrobiológicos así como el desempeño operativo, biológico, productivo, ambiental y sanitario de varios tipos de cultivo.

La temperatura y la salinidad presentan estratificaciones y gradientes horizontales y verticales, caracterizando zonas oceánicas y estuarinas, cuyos principales forzantes son factores como la radiación solar, aporte de aguas frías (ríos y glaciares), precipitaciones (lluvia, nieve y granizo), escurrimiento costero, mezcla vertical por vientos, advección de aguas oceánicas y calentamiento geotermal. Cuando existe estratificación, se puede distinguir una termoclina variable entre 20 a 30 m, capa donde ocurre su mayor variabilidad, alcanzando valores hasta 14 °C durante primavera verano. En zonas más profundas la temperatura es bastante más homogénea, alcanzando mínimos cercanos a 9 °C (Figura 9). El rango de salinidades fluctúa entre 11 y 34 Unidades Prácticas de Salinidad (psu), lo que varía estacionalmente y según la influencia oceánica o de aportes de aguas dulces, generan diversos gradientes (Figura 10) (Carrasco y Silva, 2008).

De acuerdo a Carrasco y Silva (2008), el oxígeno presenta una distribución vertical que divide la columna de agua en dos capas: una superficial y una profunda. La superficial, bien oxigenada, es de 30 a 50 m de espesor con valores de 5 a 8 ml/l (100-130 por ciento de saturación) de oxígeno disuelto y, la profunda (> 75 m) con valores



de 3-4 ml/l (40-50 por ciento de saturación). Entre ambas capas, se detectó un alto gradiente vertical, donde el oxígeno disuelto y el pH disminuyeron rápidamente en profundidad, generando una oxiclina y pHclina de intensidad variable, registrándose valores mínimos inferiores a 3 ml/l en invierno (Figura 10).

Por lo expuesto, es posible esperar que la acuicultura realizada en el borde costero esté influenciada por una marcada estratificación de la temperatura y salinidad en la columna de agua hasta los 30 m lo que puede generar condiciones o procesos biooceanográficos que favorezcan a los recursos cultivados (crecimiento, desarrollo) o los perjudiquen cuando estas condiciones ambientales sean desfavorables o bien, propicias para la proliferación de pestes o enfermedades.

Región de Aysén

En esta Región, sólo se cultivan especies salmonídeas cuyos sistemas de balsas jaulas flotantes se disponen en los primeros 30 m de la columna de agua.

La zona costera de la Región de Aysén posee características de archipiélago donde dominan numerosas islas, canales y fiordos (Silva y Guzmán, 2006) tal como se muestra en la Figura 11 que indica, además, las estaciones de monitoreo oceanográfico evaluadas durante el Programa CIMAR 7 Fiordos.

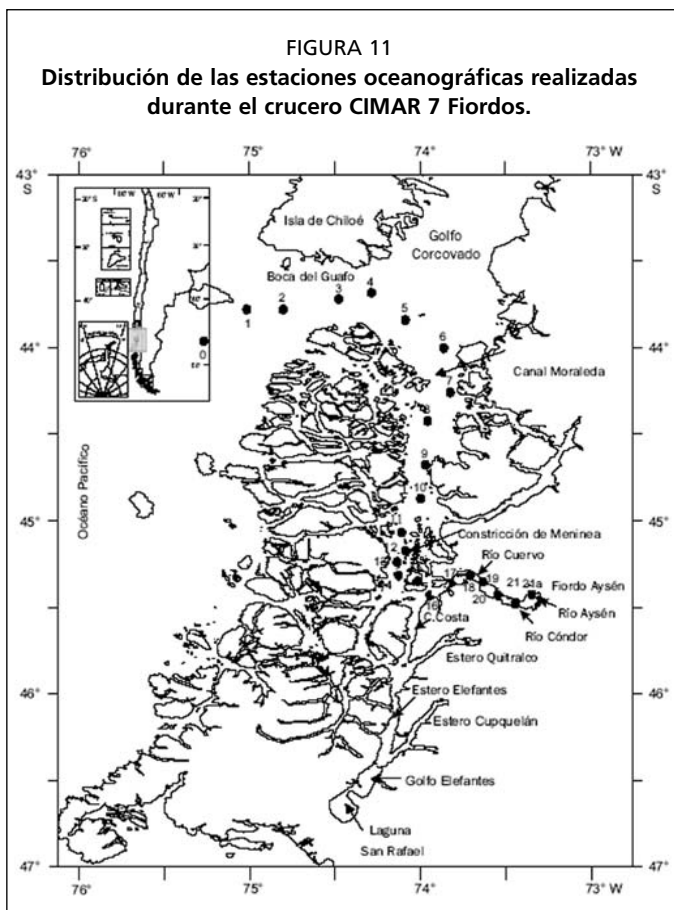
En invierno la distribución superficial de temperatura fluctuó entre 4,7 y 10,1 °C. Los mayores valores se ubicaron en la boca del Guafo y los menores en la cabeza del fiordo Aysén (Figura 12a). Bajo la superficie, en la boca del Guafo la temperatura de la columna de agua fue relativamente homogénea, con un leve máximo (>10,5 °C), centrado a 50 m y sin presencia de termoclina (Figura 12a).

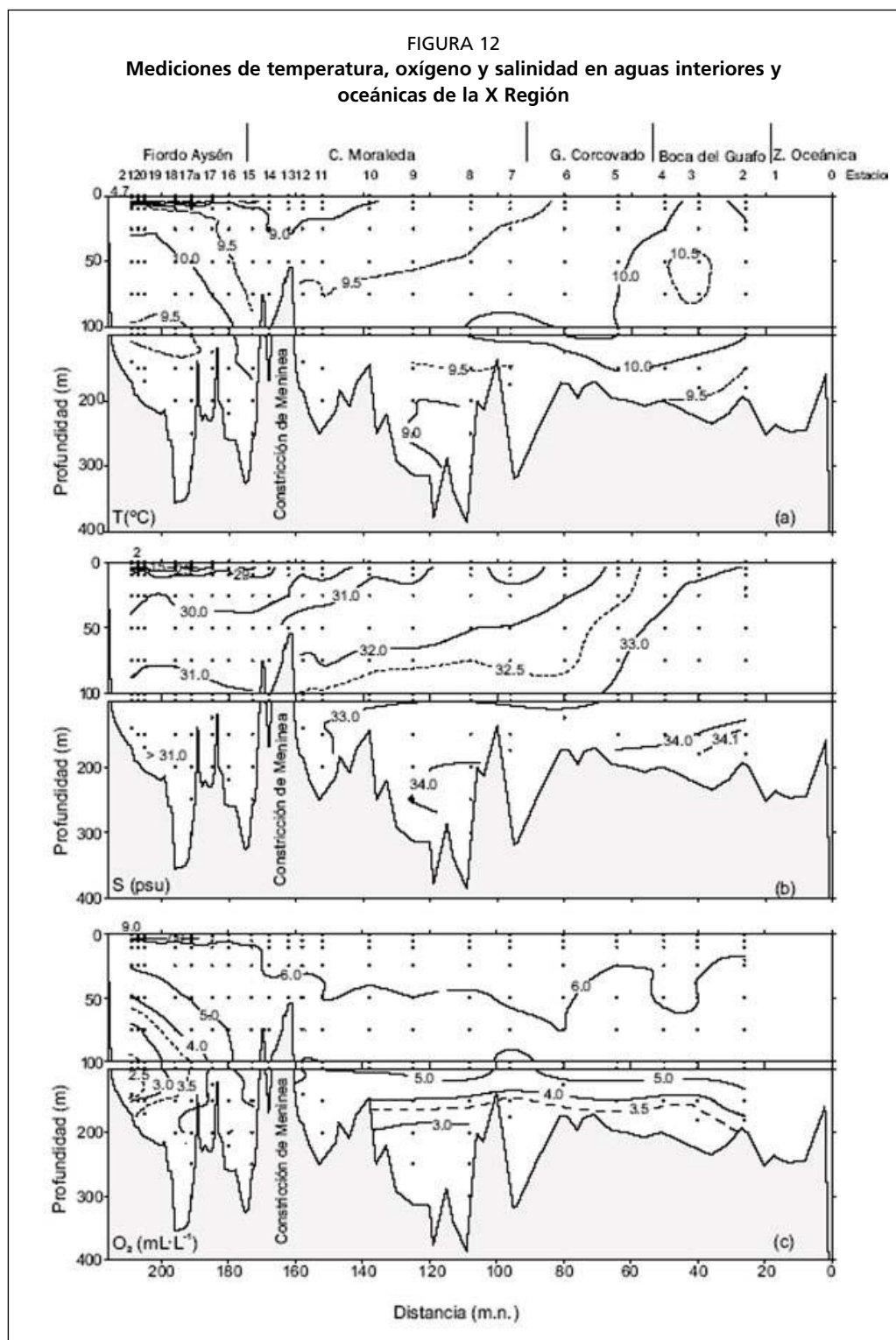
La distribución superficial de salinidad fluctuó entre 2,0 y 33,0 psu, con los menores valores en la cabeza del fiordo Aysén y los mayores en la boca del Guafo (Figura 12b). En el fiordo Aysén, se presentó una haloclina fuerte más superficial de alrededor

de 25 m de espesor, con un gradiente máximo de 2,5 psu/m en la cabeza. Bajo esta haloclina, la salinidad aumentó más lentamente, hasta valores mayores de 31,0 psu (Figura 12b). El oxígeno disuelto superficial presentó concentraciones entre 6,1 y 9,0 ml/l (87 y 105 por ciento de saturación respectivamente, con los menores valores en la boca del Guafo y los mayores en la cabeza del fiordo Aysén (Figura 12c).

Bajo la superficie, en la boca del Guafo y canal Moraleda, el oxígeno disuelto disminuyó levemente manteniendo una capa bien oxigenada (>5 ml/l) hasta los 100 m (Figura 12c). A mayores profundidades, la concentración de oxígeno disuelto disminuyó rápidamente hasta concentraciones menores de 4 ml/l bajo los 125 m.

En la boca del fiordo Aysén, toda la columna de agua presentó alto contenido de oxígeno disuelto (>4,5 ml/l). En la cabeza, bajo la capa superficial, el oxígeno disuelto disminuyó rápidamente hasta un mínimo (<2,5 ml/l), centrado a los 100 m de profundidad, para luego





volver a aumentar levemente hacia el fondo. En la zona profunda del Aysén y centrado alrededor de 100 m, se presentó un gradiente horizontal de oxígeno disuelto ($\approx 0,07$ ml/l/m.n.), con los mayores valores en la cabeza y los menores en la boca (Figura 12c).

En primavera la distribución superficial de temperatura fluctuó entre 10,3 y 11,9 °C, con los menores valores en la boca del fiordo Aysén y los mayores en el canal Moraleda (Figura 12a). En los 10 m superiores, desde la boca del Guafo hasta la constricción de Meninea, se presentó una capa cuasi homoterma. Bajo esta capa, la temperatura disminuyó hasta alrededor de 10 °C a 75 m de profundidad (Figura 12a).

En la capa superficial de la cabeza del fiordo Aysén, se presentó una termoclina estacional débil con un gradiente de $0,08\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^{-1}$, para luego disminuir a valores menores de $9,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ alrededor de los 75 m y luego aumentar sobre $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 12a). La zona profunda del fiordo ($>100\text{ m}$), fue casi homotermal en toda la microcuenca, con temperaturas de alrededor de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Figura 12a).

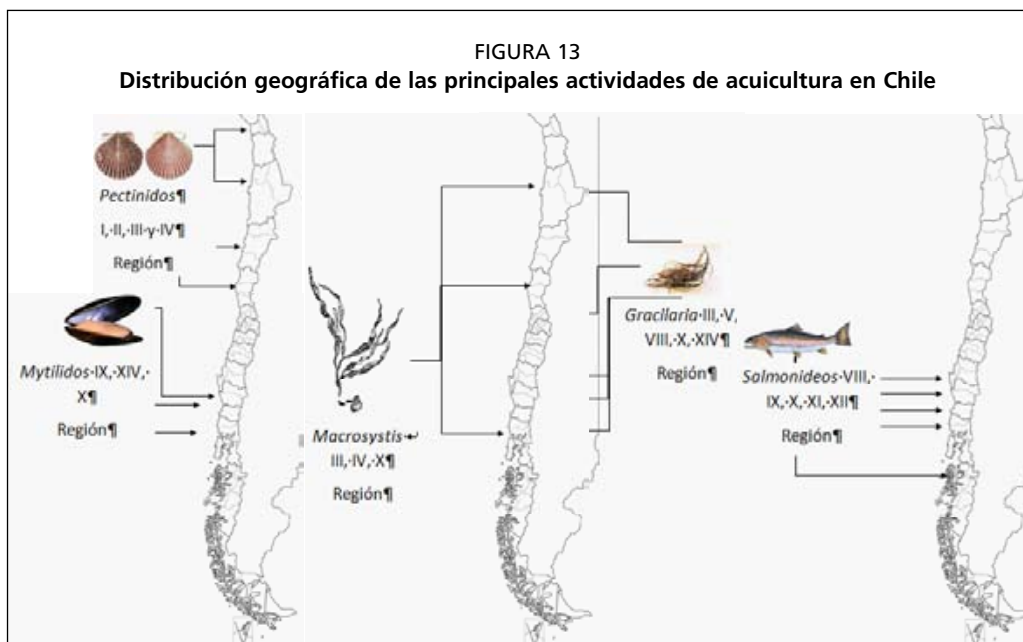
La salinidad superficial presentó valores entre 1,3 y 32,8 psu, con los menores valores en la cabeza del fiordo Aysén y los mayores en la boca del Guafo (Figura 12b). En el canal Moraleda, se presentó un frente salino superficial ($\approx 0,15\text{ psu/m.n.}$), mientras que en el fiordo se presentó otro mucho más marcado ($\approx 1,3\text{ psu/m.n.}$).

En el fiordo Aysén, la salinidad bajo la superficie aumentó rápidamente dando origen a una fuerte haloclina en los 10 m superiores, con un gradiente máximo de $2,5\text{ psu/m}$ en la cabeza. A mayor profundidad, la salinidad aumentó más lentamente alcanzando valores mayores de 31,0 psu en el fondo (Figura 12b).

La distribución superficial de oxígeno disuelto presentó concentraciones entre 5,9 y $8,2\text{ ml/l}$ (95 y 105 por ciento de saturación respectivamente), con el menor valor en el golfo Corcovado y el mayor en la cabeza del fiordo Aysén (Figura 12c). Bajo la superficie el oxígeno disuelto disminuyó lentamente, manteniéndose una capa bien oxigenada ($>5\text{ ml/l}$) de alrededor de 75 m en la boca del Guafo y canal Moraleda (Figura 12c). A mayor profundidad el oxígeno disuelto continuó disminuyendo hasta concentraciones menores de $3,5\text{ ml/l}$ cerca del fondo. En la cabeza del fiordo Aysén, bajo la superficie, el oxígeno disuelto disminuyó rápidamente en profundidad hasta un mínimo centrado a los 100 m de profundidad ($<2,5\text{ ml/l}$). En la boca el oxígeno disuelto presentó una columna bien oxigenada ($>4\text{ ml/l}$) de superficie a fondo (Figura 12c).

2. Estado de la acuicultura en Chile

Entre las especies más importantes que se encuentran bajo condiciones de cultivo en el país se encuentran en el grupo de los salmónidos, entre los cuales los que destacan son el salmón del Atlántico, la trucha arcoíris y el salmón del pacífico; especies que se cultivan principalmente en las Regiones de Los Lagos y de Aysén (Figura 13). El segundo grupo de recursos cultivados en importancia nacional, corresponde al de los mitílidos, grupo que incluye la producción de chorito, cholga y choro zapato, siendo el primero el más relevante desde la perspectiva de los volúmenes cultivados y exportados. Este grupo de especies se cultiva principalmente en la décima región de Chile (Figura 13). El tercer grupo en orden de importancia corresponde a las algas,



siendo *Gracilaria* el recurso cultivado más importante en volumen cosechado y valor de sus exportaciones. El cultivo de *Gracilaria* se desarrolla principalmente en la Región de Los Lagos (Figura 13). Finalmente, el cuarto grupo de recursos cultivados en orden de importancia para la acuicultura chilena es el grupo de los pectínidos, en el cual el principal exponente es el ostión del norte, cuya producción se está concentrada en las Regiones de Atacama y de Coquimbo.

En relación a las tecnologías de cultivo, si bien éstas están en permanente desarrollo, se las puede resumir como sigue:

Para el cultivo de salmónidos se están utilizando balsas jaulas construidas en base a materiales metálicos o plásticos, de dimensiones variables, cuadradas (20x20x20m; 30x30x20 m) o circulares (30-40 m de diámetro). Estas estructuras se ordenan en una o dos hileras conformando trenes de balsas jaulas que constituyen una unidad productiva o centro de cultivo. Estos sistemas poseen sistemas de flotación (plásticos) y anclaje (bloques de concreto). La proyección en profundidad de estas estructuras alcanza los 20-30 m, aunque las especies salmonídeas están la mayor parte del tiempo entre los 5-15 m, dependiendo de la especie, subiendo una o dos veces al día durante el período de alimentación. Por lo tanto, estos organismos cultivados reciben una influencia directa de los primeros 20 metros de la columna de agua.

Para el cultivo de chorito o mejillón, se utilizan líneas simples o dobles (Longlines) de 100 o 200 m de longitud, con flotadores plásticos o de poliestireno expandido, con sistemas de anclaje (bloques de concreto). Desde estas líneas cuelgan líneas de crecimiento los organismos cultivados de 8-12 m dependiendo del sector. La separación entre las líneas comprende un rango variable entre 5 y 10 m dependiendo del sector. Por lo tanto, la proyección vertical de este tipo de cultivo abarca los primeros 12 metros de la columna de agua.

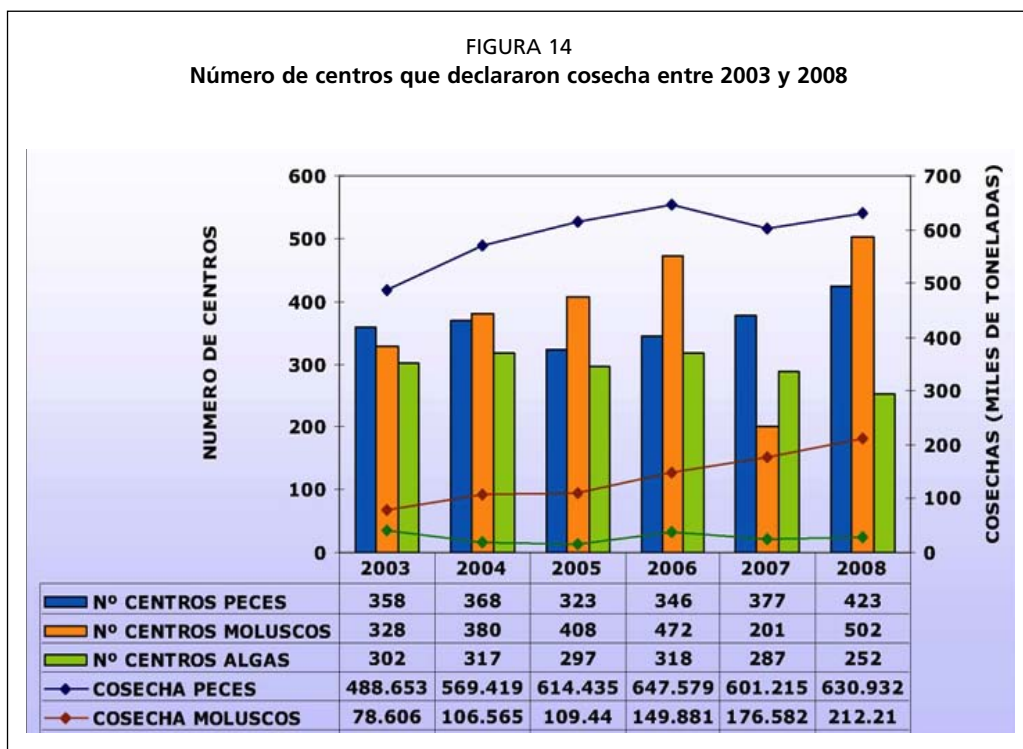
El cultivo de ostiones también utiliza longlines sumergidos a 8-10 m de profundidad, pero los sistemas de crecimiento que cuelgan de ella corresponden a linternas de 50 cm de diámetro y 2 m de longitud, por lo que los organismos de cultivo permanecen en una capa de agua que va desde 8 a 15 m por debajo de la superficie de mar.

El cultivo de algas se realiza de dos formas. La primera, corresponde a una técnica tradicional que consiste en enterrar un manojo de algas en el sustrato. Esta "siembra" o plantación inicial se realiza con densidades de 0,5-1 kg/m². Las profundidades de siembra puede variar desde la zona intermareal hasta los 10 m de profundidad (dependiendo de la latitud y topografía de la costa).

La acuicultura ha crecido diferencialmente desde el comienzo de sus operaciones comerciales. En su primera década (1984-1994) el volumen de cosecha creció más de 2000 por ciento, con una tasa media de crecimiento anual de 37 por ciento. Hacia el final de este período se cultivaban 13 especies, aunque sólo las algas (*Gracilaria spp*) y los salmónidos representaron más del 90 por ciento de las cosechas.

En su segunda década de desarrollo (1995-2005) las cosechas aumentaron 258 por ciento en el período, con un promedio anual de 16 por ciento. Durante 2005, se registró cosecha de 14 especies aunque el 83 por ciento correspondió a salmónidos, seguidos por moluscos (choritos) y algas.

En el último período (2006-2009), el volumen total de cosecha decreció 9 por ciento, registrando un promedio anual de 1 por ciento por año. Durante 2009, la cosecha provino desde el cultivo comercial de 17 especies, aunque el aporte de salmónidos y moluscos bivalvos siguió predominando significativamente en la cosecha total (83 por ciento). En este período se constató la cosecha anual máxima histórica de salmónidos y choritos: 630 000 toneladas y 187 000 toneladas, respectivamente, durante 2008. Sin embargo, también es necesario consignar que durante este período se constató una epidemia sanitaria producida por el virus ISA que afectó significativamente a la industria salmonera y a las comunidades locales debido a la pérdida de puestos de trabajo y, consecuentemente, generando un deterioro en las economías locales.



Por otra parte, durante 2007 y 2008, las dificultades económicas globales también afectaron a la acuicultura, especialmente por la disminución de la demanda y de los precios en los mercados destino, lo que afectó particularmente a la producción de moluscos bivalvos y ostiones, aunque este último producto también ha estado afectado por la competencia con otros países productores, especialmente Perú.

El ingreso bruto de las exportaciones de acuicultura en Chile ascendió a un total de 2 000 millones de USD para el año 2009, lo que significa aproximadamente un 60,4 por ciento del ingreso total de las exportaciones nacionales de productos del mar (SUBPESCA, 2009).

La acuicultura en Chile registró un crecimiento sostenido durante el período 2003-2008, especialmente en el número de centros y la cosecha obtenida en el cultivo de salmónidos y de moluscos bivalvos, lo que contrarrestó la tendencia decreciente en el cultivo de algas tanto en el número de centros en operación como en las cosechas obtenidas. (Sernapesca, 2003-2009).

En el año 2008, operaron aproximadamente 2 560 centros de acuicultura (con o sin cosecha), nivel muy similar al año 2007 en el que se registraron 2 556 centros en operación. Del total de centros en operación, sólo 1 177 obtuvieron cosechas, con un total de 870 845 toneladas. Ese año la cosecha de peces representó el 73 por ciento de la cosecha total, la cosecha de moluscos un 24 por ciento y la cosecha de algas un 3 por ciento.

A junio de 2009 existían 3 579 centros de cultivo autorizados, la mayor parte para producir peces, moluscos y algas (Sernapesca, 2009), localizados principalmente en la Región de Los Lagos (1 903 centros). La superficie total concesionada ascendió a 33 052 ha, distribuidas para cultivo de moluscos (17 111 ha), de peces (12 019 ha) y de algas (3 922 ha) (Figura 15).

(1) Acuicultura de Pequeña Escala (APE)

González *et al.*, 2010 indican que del total de centros de acuicultura autorizados a marzo del 2009, 1 330 corresponden a centros APE, tanto desde la perspectiva de la superficie y niveles de producción, de acuerdo a la especie objetivo de cultivo, representando a esa fecha el 37 por ciento del número total de centros autorizados. Del total de centros

APE un 58,5 por ciento (778) fueron dedicados al cultivo de *Gracilaria*, un 44 por ciento (486) a mitílidos (chorito, cholga y choro zapato) y un 5 por ciento (66) fueron dedicados al cultivo de otros moluscos (ostiones, ostra del pacífico y ostra chilena) y a otras macro algas (Figura 17).

La superficie total autorizada para APE a marzo del 2009 fue de 3 523 ha, correspondiendo a un 11 por ciento de la superficie total autorizada para acuicultura. De este total, el 42 por ciento fue orientado al cultivo de mitílidos (1 492 ha) y 45 por ciento (1 588 ha) fue orientado al cultivo de *Gracilaria* (Figura 18).

La X región, Región de Los Lagos, ha sido la más importante para la APE en las últimas dos décadas con un área autorizada que representó entre el 75 por ciento y 80 por ciento del total APE entre 1990 y 2009 (Figura 19). Las regiones que siguen en orden de importancia para la APE son la IV región (Región de Coquimbo), la III región (Región de Atacama) y la XV región (Región de los Ríos). Otras regiones donde existe actividad APE son la VIII región (Región del BíoBío) y la XI región (Región de Aysen).

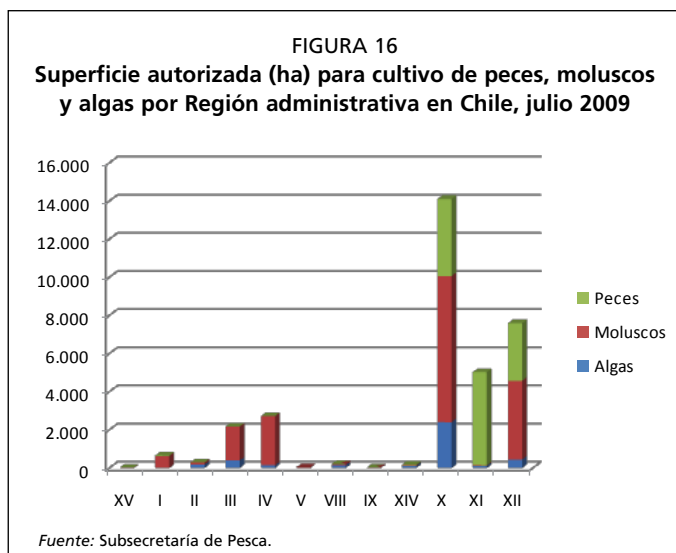
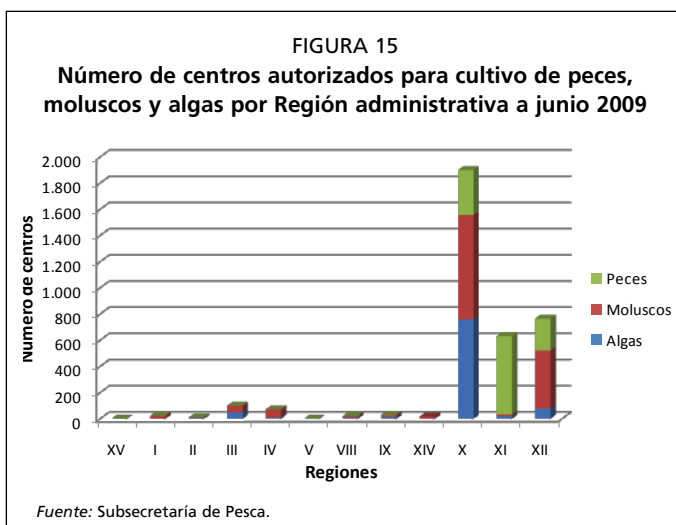
La Figura 20 presenta la evolución del número de centros APE de acuerdo al tipo de propietario, Persona Natural, Persona Jurídica y Organizaciones. El 2008 el 86 por ciento (1 145) de los centros autorizados para APE pertenecen a Personas Naturales, 8 por ciento (106) de los centros autorizados pertenecen a Organizaciones (cooperativas, sindicatos u otras) y el 6 por ciento restante a Personas Jurídicas.

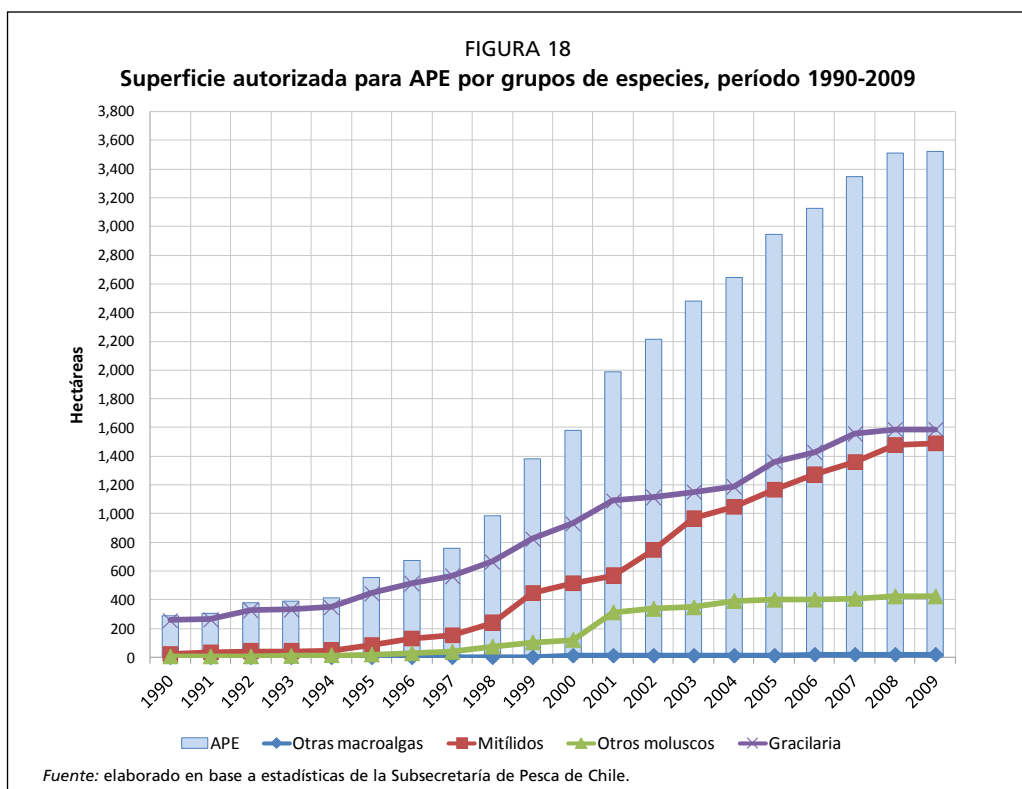
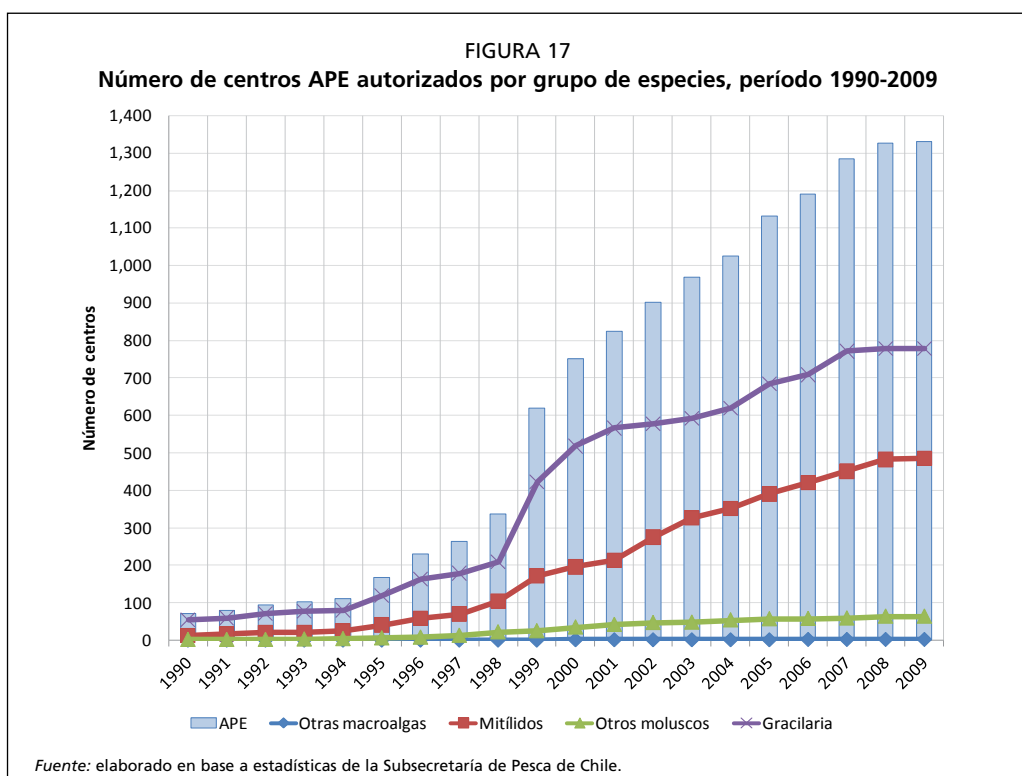
De manera similar la distribución de la superficie autorizada para APE de acuerdo al tipo de propietario se muestra en Figura 21. Así el año 2008, el 59 por ciento (2 080 ha) de la superficie autorizada para APE pertenecía a Personas Naturales, el 34 por ciento (1 202 ha) a Organizaciones y sólo el 7 por ciento (234 ha) a Personas Jurídicas.

A partir de los datos sobre número de centros y superficie por tipo de propietario, es posible estimar que en promedio, el tamaño de los centros productivos APE autorizados para Personas Naturales, Organizaciones y Personas Jurídicas fue de 1,8 ha, 11,3 ha y 3 ha, respectivamente en el año 2008.

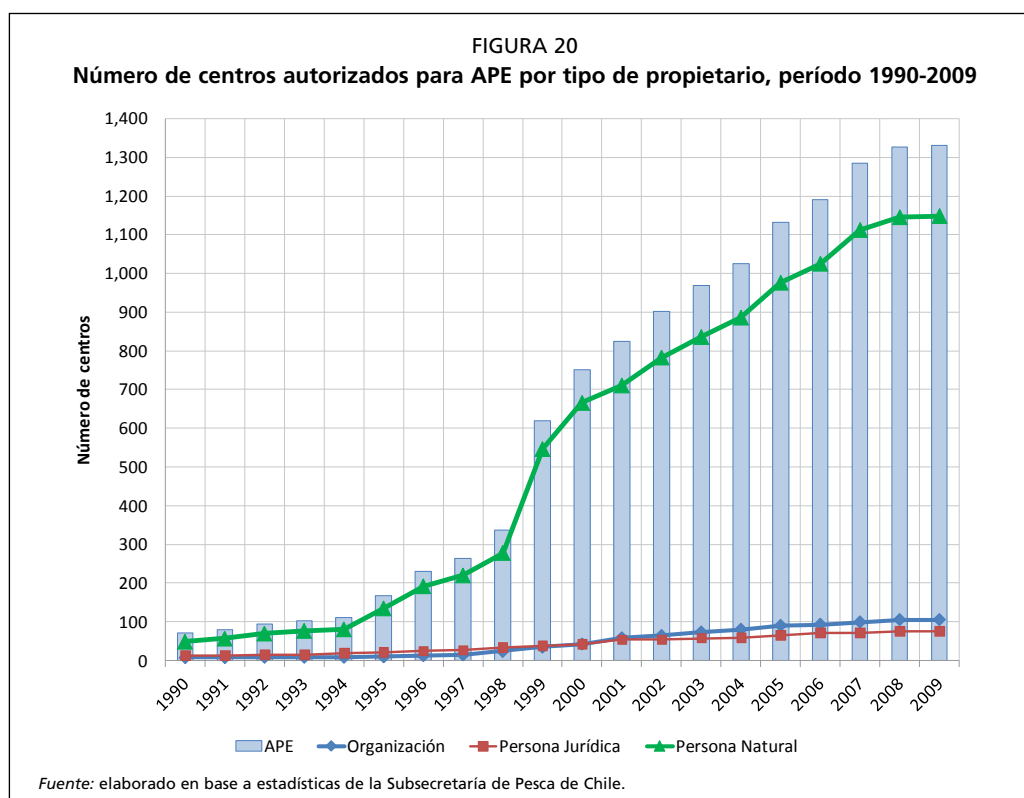
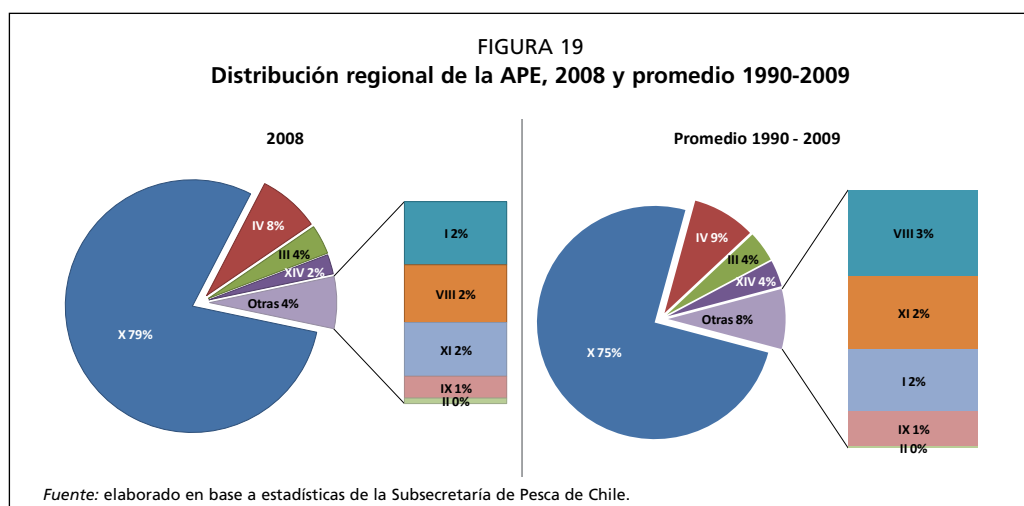
Descripción del estado del ambiente asociado a la acuicultura

Una de las principales fuentes de información respecto del estado de situación ambiental de los ambientes en que se desarrolla la acuicultura en Chile, corresponde a aquella proveniente de los informes (INFA) que deben entregar los centros de acuicultura a la Subsecretaría de Pesca de acuerdo a lo establecido en el D.S. (MINECON) N° 320/2001, Reglamento Ambiental para la Acuicultura (RAMA). A partir de esta información la Subsecretaría de Pesca emite un informe bienal sobre el



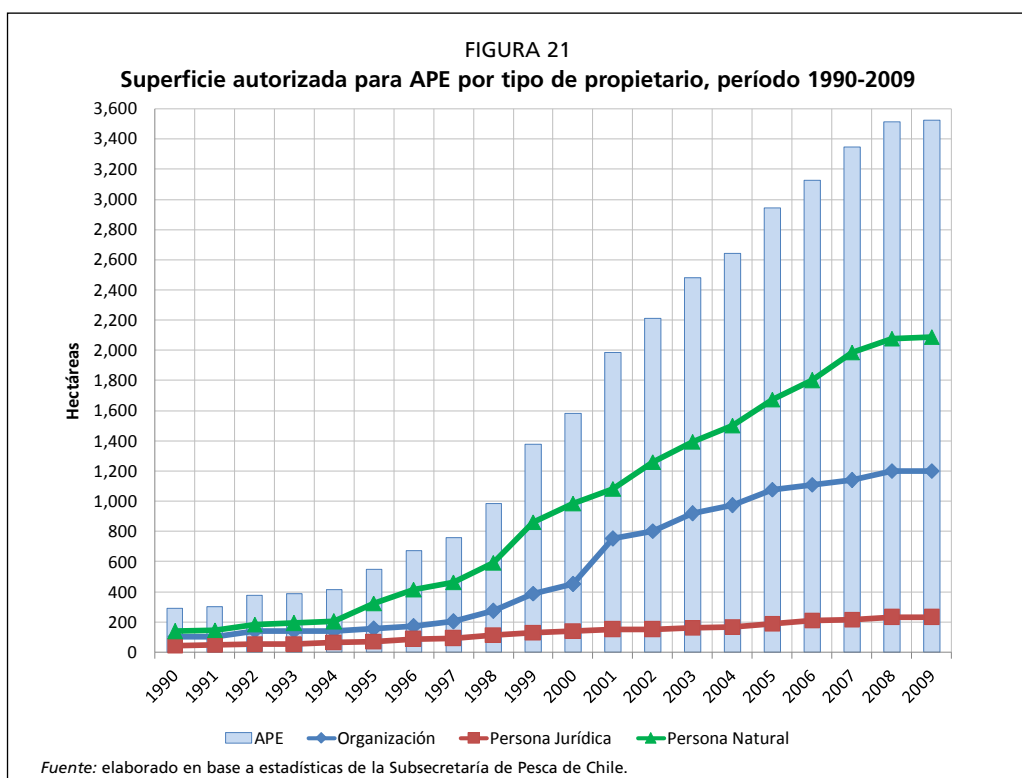


estado ambiental de la acuicultura chilena. Por ejemplo, el Informe Ambiental de la Acuicultura (SUBPSECA, 2008), corresponden al análisis de los informes ambientales a nivel país, representando la información a escala regional, por categorías, grupos de especies y evaluación ambiental, entre otros. Además, se incluyen mapas temáticos con la distribución espacial de los centros de cultivo y sus variables ambientales, para las zonas geográficas de mayor concentración de éstos, correspondientes a las regiones de Los Lagos, Aisén, Atacama y Coquimbo.



De un total de 3 052 documentos con información ambiental presentados en el período 2005-2006 2 241 Informes Ambientales (73,4 por ciento), correspondiendo a centros de cultivo ubicados en porción de agua y de fondo, fueron evaluados en condición aeróbica/anaeróbica, 572 (18,7 por ciento) informes correspondieron a centros en tierra, pisciculturas, hatcheries y centros en descanso, para los que no aplica la evaluación de aerobia/anaerobia y 239 centros de cultivo (7,8 por ciento) no fueron evaluados por presentar inconsistencias en la metodología utilizada para la realización del informe ambiental (SUBPESCA, 2008).

Del total de centro evaluados entre 2005 y 2006, aproximadamente el 54 por ciento fueron de mitílidos, 43 por ciento de salmónidos y 3 por ciento de macroalgas, los que fueron categorizados en base a la profundidad del sector, tipo de cultivo, producción máxima, tipo de cuerpo de agua y tipo de fondo (Resolución SUBPESCA N° 404/2003), permite relacionar a dichos centros con los impactos esperados y en base a esto, determinar las variables a considerar para cada categoría en particular. Al



respecto, las variables exigidas en cada caso deberían fluctuar dentro de ciertos rangos de aceptabilidad, por ejemplo presentar porcentajes de materia orgánica inferiores a 15 por ciento, concentraciones de oxígeno disuelto en la columna de agua superiores a 0,5 ml/l en las capas más profundas, valores de pH superiores a 6,8 y registros de potencial REDOX ($Eh_{(NHE)}$) superiores a 0 mV en los sedimentos.

Adicionalmente, León-Muñoz *et al.* (2007) basados en diversos estudios financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP), indica que las concentraciones de fósforo y nitrógeno existentes en los lagos de la Región de Los Lagos se encontraban próximas o eran superiores a las cargas críticas estimadas para cada sistema y que a mediados de los 90's los estudios recomendaban no incrementar las actividades de salmonicultura y, más aún, recomendaban disminuir los rangos de producción. El mismo autor agrega que el Informe Ambiental de la Acuicultura Chilena (SUBPESCA, 2006) reportó que 10 centros de cultivo emplazados en cuerpos de agua lacustres registraron sedimentos anóxicos, lo que representaba un 20 por ciento de las concesiones que operaron y entregaron INFAs den el período 2003-2005.

Sepúlveda, Farías y Soto *et al.* (2009) indica que en Chile se escapan anualmente alrededor de 1,7 millones de salmónidos desde sus centros de cultivo en mar. Estos escapes de salmones, así como los que también se producen en agua dulce, generan impactos negativos tanto a nivel ecológico como social. Entre los impactos ambientales de los escapes indica que se reconocen tres impactos directos: (i) efectos sobre los ecosistemas y sobre especies nativas; (ii) "asilvestramiento" de los salmones escapados; y (iii) transmisión de patógenos y enfermedades. Entre los impactos sociales más relevantes estos autores indican: (I) los relacionados con salud pública; (II) los vinculados al ámbito político social; y (III) los asociados a pérdidas económicas para los productores. Sepúlveda, Farías y Soto (2009) indica además que las principales causas de escapes de salmones pueden estar asociadas, ya sea a acciones externas (por ejemplo la acción de depredadores, robos y condiciones climáticas adversas), así como aquellas de directa responsabilidad de los productores (por ejemplo mantención de las estructuras de cultivo y la manipulación rutinaria de los peces), siendo estas últimas también causas atribuibles a escapes en centros de agua dulce.

(1) *Análisis espacial, Región de Los Lagos*

En base a un análisis espacial de la producción de acuicultura y de las variables ambientales en la SUBPESCA (2008) indica que para la zona sur en la X región (Región de Los Lagos) las producciones de salmónidos y mitílidos se encontró un predominio en el rango de las 1 000 a 5 000 toneladas por año en toda la región, pero que estas aumentaron en el 2006 en los sectores de Castro-Quinchao y Hualaihué. Este mismo informe indica que, en términos generales, los rangos de producción de mitílidos durante el año 2005, fluctuaron principalmente entre 1-1 000 toneladas, en sectores como Ancud, Hualaihué, Reloncaví y Quellón, excepto en los centros ubicados en las cercanías de Castro y Calbuco, que estuvieron en el rango de 1 000-5 000 toneladas. El año 2006, se reportó un aumento en las productividades en los sectores cercanos a Castro, encontrándose centros en el rango de 5 000-10 000 toneladas. La producción de salmónidos, en términos generales, se ubicó en el rango de 1 000-5 000 toneladas en toda la región de Los Lagos durante el año 2005, destacando centros aislados en todos los sectores en el rango de 5 001-10 000 toneladas. Durante el 2006, se reportó un aumento en los niveles productivos, especialmente en el sector de Castro-Quinchao.

En relación a las variables ambientales para la Región de Los Lagos, SUBPESCA (2008) reporta valores para materia orgánica, pH y potencial REDOX. En cuanto a materia orgánica para centros de salmónidos y moluscos, con una distribución espacial de las concentraciones de materia orgánica similares para los años 2005 y 2006. En términos globales, los valores más altos se registraron en las cercanías de Quellón, Queilen, Ancud y Lago Llanquihue. El sector del Estero Reloncaví presenta valores medios en el rango de 3,1-8 por ciento. Las concentraciones de materia orgánica en el área, para el grupo de los moluscos en el año 2005, se encuentran principalmente entre 0,1 y 3 por ciento, no obstante se destacan sectores con valores por sobre 8 por ciento en las cercanías de Quellón, Ancud y Calbuco y valores sobre el 15 por ciento en las cercanías de Quellón y Ancud. Para el año 2006, las concentraciones de materia orgánica de este grupo, presentaron un aumento en el rango de 3,1-8,0 por ciento respecto del año 2005. Para el grupo salmónidos, durante el año 2005, la concentración de la materia orgánica predomina en el rango de 0,1-3 por ciento, no obstante, destacan los sectores de Reloncaví, Castro-Quinchao y Quellón en el rango 3,1-8 por ciento y Queilen y lagos cercanos con valores sobre el 15 por ciento. En el año 2006 se observa en general las mismas condiciones del año 2005, destacando un aumento en valores sobre 8 por ciento en las cercanías de Calbuco.

En cuanto a pH el año 2005, los valores fueron ligeramente más básicos respecto del año 2006 (sobre 7,6 versus el rango de 6,8-7,5). Destaca la zona cercana a Quellón, con un cambio significativo en los valores de pH desde un rango más básico en el año 2005 a un rango medio en el año 2006. Los cuerpos de agua terrestres se destacan por los bajos valores de pH, indicando condiciones más ácidas. Los centros de cultivo de moluscos que informaron valores de pH, se encuentran concentrados básicamente en dos grandes sectores: Castro y Calbuco (sólo los centros categoría 3 deben entregar mediciones de esta variable). Durante el 2005 se identificaron tres rangos de distribución de pH, destacando los sectores de Calbuco y Castro con bajos valores ubicados en el rango 5,5-6,7. En tanto que para el 2006 se registraron sólo dos rangos de pH (sobre 6,8). La distribución espacial de pH del grupo salmónidos muestra la misma tendencia descrita en el análisis general, con un cambio entre los años 2005 y 2006, presentando este último un mayor número de centros con valores en el rango medio.

Los resultados respecto de potencial REDOX para los grupos moluscos y salmónidos, indican en términos generales, un mayor número de centros de cultivo con valores negativos de REDOX durante el 2005, principalmente en las zonas de Puerto Montt-Calbuco, cercanías de Quemchi, Queilen y Quellón. No obstante, durante el 2006 se observan en general valores ubicados en rangos positivos ($E_{h(NHE)} > 0$ mV). El Lago Llanquihue no presenta variaciones de un año a otro. El potencial de oxidación-reducción

para los centros de cultivo de moluscos, se encuentra concentrada espacialmente en los sectores de Castro y Calbuco para ambos años de análisis e igualmente al caso del pH, durante el año 2006 se observa una disminución de los centros con valores negativos y un aumento en el número de centros ubicados en el rango medio ($Eh_{(NHE)}$ 0 a 150 mV). La distribución espacial de REDOX para el grupo salmónidos indica un alto número de centros de cultivo con valores negativos de REDOX en el 2005, concentrados principalmente en los sectores de Puerto Montt –Calbuco, Quemchi, Queilen y Quellón. En cambio, en el 2006 se observa una variación en la distribución espacial encontrándose centros con valores negativos de manera más aislada.

Respecto de la variable de oxígeno disuelto, los valores obtenidos a menos de 1 metro del fondo indican, en términos generales, que las menores concentraciones de oxígeno disuelto (rango 2,0 a 6,0 ml/l) se presentan en las cercanías del sector de Calbuco, Hualaihué, Queilen y Quellón el 2005. Los centros de cultivo ubicados en las cercanías del sector de Castro-Quinchao y Lago Llanquihue, presentaron concentraciones en el rango medio (6,1 a 8,0 ml/l). Durante el 2006 la mayoría de los centros de cultivo se ubicaron en el rango 2,0-6,0 ml/l, observándose además una disminución de los centros que realizaron perfiles de oxígeno disuelto. Los centros de cultivo de moluscos que informaron resultados de oxígeno disuelto se encuentran concentrados básicamente en las cercanías de Castro para los dos años analizados. Durante el 2005, predominaron las concentraciones de los rangos 2,0-6,0 ml/l y 6,1-8 ml/l. En este año además, informaron concentraciones de esta variable, los centros ubicados en Quellón y en las cercanías de Puerto Montt, a diferencia del 2006, en que los centros de cultivo que informaron resultados se ubican en el sector de Castro, y dos centros en Reloncaví.

Las concentraciones de oxígeno disuelto presentados por los centros de cultivo de salmónidos se encuentra en el rango 2-6 ml/l, principalmente en los sectores de Calbuco, Castro-Quinchao, Hualaihué y Quellón. Los sectores de Lago Llanquihue y Reloncaví registraron valores en el rango 6,1-8,0 ml/l. Esta tendencia se manifiesta también durante el año 2006, pero con una marcada disminución de centros de cultivo que informaron resultados de esta variable.

(2) *Análisis espacial, Región de Aisén*

Al comparar los niveles productivos de los años 2005 y 2006 (Figuras 26a y 26b), se observa un rango más amplio en el año 2005, que supera las 10 000 toneladas en el sector de la cabecera del Fiordo Aisén y en el sector norte de Los Chonos. En el año 2006 sólo el sector de Cupquelán presenta un aumento, respecto del año 2005, en el rango de 1 001-5 000 toneladas.

Respecto de materia orgánica la Región de Aisén muestra que los mayores valores registrados en el 2005 corresponden a centros ubicados en las cercanías de Puerto Chacabuco. En tanto, los valores ubicados en el rango 0,1-3,0 por ciento se distribuyen en general en los sectores de Islas Guaitecas (Melinka) y archipiélago de Los Chonos. Durante el 2006 destaca el aumento en el porcentaje de materia orgánica de un centro en el sector de Puerto Cisnes.

Los valores de pH durante el 2005 presentaron rangos de distribución de 6,8-8,5, en cambio, durante el 2006 se observa un mayor predominio de valores en el rango 6,8-7,5, especialmente en el sector de la cabecera del Fiordo Aisén (Puerto Chacabuco), Puerto Cisnes y en el sector de Quitralko.

En cuanto al potencial REDOX el número de centros de cultivo de salmónidos que entregaron información de esta variable fue mayor en el 2005 que el 2006. Durante el 2005 los valores bajo cero se concentraron en la zona sur del archipiélago de Los Chonos, Fiordo Aisén, Puyuhuapi, Seno Ventisquero e Islas Guaitecas. Para el 2006 se mantuvo esta condición para los centros ubicados en el Archipiélago de Los Chonos, en cambio se observa una disminución en el número de centros con valores bajo cero, en los sectores de Fiordo Aisén y Puyuhuapi.

Los registros de oxígeno disuelto corresponden a las concentraciones a 1 metro del fondo en centro de cultivo categorías 3 y 5, de acuerdo a la resolución N° 404/2003 vigente para el periodo analizado. Los rangos de distribución de esta variable, en general fueron más bien bajos (2,0-6,0 ml/l) en casi todos los sectores de la región. Para el 2006 se observa una disminución general de los centros que informaron esta variable, a excepción de los centros de cultivo del sector de Cupquellán donde aumentó.

(3) *Análisis espacial, Región de Coquimbo*

En la región de Coquimbo, los niveles productivos de los años 2005 y 2006 fueron bastante similares, con un rango de 1,01 a mayor que 100 toneladas en el caso de los moluscos, concentrados en bahía Tongoy y Guanaqueros (además de Chungungo en el 2005) y, con registros de 10,01 a más de 100 toneladas en el caso de las algas, concentradas principalmente en Bahía Coquimbo.

Los porcentajes de materia orgánica de la Región de Coquimbo, corresponden a centros de cultivo de moluscos ubicados entre Guanaqueros y Tongoy y de algas en los sectores de Coquimbo y Chungungo. La distribución espacial de los porcentajes de materia orgánica en esta región, registró valores bajos (en el rango de 0,1-3,0 por ciento) para los años 2005 y 2006, con sólo dos valores en el rango medio (3,1-8,0 por ciento) en el sector de Tongoy para el año 2006 y que corresponden a centros de cultivo de moluscos. Los centros de cultivo de algas, presentaron en ambos años valores bajos de esta variable.

(4) *Análisis espacial, Región de Atacama*

Los centros de mayor producción en la región de Atacama, se ubican en el sector de bahía Inglesa y Caldera, registrando para el año 2005 valores máximos en el rango de 10-50 toneladas en el caso de los centros de cultivo de algas y mayor a 100 toneladas en los centros de cultivo de moluscos. Durante el 2006 se observa un aumento en los rangos de producción en centros de cultivo de algas ubicados en el sector de Caldera (con más de 100 toneladas).

Los valores de los porcentajes de materia orgánica para la Región de Atacama corresponden centros de cultivo de moluscos y algas. Los registros para la región, en los años 2005 y 2006, fueron bastante similares, encontrándose valores bajos en el rango de 0,1-3,0 por ciento (figuras 34a y 34b). En el año 2006, se observa un sólo caso que presentó valores en el rango medio (3,1-8,0 por ciento), correspondiente a un centro de cultivo de algas ubicado en el sector de Caldera. Los centros de cultivo de moluscos presentaron en ambos años, valores bajos de porcentajes de materia orgánica.

Distribución espacial de centros de cultivo con sedimentos anaeróbicos

SUBPESCA (2008) mediante la evaluación de las INFAs para el período 2005-2006, reportó un total de 81 centros en condiciones anaeróbicas correspondiendo a un 3,61 por ciento del total evaluado. La mayoría de los centros evaluados con condiciones anaeróbicas provienen de la X Región o Región de Lagos (67 por ciento) y seguida por la XI Región o Región de Aisén (28 por ciento). El porcentaje restante se registran en las regiones IV (Región de Coquimbo) y XII (Región de Magallanes). En el año 2005 se registró un total de 47 centros con condiciones anaeróbicas, lo que representa el 4,3 por ciento del total de INFAs evaluadas para ese año. En tanto, para el año 2006 se presentaron 34 centros con condiciones anaeróbicas, lo que representa aproximadamente un 3,0 por ciento del total de INFAs evaluadas en dicho año.

TABLA 1
Centros con sedimentos en condiciones anaeróbicas, periodo 2005-2006

Región	2005	2006	Total
IV	1	0	1
X	29	25	54
XI	16	7	23
XII	1	2	3
Total	47	34	81

Fuente: extractado de SUBPESCA (2008).

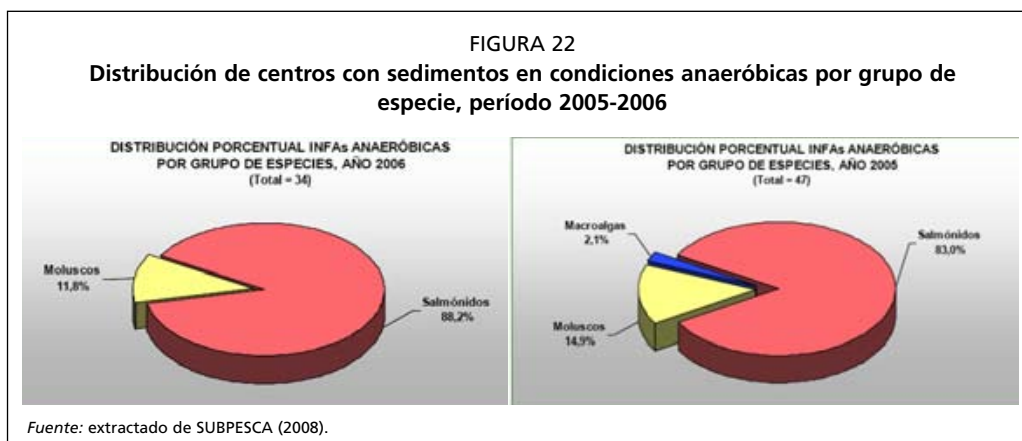


Figura 22 presenta la distribución de los centros con sedimentos en condiciones anaeróbicas por grupo de especies. En base a esta información SUBPESCA (2008) destaca además que el mayor porcentaje de los centros en condiciones anaeróbicas corresponde a centros de cultivo de salmónidos (entre 83 y 88 por ciento), seguido con porcentajes mucho menores por los cultivos de moluscos (entre 11 y 15 por ciento).

3. Descripción de la contribución social y económica del sector y la dependencia del mismo

El sector pesquero chileno está compuesto, principalmente, por el subsector de pesca extractiva y el subsector de la acuicultura, incluyendo actividades que califican como industriales y artesanales o de pequeña escala. En Chile no existe pesca de captura comercial en aguas continentales (lagos y ríos), aunque si opera un importante subsector de pesca recreativa.

La acuicultura ha crecido sostenidamente durante las últimas décadas, producto de una expansión territorial de estas actividades, de la intensificación tecnológica y económica (inversión) registrada, especialmente en la salmonicultura y mitilicultura. Esta actividad económica está basada en la operación de centros de cultivo asociados a cuerpos de agua dulce, estuarinos y marinos, siendo en estos últimos donde se concentra el mayor número y donde se genera la producción de materia prima. En 1990, la cosecha desde centros de cultivo fue de 71 000 toneladas a nivel nacional, contribuyó con el 1,3 por ciento de la producción total del sector pesquero para ese año. Diez años después, en el 2000 la cosecha desde los centros de acuicultura alcanzó las 425 000 toneladas, representando un 8,5 por ciento de la producción total del sector pesquero nacional y en el 2008 la acuicultura contribuyó con un 18,1 por ciento de la producción total del sector, alcanzando las 870 000 toneladas. En 2008 existían alrededor de 3 600 centros de cultivo autorizados que representan una superficie total autorizada de 33 000 hectáreas. El principal tipo de cultivo continúa siendo la salmonicultura seguida por la mitilicultura y el cultivo de algas. La mayor proporción de la cosecha proviene del sector industrial que en la última década ha contribuido en torno al 90 por ciento de la cosecha total.

La materia prima por el sector pesquero chileno, incluida la acuicultura, está fundamentalmente orientada a la elaboración de productos de exportación para consumo humano directo y piensos de animales (harina de pescado). El consumo nacional de productos de mar ha sido históricamente bajo en comparación a otros países: en 2008 el consumo interno sólo alcanzó a 4,9 kg per cápita. El tipo de productos exportados por el sector ha registrado un notorio cambio en los últimos 30 años, desde la década de los ochenta cuando la mayor parte de la materia prima de la pesca extractiva se destinaba a la elaboración de harina y aceite de pescado, hasta la actualidad cuando la elaboración de productos para consumo humano ha subido significativamente su participación tanto en volumen como en valor económico, teniendo la acuicultura un fuerte rol

en este cambio. A principios de la última década se exportaban volúmenes en torno a 1 200 000 toneladas, con un valor FOB aproximado a MMUSD1 900. En 2008, el volumen exportado ascendió a 1 356 000 toneladas con un valor total de MMUSD4 100. Esta tendencia se explica fundamentalmente por la mayor participación de productos destinados al consumo humano provenientes principalmente de la acuicultura y por el mayor precio obtenido en los mercados internacionales.

De acuerdo a las estadísticas nacionales el sector pesquero, incluyendo la acuicultura representó cerca de un 1,3 por ciento anual del Producto Interno Bruto del país entre el año 2003 y 2008, si se considera sólo los desembarques y cosecha de los centros de cultivo (Gobierno de Chile, 2010). De acuerdo a las estadísticas de la Subsecretaría de Pesca, las exportaciones del sector, incluyendo la acuicultura representan entre el 5 por ciento y 7 por ciento de las exportaciones totales del país entre el año 2008 y 2010.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, los sectores económicos más relevantes para la economía nacional son Negocios y Servicios Financieros, Manufactura y Servicios Personales, que representaron en conjunto un 43 por ciento del PIB en el 2008, excluyendo impuestos y aranceles de importación (INE, 2009).

El censo pesquero realizado durante el periodo 2007-2009 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en conjunto con Subsecretaría de Pesca, determinó que en la acuicultura existían 19 628 personas contratadas, distribuidas en 1 572 dedicadas a la acuicultura de menor tamaño (bajo 10 hectáreas) y 18 056 que operan en acuicultura de mayor tamaño (sobre las 10 hectáreas). Otros estudios, indican que en 2008 existían 610 centros de cultivo que calificaban como acuicultura de pequeña escala (APE) se registraron 1 778 personas contratadas en forma permanente y 928 personas que eventualmente participaron en la actividad (Informe Final Proyecto Asistencia Técnica para el diseño de modelo de gestión en la APE).

Es necesario destacar, que debido a la crisis sanitaria que ha afectado a la salmicultura desde mediados de 2007, se han producido 17 000 despidos desde centros de cultivo, plantas de procesamiento y otros servicios asociados (www.aqua.cl, 28/05/2010).

(1) *Empleo y remuneraciones en la acuicultura industrial*

La industria acuícola genera 3 109 empleos directos que se desempeñan en labores administrativas. De este universo, 3 076 son empleados contratados y solo 33 son empleados subcontratados. Del total de empleados contratados un 86 por ciento es desempeñado por hombres y solo un 14 por ciento por mujeres. En cuanto a empleados subcontratados, un 84 por ciento es desempeñado por hombres y un 16 por ciento por mujeres, manteniendo una tendencia a la mayoría masculina. Las remuneraciones para cada tipo de empleo pueden ser observados en Tabla 2.

En cuanto a empleos generados por la industria acuícola para labores en funciones productivas la cifra se eleva a 15 184 empleos al año 2007, de los cuales 14 754 son contratos y 430 son subcontratos. Del total de empleos de contrato, el 84 por ciento es desempeñado por hombres y un 16 por ciento por mujeres, para empleos de subcontratación el 81 por ciento es desempeñado por hombres y un 19 por ciento por mujeres. Esto mantiene la tendencia a una mayoría del género masculino en el desempeño de la actividad.

(2) *Empleo y remuneraciones en la Acuicultura de Pequeña Escala*

La acuicultura de pequeña escala genera un total de 1 269 empleos directos en labores administrativas contratados, de los cuales un 79 por ciento equivalen a trabajadores hombres y un 21 por ciento a mujeres esto demuestra una amplia mayoría del género masculino en el sector (INE, 2007), a su vez se generan solo 39 empleos subcontratados en labores administrativas. Las remuneraciones para los diferentes cargos desempeñados en labores administrativas pueden ser apreciadas en la Tabla 3.

TABLA 2

Remuneraciones acuicultura industrial por tipo de empleo (Miles de USD/mes)

Tipo de Empleo	Gracilaria		Mitolidos		Ostion del Norte		Salmónidos	
	IngMin	Ing Max	IngMin	Ing Max	IngMin	Ing Max	Ing Min	Ing Max
Administrativo								
Actividad Auxiliar	0	0	188	2 440	279	910	161	3 077
Aseorías contables y otros	240	240	43	917	12	816	31	1 542
Personal y Seguridad	0	0	349	480	498	989	78	1 342
Propietarios	2 083	2 083	175	2 892	449	3 000	83	5 568
Registro contable y estadístico	0	0	227	2 710	195	4 444	26	2 549
Trabajadores permanentes, directivos y gerenciales	0	0	1 000	6 695	2 207	8 927	299	11 463
Productivo								
Administrativos	0	0	467	467	205	287	92	2 641
Asistentes y operarios de centro	0	0	250	1 196	197	1 127	115	2 061
Buzos	0	0	133	760	96	1 102	82	2 208
Buzos intermedios	0	0	467	467	205	287	92	2 641
Jefe centro	2 083	2 083	175	2 892	449	3 000	83	5 568
Temporeros	0	0	67	1 299	197	197	37	862
Operarios	0	0	467	467	205	287	92	2 641

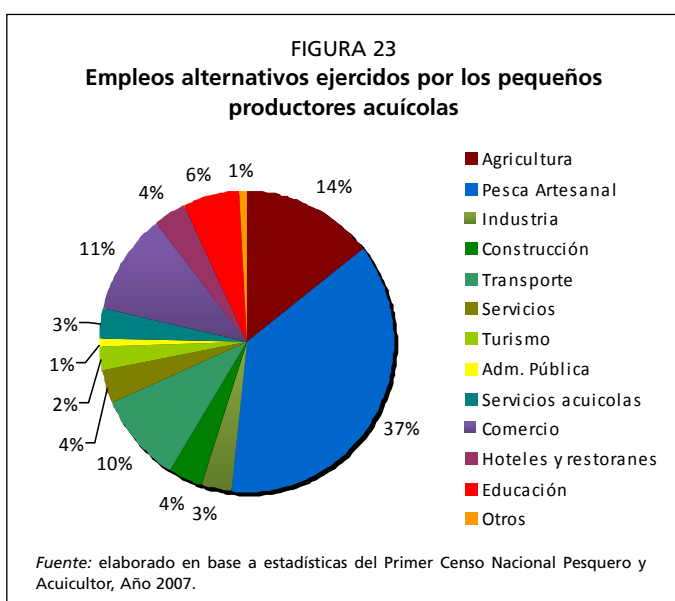
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del primer Censo Pesquero y Acuicultor, INE, 2007.

TABLA 3

Remuneraciones acuicultura de pequeña escala APE, por tipo de empleo (Miles de USD/mes)

Tipo de Empleo	Gracilaria		Mitolidos		Ostion del Norte		Salmónidos	
	IngMin	Ing Max	IngMin	Ing Max	IngMin	Ing Max	IngMin	Ing Max
Administrativo								
Actividad Auxiliar	10	17	10	713	33	33	338	713
Personal y Seguridad	360	360	24	720	379	379	0	0
Propietarios	5	1 112	27	5 000	58	1 112	120	1 541
Registro contable y estadístico	208	583	30	1 600	0	0	500	500
Vendedores	0	0	60	60	0	0	0	0
Productivo								
Asistentes y operarios de centro	21	308	33	660	42	335	160	577
Buzos	83	1 000	47	675	667	100	0	0
Jefe centro	5	80	132	2 390	350	1 133	300	2 000

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del primer Censo Pesquero y Acuicultor, INE, 2007.



A su vez, la acuicultura de pequeña escala genera 488 empleos directos en labores productivas, de este universo un total de 461 son empleos a contrato directo y solo 27 empleos son subcontratos. Del total de empleos directos un 81 por ciento es desempeñado por hombres y solo un 19 por ciento por mujeres, lo cual mantiene la tendencia hacia una mayoría masculina en el desempeño del sector. Las remuneraciones para cada tipo de empleo desempeñado en labores productivas pueden ser observadas en las Tablas 2 y 3.

Se observa una disminución general en las remuneraciones (a excepción de los buzos mariscadores) para empleados subcontratados. A pesar de esto último

en nivel de empleados subcontratados no supera el 6 por ciento del total de empleados al 2007.

Del total de productores acuícolas de menor tamaño, 507 de acuerdo al Censo Pesquero y Acuicultor 2007, el 50 por ciento poseen otras actividades productivas durante el año, donde destacan la pesca artesanal, la agricultura, el transporte, el comercio, entre otros. La Figura 23 detalla, en porcentaje, los empleos alternativos ejercidos por los productores.

4. Principales problemas que afectan a la industria acuícola

En el Primer Censo Nacional Pesquero y Acuicultor, INE, 2007, se consultó a un total de 474 productores por cuáles eran sus mayores problemas. Del total de 1099 respuestas entregadas por los productores un 59 por ciento hacen referencia a problemáticas ambientales, siendo el mayor problema ambiental según los productores, las diferentes condiciones ambientales bajo la cual opera la industria (clima incierto, mareas cambiantes, entre otros). Otros problemas identificados por los productores, que afectan la actividad productiva acuícola son las plagas hidrobiológicas, las enfermedades infecciosas de los salmónidos (virus ISA, y SRS principalmente) y en menor medida las mortalidades causadas por predadores naturales (lobos marinos, principalmente).

1) *Principales problemas que afectan a la acuicultura de pequeña escala*

De acuerdo al PCNPA, INE, 2007, los productores de menor tamaño identifican como su principal problema las condiciones ambientales adversas bajo las cuales operan. También identifican los problemas de mercado como un obstáculo importante para la comercialización exitosa de sus productos. Así mismo, identifican con una falencia en su sector, el escaso acceso a fuentes de financiamiento que les permita innovar y/o capacitarse a fin de desarrollar mejor su actividad. Por otra parte ven en los robos o extracciones ilegales y las pérdidas por predadores naturales una real amenaza para el desarrollo de su sector.

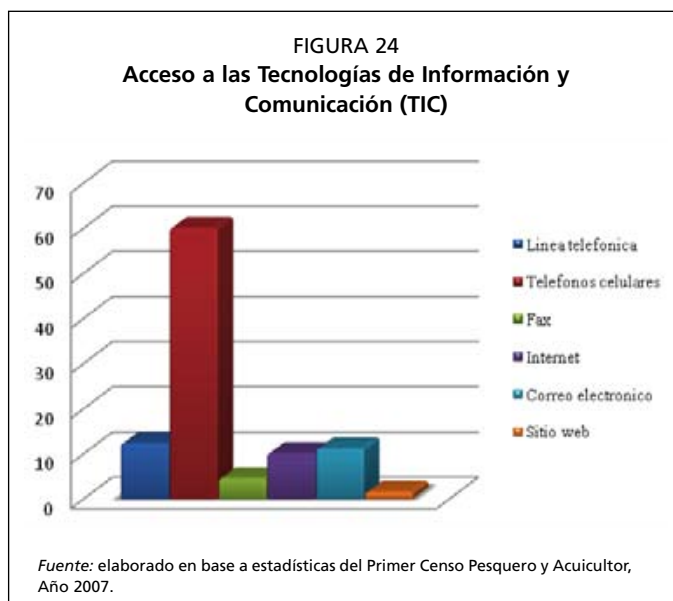
2) *Planes de contingencia ambiental*

En este mismo censo, se les consultó a los productores industriales si poseían medidas de contingencia ambiental, ante lo cual, el 96 por ciento de los productores declaro poseer planes de contingencia ambiental y solo un 4 por ciento declaro no poseer ningún tipo de medida. Esto demuestra que los productores están conscientes de la importancia de poseer planes de contingencia y de su relevancia para el desarrollo y el buen desempeño de la industria acuícola Chilena. A diferencia de la acuicultura industrial, la gran mayoría de productores de menor tamaño no poseen plan de contingencia ambiental. Sólo un 33 por ciento de los centros cuenta con planes de contingencia ante cualquier eventualidad ambiental, ante un 67 por ciento restante que no tiene plan alguno. Esto marca una diferencia clara entre ambos sectores. Mientras uno cuenta con acceso expedito a la información y fuentes de financiamiento, el otro posee un acceso escaso o inexistente a la información, a los instrumentos de fomento productivo y/o capacitación, por lo cual tiende a ser más vulnerable.

5. Información sobre acceso a TIC's, Innovación, Capacitación y Fomento del sector productivo

En cuanto a la utilización de instrumentos de fomento por parte del sector acuicultor industrial, solo el 6 por ciento de los productores utilizan las herramientas ofrecidas tanto por el gobierno como por el sector privado, de esta forma el 94 por ciento de los productores no utiliza las herramientas de desarrollo productivo disponibles. Sin embargo, opta por los financiamientos propios para la innovación y la capacitación en el proceso productivo.

El 80 por ciento de los acuicultores de menor tamaño no ha introducido innovaciones durante los últimos tres años, sólo el 20 por ciento lo ha realizado y dichas innovaciones han estado enfocadas en su mayoría a los procesos productivos y en menor medida a los



productos propiamente tales, servicios y gestión organizacional. Así mismo, un escaso número de productores ha utilizado instrumentos de fomento productivo, alcanzando el 4 por ciento del total. Los cursos de capacitación son otra herramienta poco utilizada por los pequeños productores. Esto se debe en gran medida, según los productores, a la falta de información, al costo elevado en relación a los eventuales beneficios y a las malas condiciones para el acceso a créditos que permitan incorporar innovaciones dentro de su cadena productiva. Esto se enlaza con el poco acceso a las tecnologías de información y comunicación (Figura 24), ya que en la mayoría de los casos los cultivos de

menor tamaño se encuentran en zonas alejadas de las ciudades, lo cual implica una barrera para el acceso a los centros de información donde se encuentran las fuentes de financiamiento para el fomento y el desarrollo productivo.

6. Descripción del estatus actual y tendencia en gobernanza

Para hacer frente a las complejidades potenciales de las interacciones del cambio climático y a sus posibles efectos es necesario incorporar las respuestas intersectoriales a los marcos de gobernanza. Es probable que las respuestas sean más oportunas, pertinentes y eficaces si se incluyen en los procesos de desarrollo normales e involucran a la población y los organismos en todos los niveles. Para ello se requiere no sólo el reconocimiento de vectores y procesos relacionados con el clima y su interacción con otros aspectos, sino también la disponibilidad de información suficiente para adoptar decisiones y planteamientos eficaces que involucren a los sectores público y privado. Todos estos elementos serán vitales para proporcionar las mejores condiciones posibles para poder lograr los objetivos de la seguridad alimentaria: cantidad y puntualidad en cuanto al suministro, acceso y utilización de los alimentos.

La acuicultura es el sector alimentario que crece más rápido en el mundo. Actualmente, responde por más del 50 por ciento de la producción de peces para el consumo humano, pero en los próximos años su participación deberá ser mayor aún, debido a que la captura tradicional de peces ha alcanzado su límite máximo (FAO, 2008).

Si bien el crecimiento de la acuicultura tiene el potencial para satisfacer la creciente necesidad de alimentos acuáticos, cada vez es más necesario un mejor manejo del sector. Varias de las recomendaciones de organizaciones internacionales (FAO, APEC, WWF, IUCN) coinciden en recomendar políticas y códigos de buenas prácticas que permitan asegurar la sustentabilidad de la acuicultura, lo que requiere marcos económicos, institucionales y legales sólidos y eficaces, es decir, una gobernanza eficaz. Esto debe significar, entre otros componentes, la gestión de riesgos sanitarios y ambientales, programas de sanidad de los organismos acuáticos cultivados y, asistencia técnica y financiera a pequeños acuicultores.

“Que Los gobiernos asuman un rol más activo, además de desarrollar mecanismos para fiscalizar e implementar las normativas vigentes. En la medida en que las reglas de juego son más claras, la acuicultura puede llevarse a cabo respetando el medioambiente y garantizando inocuidad y sanidad”, señaló Rohana Subasinghe en 2008, experto de la FAO en la cría de peces y Secretario del Subcomité sobre Acuicultura del COFI en el

marco de la IV reunión de este Subcomité realizada en Chile. Los países participantes destacaron la necesidad de desarrollar normas nacionales e internacionales que reduzcan las externalidades negativas como la contaminación y que fomenten las positivas, como las políticas que promueven consorcios empresariales voluntarios entre operaciones a gran y pequeña escala. Reforzar la trazabilidad e inocuidad de los alimentos, el uso de seguros acuícolas y la autogobernanza de los productores y de sus asociaciones, estimulando empresas de pequeña, mediana y gran escala, así como los mecanismos para fomentar sus capacidades mediante enfoques participativos, fue una de los aspectos destacados por los asistentes a la reunión. De la misma forma, enfatizaron que se debe estimular tanto la producción para la exportación como la de los productos para el consumo local, y establecer redes para que los países puedan compartir información, intercambiar tecnologías y facilitar el acceso a los mercados.

La Ley General de Pesca y Acuicultura –LGPA– (1991) es el principal instrumento legal y de gobernanza para las actividades pesqueras y de acuicultura, estableciendo el marco general de conservación de los recursos pesqueros, el ordenamiento de la pesca extractiva industrial, artesanal y recreativa; el ordenamiento de la acuicultura; la investigación asociada y necesaria para la mejor administración de estas actividades; las regulaciones para las actividades de transformación.

Por otra parte, a partir de 2004 se comienza a implementar la Política Nacional de Acuicultura (D.S. 125/2003). Este Decreto Supremo crea la Comisión Nacional de Acuicultura, cuya función es asesorar al Presidente de la República en la formulación y evaluación de las acciones medidas y programas que se requieran para implementar la Política Nacional de Acuicultura que establece objetivos, estrategias y planes de acción anuales.

La gobernanza de la acuicultura en Chile ha estado influenciada por el dinámico crecimiento y desarrollo de esta actividad económica que ha generado permanentes desafíos asociados a los cambios en las escalas de producción, la diversificación de los recursos cultivados, las interacciones con otros usuarios e intereses que comparten o pretenden utilizar los mismos espacios y ambientes y las exigencias de los mercados internacionales, entre otros.

En la actual normativa general y sectorial para la acuicultura chilena, no existen instituciones ni regulaciones explícitas referidas a la reducción de riesgo de desastres generados por causas naturales. Sin embargo, si existen algunas medidas paliativas cuando ocurren eventos calificados como catástrofes naturales en el sentido de exceptuar del pago de la patente a los titulares de concesiones o autorizaciones de acuicultura afectados por dichos eventos.

Lo mismo ocurre para la pesca extractiva en cuanto se establecen medidas especiales ante la ocurrencia de catástrofes naturales. En el contexto de fijación de las cuotas anuales de captura por especie la Ley de Pesca establece que en el evento que se produzca una catástrofe natural o daño medio ambiental grave que afecte a toda una Región, según lo previsto en la ley 16 282 y sus modificaciones, se efectuará una reserva de la cuota global de captura del año siguiente, de hasta un 3 por ciento sobre la cuota total de la Región, con la exclusiva finalidad de atender necesidades sociales urgentes, derivadas de catástrofes indicadas. Asimismo, la Ley establece que Las organizaciones de pescadores artesanales estarán exentas del pago de la patente para las áreas de manejo afectadas por una catástrofe natural, declarada por la autoridad competente. Las organizaciones de pescadores artesanales a las cuales se les haya entregado un área de manejo y sea afectada por una catástrofe natural, podrán solicitar a la autoridad competente que formule la declaración indicada en esta letra.

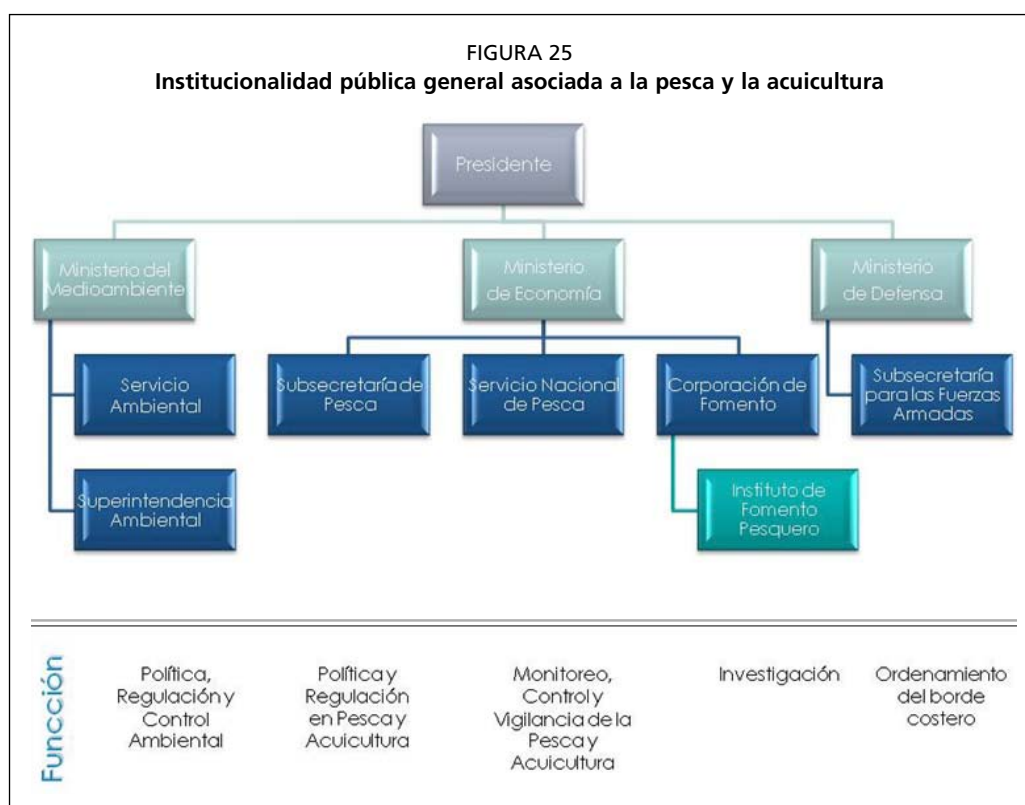
Se debe mencionar que se han realizado estudios respecto al riesgo de introducción de enfermedades y de especies exóticas que pudiesen transformarse en plagas. También existen regulaciones, programas y planes de contingencia ante la emergencia de enfermedades y plagas de organismos hidrobiológicos.

(a) Institucionalidad pública

La institucionalidad pública asociada a la acuicultura se consigna en la Figura 25. Los principales organismos públicos asociados a la gobernanza del sector son la Subsecretaría de Pesca (en adelante Subsecretaría) y el Servicio Nacional de Pesca (el Servicio), ambos dependientes del Ministerio del Economía. La Subsecretaría de Pesca tiene como roles fundamentales el diseño de políticas y regulaciones sectoriales así como el otorgamiento de autorizaciones para realizar actividades pesqueras y de acuicultura. La Subsecretaría es la que propone y coordina todas las iniciativas legales y reglamentarias, con el apoyo permanente del Ministerio de Economía. La Subsecretaría es un organismo semicentralizado, con la mayor parte de sus Divisiones, Departamentos y Unidades operativas en Valparaíso, aunque posee 5 Direcciones Zonales a lo largo de Chile, que cumplen una función de enlace y coordinación con los grupos de interés a nivel local. Durante 2010, la dotación de la Subsecretaría, considerando las Direcciones zonales, fue de 242 personas, incluyendo directivos, profesionales, técnicos y administrativos (*Fuente:* Sitio web de la Subsecretaría www.subpesca.cl).

El Servicio está focalizado en el monitoreo, control y vigilancia de todas las actividades pesqueras y de acuicultura, siendo además la autoridad sanitaria del país. Este Servicio posee una Dirección Nacional en Valparaíso, 13 Direcciones Regionales a lo largo de Chile y varias Oficinas comunales. Durante 2010, la dotación de personal en el Servicio alcanzó a 842 personas, incluyendo directivos, profesionales, técnicos y administrativos (*Fuente:* sitio web del Servicio www.sernapesca.cl).

En general, las leyes que rigen la acuicultura en el país no hacen distinción explícita respecto a determinado tipo de cultivo, aunque en la última modificación de la LGPA se hace mención explícita al cultivo de peces. Sin embargo, a nivel reglamentario existen diferencias en las exigencias que se hacen a los titulares de centros de cultivo para distinto tamaño y tipo de especies. En el reglamento ambiental para la acuicultura se distinguen los cultivos intensivos (aquellos en que se debe suministrar alimento balanceado a las poblaciones cultivadas, por ejemplo cultivo de salmones), los cultivos semi intensivos (aquellos en que se suministra alimento de origen vegetal, por ejemplo abalones).



La metodología de evaluación del país en relación al impacto climático sobre la acuicultura considera indicadores de gobernanza establecidas por el Banco Mundial basada en la definición de gobernabilidad como “las tradiciones e instituciones mediante las cuales se ejerce la autoridad en un país”. Esto incluye (A) el proceso por el cual los gobiernos son elegidos, controlados y sustituido; (B) la capacidad del gobierno para formular y aplicar eficazmente políticas acertadas; y (C) el respeto de los ciudadanos y el Estado por las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales entre ellos. “Construimos dos medidas de gobierno que corresponden a cada una de estas tres áreas resultando en un total de seis dimensiones de gobernabilidad:

(A) El proceso por el cual los gobiernos son elegidos, controlados y reemplazados:

1. Voz y Rendición de Cuentas (VA) –la percepción de la captura de la medida en que los ciudadanos de un país son capaces de participar en la selección de su gobierno, así como la libertad de expresión, la libertad de asociación, y una prensa libre.
2. Estabilidad política y ausencia de violencia/terrorismo (PV) –la percepción de la probabilidad de captura que el gobierno sea desestabilizado o derrocado por medios inconstitucionales o violentos, incluidos la violencia de motivación política y el terrorismo.

(B) La capacidad del gobierno para formular y aplicar eficazmente políticas acertadas:

3. Efectividad del Gobierno (GE) –la captura de la percepción de la calidad de los servicios públicos, la calidad de la administración pública y el grado de su independencia de presiones políticas, la calidad de la política formulación y ejecución, y la credibilidad del compromiso del gobierno con esas políticas.
4. Calidad Regulatoria (RQ) –la percepción de la captura de la capacidad del gobierno para formular y implementación de políticas y reglamentaciones acertadas que permitan y promuevan el desarrollo del sector privado.

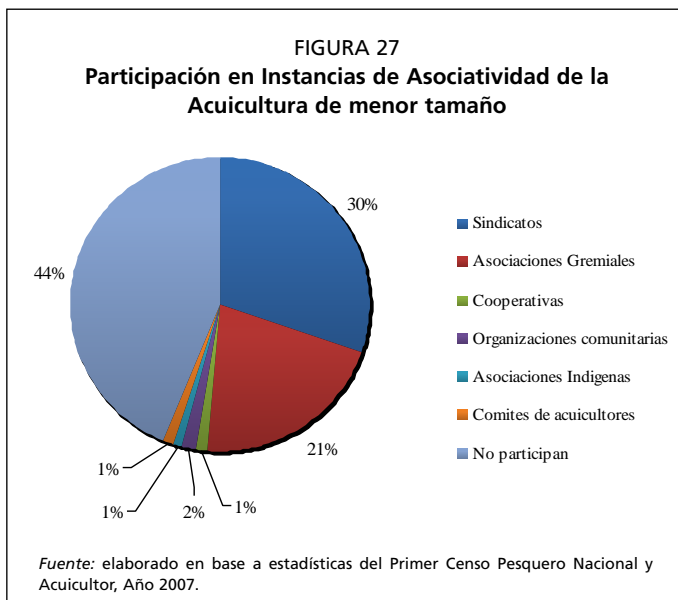
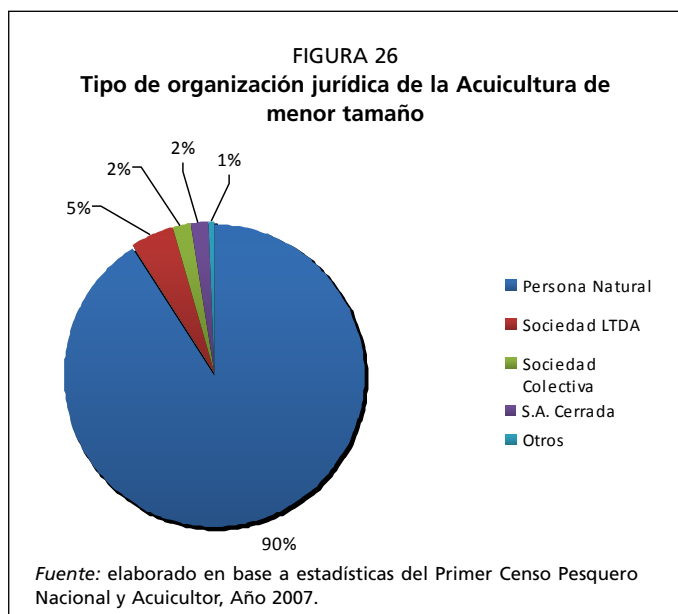
(C) El respeto de los ciudadanos y el Estado por las instituciones que gobiernan las interacciones económicas y sociales entre ellos:

5. Estado de derecho (RL) –la percepción de la captura de la medida en que los agentes confían en cumplir y por las reglas de la sociedad, y en particular la calidad de la ejecución de los contratos, los derechos de propiedad, la policía, y los tribunales, así como la posibilidad de que el crimen y la violencia.
6. Control de la Corrupción (CC) –la percepción de la captura de la medida en que se ejerce el poder público para beneficio privado, incluyendo las dos formas pequeña y gran escala de la corrupción, así como la “captura” del estado de minorías selectas e intereses privados.

De acuerdo a los indicadores de gobernanza mundial elaborados por el Banco Mundial, entre 2007 y 2009 Chile ha registrado valores por sobre el percentil 50 por ciento en todos los indicadores.

(b) Institucionalidad Privada

Los acuicultores industriales se agrupan principalmente bajo asociaciones gremiales. En el caso de los salmones, SalmonChile es la A.G. de la Industria del Salmón de Chile, agrupación que reúne a las principales empresas productoras y proveedoras de la industria salmonicultrora de Chile. Otros productores se agrupan en la Asociación Gremial de productores de Salmón Coho y Trucha, ACOTRUCH. Por su parte, los productores de mitílicos se agrupan en la Asociación Gremial de Miticultores de Chile, AMICHILE, el segundo gremio acuícola más importante del país y que reúne a los principales productores y procesadores de choritos en Chile. Por su parte, los productores de ostras y ostiones se agrupan bajo la Asociación Gremial de Productores de Ostras y Ostiones de Chile, APOOCH. Todas estas instancias asociativas buscan ser un interlocutor



válido ante las autoridades, que les permita representar a su sector productivo, potenciando el desarrollo en diversos ámbitos, tales como el legal, técnico, de investigación, medioambiental y desarrollo de mercados.

Por su parte los pequeños acuicultores, de acuerdo al Primer Censo Pesquero y Acuicultor INE, 2007, se encuentran agrupados en 507 centros de cultivo. De los cuales, el 90 por ciento se encuentra bajo la figura jurídica de persona natural y el restante 10 por ciento corresponde en su mayoría a sociedades u otro tipo de organizaciones. La Figura 26 muestra el detalle del tipo de organización jurídica bajo las cuales se agrupan los pequeños productores acuícolas.

Del total de pequeños productores, el 53,5 por ciento participa en instancias de asociatividad, mientras que el 46,5 por ciento restante no participa de ninguna. Los sindicatos y las asociaciones gremiales de productores son las más comunes, mientras que las cooperativas, organizaciones comunitarias, asociaciones indígenas y comités de acuicultores son poco frecuente (Figura 27). La participación en dichas instancias tiene por objetivo último el aumento de ingresos, la disminución de costos y el acceso a la asistencia técnica para el desarrollo de los cultivos. No obstante, es a través de estas instancias que los productores ven la oportunidad de defender los propios intereses, el acceso a la información, el

fortalecimiento organizacional, el respaldo para la resolución de conflictos y una mayor relación con la institucionalidad sectorial.

El grado de participación de los productores acuícolas en el proceso de toma de decisiones está limitado a 1 representante en el Consejo Nacional de Pesca (CNP) y en los 5 Consejos Zonales de Pesca (CZPs) a lo largo del país. En el CNP se toman decisiones respecto a las regulaciones ambientales y sanitarias para la acuicultura, incluyendo pronunciamientos respecto a la introducción de especies exóticas con fines de cultivo. Finalmente, participan 3 representantes de asociaciones de cultivadores en la Comisión Nacional de Acuicultura (CNA), asesora de la Presidencia de la República en materias de acuicultura y que preside el Ministro de Economía. En esta instancia se ejecuta un plan de acción anual que ha sido consensuado y priorizado por los 22 representantes provenientes tanto del sector público como privado. En los 7 años de funcionamiento de la CNA, nunca se ha identificado y priorizado acciones asociadas a evaluar los efectos y consecuencias del cambio climático en la acuicultura.

B. CAMBIO CLIMÁTICO EN LA ACUICULTURA CHILENA

En general, los factores claves asociados al cambio climático que pueden tener efecto en la acuicultura son los cambios en temperatura, corrientes oceánicas, vientos, suministro de nutrientes, lluvias, química oceánica y condiciones climáticas extremas (Hobday, Poloczanska y Matear, 2008). Para representar los posibles impactos del cambio climático en Chile, se utilizarán los resultados del informe “Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI” realizado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (DGF). Este estudio es uno de los que presenta la mayor cantidad de resultados validados para el país para periodos intermedios 2011-2030; 2046-2065, y para el periodo final del ciclo XXI. Pese a esto, cabe señalar que los resultados de dicho estudio sólo consideran dos escenarios propuestos por el IPCC (2001): el escenario A2, que supone que la tendencia mundial será hacia la regionalización con énfasis en la riqueza humana regional intensiva; y el escenario B2, que supone que la tendencia mundial será de regionalización con énfasis en la sostenibilidad y equidad regional extensiva.

1. Consideraciones generales

En primera instancia, es recomendable señalar que existe, de forma transversal tanto en el ámbito temporal como en el espacial, una incertidumbre considerable respecto a los modelos climáticos predictivos. Debido a la dinámica de los modelos y sus resoluciones, en conjunto con los factores de incertidumbre otorgados por el futuro, los cambios proyectados en las concentraciones de gases invernadero y sus impactos en el planeta no pueden ser predichos de forma completa. Pese a lo anterior, existe acuerdo entre los científicos acerca de que las predicciones a largo plazo (Hobday, Poloczanska y Matear, 2008), y de forma general se pueden identificar hallazgos sólidos e incertidumbres claves al momento de considerar las predicciones en el cambio climático relativas al océano:

a) Hallazgos sólidos

Respecto a los estudios realizados durante los últimos años acerca del calentamiento global, se puede aseverar concretamente que la temperatura mundial oceánica ha ido en aumento desde 1955, tendencia que se ha observado a nivel mundial. Existe también un aumento sostenido en el nivel medio del mar, donde la pérdida de masa de los glaciares y casquetes de hielo contribuyeron considerablemente a dicho aumento; pese a esto, el aumento no ha sido geográficamente uniforme en las costas del mundo (Solomon *et al.*, 2007).

Respecto de las predicciones, se puede afirmar que el aumento del nivel del mar seguirá siendo observado durante todo el siglo XXI, aumento que continuará siendo geográficamente no uniforme. Además, incluso de producirse una estabilización en la radiación térmica de la tierra, es probable que el nivel del mar siga aumentando, y que las capas glaciares y casquetes de hielo continúen su retroceso (Solomon *et al.*, 2007).

b) Incertidumbres claves

Entre las incertidumbres que nacen respecto al análisis de los cambios observados en el océano, se puede afirmar que la limitación en el muestreo implica que la variabilidad por decenios de la temperatura, la salinidad, y los cambios en el nivel del mar sólo se pueden evaluar con confianza moderada. Además, la dilatación térmica y el deshielo terrestre sólo pueden explicar el aumento del nivel mar desde 1961 hasta el 2003; esto sumado a que también las observaciones respecto a las corrientes y su comportamiento, todas presentan una confianza baja (Solomon *et al.*, 2007).

Respecto a las proyecciones que existen para el estado del océano en el futuro, aún no existen modelos que puedan evaluar los cambios dinámicos y rápidos en la zona de los polos y que pudiesen aumentar la descarga de hielo en el océano. Además, la

sensibilidad en el equilibrio de masas en los mantos de hielo no está bien delimitada por las observaciones, aunque la mayoría de los modelos de predicción trata de emular su comportamiento en el futuro (Solomon *et al.*, 2007). Conforme con lo anterior, las observaciones desde principios de la década del 90 generan preocupaciones en relación a la velocidad en que la concentración de gases invernadero está impactando el sistema climático; en particular, es posible que el océano responda más rápido de lo que los modelos señalan en referencia a estos cambios (Rahmstorf *et al.*, 2007).

2. Cambios esperados en Chile y su posible impacto en los sistemas de acuicultura³

a) *Temperatura superficial del mar*

En general, la temperatura superficial promedio del mar ha ido aumentando aproximadamente en 0,5 °C cada decenio en la costa de Chile, así se espera que este parámetro aumente consecuentemente 0,5 °C entre el periodo 2011-2030, y de 3 a 4 °C en periodo 2046-2065 (Anexo 1, Figura 28). Los impactos que podría tener este cambio en la temperatura del mar son variados y con gran incidencia en la acuicultura chilena.

Uno de los principales efectos que tendría dicho cambio es, en primera instancia, la disminución de la capacidad de disolución de oxígeno en los cuerpos de agua, lo que aumentaría el riesgo de generar mayor mortalidad debido a condiciones de hipoxia o anoxia. Dicha alteración de los ecosistemas pudiese, además, modificar las zonas aptas para el cultivo de determinadas especies, lo que implica la posible movilización de los centros de cultivo para mantener los rendimientos actuales de producción e inclusive el cierre de los mismos por no disponibilidad de zonas aptas para el cultivo rentable de una especie determinada.

Considerando que las alteraciones serán de escala ecosistémica, éstas tendrán consecuencias específicas no sólo para la especie cultivada, sino que para todas las especies presentes dentro de un ecosistema determinado y también para aquellas que, como resultado del cambio, pueden establecerse en él. Algunos ejemplos de este fenómeno puede ser el aumento de proliferaciones masivas de microalgas nocivas para la especie en cultivo o para el ser humano y el aumento de la manifestación de plagas y/o enfermedades relevantes en los centros de cultivo.

b) *Vientos, corrientes oceánicas, profundidad de la capa de mezcla y estratificación oceánica.*

De acuerdo a los modelos desarrollados tanto a nivel mundial, como a nivel regional, se estima que los vientos costeros aumentarán de 1 a 5 m/s para el periodo 2011-2030. Consecuentemente el aumento podría ser de hasta 7 m/s en la costa chilena para el periodo 2046-2065 (Anexo 1, Figura 29), donde la zona norte del país podría ser la más afectada por dichos incrementos en la velocidad del viento.

Debido a la posible alteración de los vientos en la zona costera, y la modificación de las capas y las corrientes que la componen, se podrían generar alteraciones en el sistema que obliguen a cambiar el diseño y dimensiones de los centros de cultivo; en específico, es probable que cambios en las corrientes puedan alterar el comportamiento de los dispositivos de anclaje e inclusive los comportamientos de deriva que tienen los sistemas ubicados en el ambiente marino. Esto abre la posibilidad de que si dichos cambios se hacen presentes en un área determinada, es probable que los centros afectados por este cambio deban realizar modificaciones estructurales o inclusive relocalizarse por inviabilidad de localización.

Además, si las capas de la columna de agua se ven alteradas de manera radical, existe la posibilidad que la disponibilidad de alimento para los organismos filtradores

³ Las posibles amenazas y consecuencias del cambio climático para las principales especies bajo cultivo se encuentran individualizadas en el Anexo 2, donde se incluyen salmónidos, macrocystis, gracilaria, pectínidos y mitílidos.

cultivados se vean negativamente afectados por esta situación: inclusive, en casos críticos es posible que las tasas de crecimiento disminuyan hasta niveles de producción económicamente inviables. En conjunto con lo anterior, la posible modificación a las condiciones de ventilación de una zona hidrográfica determinada podría reducir las condiciones de oxigenación en los centros de cultivo, modificando las tasas de crecimiento e incrementando las tasas de mortalidad con resultados que inclusive pudiesen significar el cierre de los mismos.

Álvarez *et al.* (2011) monitoreando las condiciones oceanográficas durante el período de seguimiento de una proliferación masiva de la microalga tóxica *Protoceratium reticulatum*, se detectó una masiva mortalidad de ostiones cultivados (*Argopecten purpuratus*), ubicado en un centro de cultivo en Bahía Mejillones. La mayor mortalidad se detectó principalmente en las semillas de ostiones (12 ± 2 mm de altura de concha), ubicadas entre a 10 a 15 m de profundidad. Las condiciones de hipoxia o anoxia detectadas antes y después de la proliferación parece ser la principal causa de mortalidad.

Otro factor importante, pero que tendría un efecto indirecto, es el efecto que dichos cambios tendrían sobre las pesquerías que sustentan la producción de alimento para algunos recursos de acuicultura. Los cambios en los vientos, corrientes y estratificación del océano, son probables de tener efecto en la distribución de las pesquerías pelágicas, las cuales que juegan un rol relevante en la producción de harina y aceite de pescado. Es probable que los cambios en la distribución y la disponibilidad de los recursos tengan un efecto directo en los costos de alimentación en las actividades de acuicultura de especies carnívoras, lo que en determinadas instancias pudiese inclusive provocar la inviabilidad de los centros que no puedan aplicar economías de escala u obtener otras fuentes de alimentación.

De forma congruente con lo anterior, es posible que las distribuciones de otros organismos silvestres también se vean modificadas, lo que en el peor de los casos podría afectar a los bancos naturales que abastecen a determinados cultivos. Entre las especies que se encuentran susceptibles a dichos cambios, el cultivo de mitílidos y pectínidos podrían ser los más afectados debido a que dependen principalmente del abastecimiento de semillas desde fuentes naturales.

c) *Precipitaciones.*

De acuerdo a los registros oficiales, desde la década de los 80, las precipitaciones en el territorio nacional han tendido a disminuir, proyectándose la misma tendencia para los próximos decenios. La zona que se estima tendrá el mayor impacto es la zona sur donde la disminución de la pluviosidad podría alcanzar disminuciones entre 3 y 4 mm/día respecto de los niveles de precipitación actual para el periodo 2011-2030. Para el periodo 2046-2065 la disminución de las precipitaciones en la zona sur podría verse disminuida hasta en 6 mm/día (Anexo 1, Figura 30).

En general, las modificaciones a las precipitaciones son un evento clave en primera instancia para la disponibilidad de agua dulce. Al reducirse las precipitaciones y la capacidad de retención de agua nieve en las montañas, el escenario más probable, es el de conflictos por el uso de estos recursos hídricos. De manera directa, los centros de producción de smolt, en la industria productora de salmónidos, es la que se podría ver más afectada de las industrias chilenas de acuicultura. Principalmente este efecto viene dado a que éste escenario complejo forzaría a mejorar las tecnologías de utilización de agua dulce para la producción de smolts, para permitir la subsistencia de los que ya se encuentran localizados, y permitir la viabilidad de los que se establecerán en el futuro.

En segunda instancia, las modificaciones a las precipitaciones tendrán efectos en las zonas estuarinas en las cuales se realizan actividad de acuicultura, principalmente al modificar las salinidades de un sector determinado, y al modificar la calidad de agua que los afluentes de agua dulce aportan a dichos estuarios. Esto podría generar

condiciones de stress para algunos organismos, reduciendo las tasas de crecimiento e inclusive produciendo la inviabilidad en otras especies o localizaciones para un recurso determinado.

d) Nivel del mar.

De acuerdo a las observaciones de los últimos años, tanto a nivel mundial, como en la costa de Chile, ha existido un aumento entre 1 y 4 mm en el nivel del mar. Los cambios para el periodo 2011-2030 señalan que el aumento en la costa chilena será, en promedio, de 4,5 cm, donde la zona norte podría presentar los mayores aumentos. Para el periodo 2046-2065 se estima que en promedio el nivel del mar aumentará en 12,5 cm (ANEXO A, Figura 31), donde también se espera que la zona norte presente los mayores aumentos.

Y aunque que es posible que el cambio en el nivel del mar no tenga efectos directos sobre los recursos cultivados, si se pueden generar efectos directos sobre los centros y su localización; es posible que determinados cultivos que son sometidos a profundidades determinadas pudiesen ser forzados a cambiar de localización, o en casos menos extremos a modificaciones en su infraestructura incluyendo las instalaciones de operaciones o en los sistemas de cultivo como tal. Pese a lo anterior, los cambios informados por los modelos predictivos no señalan magnitudes de cambio tan abruptas que pudiesen sugerir la pérdida de centros de cultivo.

Otro posible impacto en los centros de cultivo al aumentar los niveles del mar es el posible cambio que generaría en las salinidades de los sistemas estuarinos, lo cual pudiese en cierta forma influir de manera negativa en los rendimientos mortalidades de los individuos. Adicionalmente a lo anterior, es también factible que dicho efecto pueda favorecer la manifestación de plagas y/o enfermedades relevantes en el centro de cultivo.

e) Acidificación.

Desde hace dos siglos, el pH del océano ha disminuido en 0,1 puntos, y se espera que en el futuro éste continúe dicha tendencia. Para el periodo 2011-2030 el pH del océano podría disminuir hasta en 0,14 puntos en promedio en comparación con el nivel actual. Por último, las predicciones para el periodo 2046-2065 indican que en promedio el pH podría aumentar hasta en 0,35 puntos promedio respecto de la base actual.

Torres (2010) señala que los océanos polares (altas latitudes) tienen niveles naturalmente bajos de ión carbonato, por lo que las masas de agua localizadas en latitudes altas experimentarán más intensamente el efecto de la Acidificación del Océano (AO). Basados en las tasa de emisión de CO₂ antropogénico actual, los modelos proyectan que al final de esta centuria las aguas superficiales del Océano Austral, Ártico y partes del Pacífico comenzarán a estar insaturados con respecto al CaCO₃ en la forma de Aragonita (“agua corrosiva para el CaCO₃”). El “agua corrosiva para el CaCO₃” y la disminución del pH es un foco de activo debate e investigación pues tiene el potencial de afectar globalmente la vida acuática en una enorme variedad de formas. En este contexto, Torres (op. cit.) indica que en el norte y centro de Chile, los vientos y la rotación de la tierra hacen que el agua superficial se mueva hacia mar adentro (perpendicular a la costa), causando un efecto de bombeo de agua profunda cerca de la costa, llamada Surgencia Costera. Esa agua de origen profundo es fría, rica en CO₂ y con bajo pH. Así cuando esta agua aflora cerca de la costa el pH del mar superficial puede bajar “naturalmente” y el mar costero se constituye en una fuente de CO₂ a la atmósfera. En el sur de Chile, los vientos no favorecen la Surgencia Costera, y las aguas superficiales tienen menos CO₂ que las aguas de surgencia en los meses de primavera-verano. Sin embargo, las bajas temperaturas de la Patagonia y la dilución de las aguas costeras con las precipitaciones y aporte del derretimiento de los hielos bajan la concentración ión carbonato en las aguas superficiales, bajando el estado de

saturación del CaCO₃ y en algunos casos extremos (fiordos con agua superficial de baja salinidad) esta agua puede estar insaturada para Aragonita.

La mayor amenaza que pudiese resultar derivada de este cambio, es la alteración de los ecosistemas donde los sistemas de cultivo se llevan a cabo hoy en día. En primer lugar, la alteración del pH en determinados niveles, dependiendo de la especie en cuestión, pudiese generar condiciones de estrés que resultarían en menores rendimientos, y en casos más extremos inclusive en la inviabilidad económica de un cultivo determinado. Pese a lo anterior, es probable que la respuesta de los organismo no sea homogénea y existan diferencias entre las diferentes especies cultivadas; de todas maneras existen experiencias científicas sobre los efectos negativos de los cambios de pH en peces, algas y especialmente moluscos y crustáceos, los cuales ven severamente afectada su capacidad de generación de caparzones y valvas en medios ácidos, esto se traduce finalmente en la reducción drástica del desarrollo de carne, lo que en circunstancias críticas podría inclusive significar la inviabilidad económica de algunos recursos en determinadas regiones geográficas.

3. Vulnerabilidad del sistema de acuicultura en Chile

A partir de la información disponible sobre la actividad de acuicultura y de la aplicación de la metodología adoptada de Allison *et al.* (2009) se obtuvieron los siguientes resultados para los índices de exposición (E), sensibilidad (S), capacidad de adaptación (CA) y vulnerabilidad (V)⁴. Anexo 1, 2 y 3 presentan la información básica usada para el cálculo de los indicadores aquí presentados.

a) Nivel de exposición

Tabla 4 a continuación presenta los resultados obtenidos para los índices de exposición de la acuicultura por región, tipo de acuicultura y nacional. Estos resultados se obtuvieron en base a las estimaciones y proyecciones realizadas por DGF (2006) bajo el escenario A2 y al año 2065. Este escenario implica que se mantiene las tasas actuales de industrialización, comercio y uso del ambiente y los recursos naturales.

Cómo se observa en Tabla 4 los niveles de exposición obtenidos son moderados en una escala de cero a uno, donde uno es el máximo nivel de exposición esperable.

Tabla 5 presenta los resultados obtenidos bajo escenario B2 del IPCC el cual es más optimista en cuanto a reducciones en las tasas de industrialización, comercio y uso del ambiente y los recursos naturales. Este escenario considera un mayor nivel local de decisión en la planificación, uso y manejo.

TABLA 4

Índice de exposición regional (E_r), por tipo de acuicultura (E_a) y nacional (E), bajo escenario A2 para IPCC

ESPECIE	ESPECIE	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Nacional	Imp.Rel.Acui Val Exp
Gracllaria		0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.32	2%
Salmonidos		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.09	0.00	0.30	93%
Chorito		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.00	0.30	4%
Ostion norte		0.00	0.00	0.01	0.14	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	1%
																0.298	100%

TABLA 5

Índice de exposición regional (E_r), por tipo de acuicultura (E_a) y nacional (E), bajo escenario B2 para IPCC

ESPECIE	ESPECIE	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Nacional	Imp.Rel.Acui Val Exp
Gracllaria		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00	0.22	2%
Salmonidos		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.06	0.00	0.20	93%
Chorito		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20	4%
Ostion norte		0.00	0.00	0.01	0.11	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.35	1%
																0.204	100%

⁴ Los índices resultantes solo tiene un valor comparativo-cualitativo, ya que no se diseñó un contexto de normalización de la información como en Allison *et al.* (2009).

b) Nivel de sensibilidad

Tabla 6 presenta los niveles de sensibilidad estimados para los distintos tipos de acuicultura y para la acuicultura a nivel nacional. Los valores obtenidos indican que existe un bajo nivel de sensibilidad de la economía nacional a la acuicultura en su totalidad y por tipo de acuicultura. Nótese también que el cultivo de salmónidos tiene asociado el mayor nivel de sensibilidad estimado. Esto ya que su influencia en la economía nacional es mayor.

TABLA 6

Índice de sensibilidad por tipo de acuicultura y para la acuicultura nacional

Tipo Acuicultura	Índice Importancia Producción	Índice Importancia Exportaciones	Índice Importancia Empleo	Índice de Sensibilidad
Gracilaria	0.001	0.001	0.0002	0.002
Salmonidos	0.098	0.038	0.0039	0.140
Chorito	0.004	0.002	0.0005	0.006
Ostion del norte	0.001	0.000	0.0006	0.002
Nacional	0.104	0.041	0.005	0.150

c) Capacidad de adaptación

Tabla 7 muestra que la economía chilena y el Estado de Chile tienen una capacidad de adaptación media a efectos de variables exógenas. Si bien los indicadores de expectativa de vida sana, de educación y de gobernabilidad entregan valores altos, el tamaño de la economía en relación a la economía más fuerte del planeta es relativamente bajo. Los pesos relativos dados a estos factores para el cálculo de la CA fueron adoptados de Allison *et al.* (2009).

TABLA 7

Índice de la capacidad de adaptación de la economía y el estado Chileno a fuerzas exógenas

Factor	Puntaje	Peso	Aporte
Esperanza de Vida	0.951	1/4	0.238
Educación	0.891	1/4	0.223
Tasa alfabetización	0.958	2/3	0.639
Tasa bruta matrícula	0.757	1/3	0.252
Gobernabilidad	0.836	1/4	0.209
PIB	0.012	1/4	0.003
Índice de Capacidad Adaptación			0.672

d) Nivel de vulnerabilidad

Tabla 8 presenta las estimaciones hechas para el nivel de vulnerabilidad de la acuicultura por tipo de acuicultura y a nivel nacional. Como se puede ver en Tabla 8, los valores obtenidos en una escala de 0-1 donde 1 es el más alto, son bajos (entre el 20 por ciento y 25 por ciento del máximo). Bajo escenario A2 los valores obtenidos son levemente mayores que para B2, ya que el primero considera una trayectoria de desarrollo poco conservadora, lo cual se puede asociar con mayor cambio climático y, por tanto, mayores efectos del mismo.

Tabla 8

Indicador del nivel de vulnerabilidad de la economía y el estado Chile a la acuicultura, por tipo de acuicultura y nacional, bajo escenarios A2 y B2 del IPCC

Escenarios	Factores	Peso	Tipo de Acuicultura				
			Gracilaria	Salmónidos	Chorito	Ostión Norte	Nacional
A2	Exposición	1/3	0.325	0.295	0.299	0.453	0.298
	Sensibilidad	1/3	0.002	0.140	0.006	0.002	0.150
	Capacidad Adaptación	1/3			0.672		
	Vulnerabilidad		0.218	0.254	0.211	0.261	0.258
B2	Exposición	1/3	0.221	0.202	0.202	0.345	0.204
	Sensibilidad	1/3	0.002	0.140	0.006	0.002	0.150
	Capacidad Adaptación	1/3			0.672		
	Vulnerabilidad		0.184	0.223	0.179	0.225	0.227

V. ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES

A. Análisis de la vulnerabilidad

Los resultados obtenidos en Tabla 8 indica un bajo nivel de vulnerabilidad de la economía chilena y el estado Chileno a los efectos del cambio climático en la acuicultura. También muestran que el cultivo de ostión del norte y de salmónidos son los que reflejan mayor nivel de vulnerabilidad respectivamente.

El rol del ostión del norte se justifica ya que si bien genera una muy baja sensibilidad en la economía y el estado, se enfrentaría a mayores efectos del cambio climático, tal como lo afirma el valor más alto de exposición obtenido para este tipo de acuicultura. Los salmónidos reflejan niveles de vulnerabilidad relevantes ya que si bien experimentarían niveles medio bajos de exposición, generan el más alto nivel de sensibilidad en la economía y el estado, aunque sean valores absolutos bajos.

Respecto del método adoptado y la mayor o menor exactitud de los resultados obtenidos, es necesario indicar que uno de los primeros aspectos importantes de destacar es que se ha obtenido una estimación global de la vulnerabilidad del país a los efectos del cambio climático en la acuicultura y no una estimación de la vulnerabilidad de esta actividad y sus sistemas productivos al cambio climático. Esto lleva a que el nivel de exactitud o certidumbre de los resultados obtenidos sea relativo.

Para poder realizar un análisis más local de la vulnerabilidad de la acuicultura y sus sistemas productivos, se requiere contar con información de su sensibilidad y capacidad de adaptación intrínseca a nivel local/comunal/regional, más que a nivel nacional. Por una parte, los factores e índices de importancia relativa con que se calcula la sensibilidad deben ser modificados de tal manera que de cuenta de los efectos y consecuencias directas sobre el sistema productivo y su capacidad de resiliencia. Por otra parte, esta información debe ser obtenida a nivel local. Lo anterior, como información adicional de la sensibilidad país a los cambios en este sistema productivo ya considerada en el método adoptado.

Adicionalmente, los factores e índices a usar para la determinación de la resiliencia del sistema productivo o de su capacidad de adaptación deben ser diferentes a los utilizados en la metodología adoptada. Por ejemplo, la existencia de programas de financiamiento para la relocalización y/o reconversión de la actividad productiva, de seguros de pérdida por catástrofes, la existencia de mecanismos en el marco jurídico que permitan la relocalización y/o reconversión de la actividad, entre otros.

Por otra parte, respecto de las preguntas sobre si existen capacidades y estrategias actuales de adaptación del sistema productivo a los efectos del cambio climático, es posible indicar que no están incluidas de manera explícita en las políticas sectoriales actuales.

Respecto de la existencia de actuales obstáculos a la adaptación a los efectos del cambio climático, se puede indicar que la legislación y marco jurídico presente contiene rigideces que podrían retardar un número de respuestas a estos efectos, tales como la relocalización y/o reconversión de la actividad (otras especies y tecnologías).

B. Falencias de información

Entre las principales falencias de información identificadas se pueden listar las siguientes.

- Carencia de datos sobre escenarios locales de cambio climático.
- Carencia de información respecto de los efectos de las variables de cambio climático sobre la sensibilidad de la acuicultura, como por ejemplo los efectos en la productividad y consecuencias asociadas incluyendo ingresos. Hasta ahora, el análisis se basa en supuestos y relaciones cualitativas (Anexo 2).
- Mejorar información sobre el valor y producción a puerta de granja para mejorar estimados de sensibilidad.

- Carencia de indicadores específicos a la actividad productiva sobre su capacidad de adaptación a nivel local, por ejemplo: voz y rendición de cuentas, grado de participación en la toma de decisiones de organizaciones e institucionalidad local, disponibilidad y acceso a fuentes de financiamiento, acceso a conocimiento y tecnología, grado capacidad de innovación y, grado de sensibilidad respecto de los efectos del cambio climático en la actividad, entre otros.

C. Posibles Políticas y Estrategias

Los resultados obtenidos, aplicando la única metodología de evaluación disponible, muestran una baja vulnerabilidad país a los efectos del cambio climático en la acuicultura, aún cuando se reconoce una alta incertidumbre respecto a sus consecuencias directas sobre la actividad a nivel local. En consecuencia, los desafíos en la definición de políticas, estrategias y planes de acción deben hacerse cargo, en primera instancia, de la definición de factores e índices *ad hoc* que configuren cada uno de los indicadores necesarios (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación) para evaluar la vulnerabilidad de la acuicultura frente a los escenarios futuros de cambio climático a nivel local.

Las políticas y estrategias nacionales para abordar los efectos del cambio climático sobre la acuicultura debiesen estar alineadas con la Estrategia Nacional de Cambio Climático (Comité Nacional Asesor sobre Cambio Global, 2006) cuyos ejes y objetivos son los siguientes:

Eje 1: Adaptación a los impactos del Cambio Climático

- a) Evaluación de los impactos ambientales y socioeconómicos del CC en Chile
- b) Definición de medidas de adaptación
- c) Ejecución y seguimiento de las medidas de adaptación

Eje 2: Mitigación de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

- a) Análisis de opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en Chile
- b) Definición de medidas de mitigación
- c) Ejecución y seguimiento de las medidas de mitigación

Eje 3: Creación y Fomento de Capacidades en Cambio Climático

- a) Difundir el CC y crear conciencia ciudadana
- b) Fomentar la educación e investigación del CC
- c) Mejorar la observación del sistema clima
- d) Generar información de calidad accesible para la toma de decisión
- e) Desarrollar capacidades institucionales para la mitigación y la adaptación
- f) Desarrollar y transferir tecnologías para la mitigación y la adaptación
- g) Revisar y actualizar periódicamente el inventario de gases de efecto invernadero
- h) Participar activamente en la agenda internacional del cambio climático
- i) Reforzar la cooperación internacional en cambio climático
- j) Establecer sinergias con la implementación de otras convenciones de carácter global

Sin embargo, considerando las particularidades del sistema acuicultura es posible recomendar las siguientes políticas y estrategias sectoriales a nivel nacional:

- Reconocer formalmente las potenciales consecuencias del cambio climático sobre la acuicultura en Chile, a través de un documento de política y estrategia nacional, incorporando la necesidad de evaluar la vulnerabilidad del sistema frente a escenarios futuros globales, regionales o locales.
- Diseñar, validar y priorizar un plan de acción coherente con los objetivos de política y estrategia nacional.

- Diseño de metodologías de evaluación de vulnerabilidad que incluyan la identificación y cuantificación de aquellos factores e índices que componen la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación del sistema acuicultura en Chile.
- Diseñar enfoque y mecanismos de formación del capital humano necesario para abordar la evaluación de vulnerabilidad del sistema acuicultura en Chile.
- Diseñar sistema de obtención y monitoreo de la información necesaria para aplicar los enfoques metodológicos de evaluación de la vulnerabilidad del sistema acuicultura a lo largo del país.
- Identificar las necesidades de adecuación del marco regulatorio y proponer las medidas necesarias orientadas a minimizar la sensibilidad del sector y fortalecer su capacidad de adaptación.
- Identificar o diseñar mecanismos financieros disponibles para enfrentar eventos catastróficos generados por el cambio climático sobre la acuicultura.
- Diseñar campaña comunicacional orientada hacia los grupos de interés directamente involucrados y las instancias de toma de decisión.
- Identificar e incorporar programas, planes y proyectos en las fuentes de financiamiento sectorial y nacional.

A nivel regional y comunal debiesen considerarse las siguientes políticas y estrategias:

- Reconocer los potenciales efectos del cambio climático sobre la acuicultura local, incluyendo consecuencias económicas y sociales a nivel de las comunidades locales asociadas a la actividad.
- Incorporar en los planes de desarrollo regional y comunal la variable de cambio climático, en particular el diseño y financiamiento de mecanismos que mitiguen sus consecuencias y fortalezcan la capacidad de adaptación del sistema acuicultura.
- Diseñar mecanismos de formación/capacitación docente a nivel regional/comunal respecto a las consecuencias del cambio climático sobre la acuicultura local.
- Diseñar mecanismos de participación local en el proceso de toma de decisiones respecto a planes de mitigación y de contingencia frente a desastres generados por cambio climático.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adger, W.N. 2000. *Social and ecological resilience: Are they related?* Progress in Human Geography 24, 347-364.
- Adger, W.N., Arnell, N.W. y Tompkins, E.L. 2005. *Successful adaptation to climate change across scales.* Global Environmental Change 15, pp. 77-86.
- Allison, E.H., Allison, L.P., Badjeck, M.-C., Adger, W.N., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. y Dulvy, N.K. 2009. *Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries.* Fish and Fisheries, pp. 1-24.
- Álvarez, G., Uribe, E., Díaz, R., Braun, M., Mariño, C. y Blanco, J. 2011. *Bloom of the Yessotoxin producing dinoflagellate *Protoceratium reticulatum* (Dinophyceae) in Northern Chile.* Journal of Sea Research 65 (2011), pp. 427-434.
- Araya, R., Leiva, J.C. y J. Valdés. 2008. *Caracterización molecular de las comunidades bacterianas asociadas a sedimentos de un sistema costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía de Mejillones del Sur, Chile.* Rev. biol. mar. oceanogr. [online]. vol.43, n.3, pp. 547-557.
- Banco Mundial. 2010. www.worldbank.org
- Brooks, N., Adger, W.N. y Kelly, M.P. 2005. *The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation.* Global Environmental Change 15, 151-163.

- Carrasco, C. y Silva, N.** 2008. *Comparación de las características oceanográficas físicas y químicas presentes en la zona de Puerto Montt a boca del Guafo entre la primavera y el invierno de 2004 y entre las primaveras de 2004 y 1995*. XXVIII Congreso de ciencias del mar. 26-30 mayo 2008.
- Camus, P.** 2001. *Biogeografía marina de Chile continental*. Revista Chilena de Historia Natural 74:587-617.
- DGF.** 2006. *Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI*. Santiago: Departamento de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad De Chile. p. 71.
- Escribano, R. e Hidalgo, P.** 2001. *Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S)*. Biología Marina y Oceanografía 36(1): 43-60.
- FAO.** 2008. *Climate Change for Fisheries and Aquaculture. Technical Background Document from the Expert Consultation held on 7 to 9 April, 2008*. Rome: United Nations Food and Agriculture Organization.
- FAO.** 2009. *El cambio climático y la pesca y la acuicultura. Comité de Pesca. 28° periodo de sesiones*. Roma (Italia) 2-9 de marzo de 2009. COFI /2009/8.
- Fierro, J.J.** 2006. *Onda de marea en canales y fiordos australes. Avances en el conocimiento oceanográfico de la aguas interiores chilenas, Puerto Montt a Cabo de Hornos*. Silva, y Palma, S., eds. Comité Oceanográfico Nacional – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 63 – 66.
- Gobierno de Chile.** 2010. *Cuenta Pública Sector Pesca y Acuicultura*. Subsecretaría de Pesca.
- González, E., Norambuena, R., Quezada, J. y Bermúdez, J.** 2010. *Asistencia Técnica para el Diseño de Modelo(s) de Gestión en la Acuicultura de Pequeña Escala (APE)*. Valparaíso: Subsecretaría de Pesca, Departamento Acuicultura.
- Haddad, B.M.** 2005. *Ranking the adaptive capacity of nations to climate change when socio-political goals are explicit*. Global Environmental Change Part A 15, pp. 165-176. FISH and FISHERIES.
- Hobday, A.J., Poloczanska, E.S. y Matear, R.J., eds.** 2008. *Implications of Climate Change for Australian Fisheries and Aquaculture: a preliminary assesment*. Canberra, Australia. August 2008: s.n., 2008. Report to the Department of Climate Change.
- INE.** 2007. *Primer censo nacional pesquero y acuicultor de Chile: bases estadísticas*. Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE.** 2009. *Compendio Estadístico 2009*. Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas.
- INE.** 2010. *Compendio Estadístico 2010*. Santiago: Instituto Nacional de Estadísticas.
- IPCC.** 2000. *Informe especial sobre escenarios de emisiones: resumen para responsables de políticas*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización Meteorológica Mundial y Grupo de Expertos para el Cambio Climático. 27 pp.
- IPCC.** 2001. *Cambio climático 2001: Informe de Síntesis*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2001. p. 398, A contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Watson, R.T. and the Core Writing Team, eds.].
- Kaufmann, D., Kraay, A. y Mastruzzi, M.** 2010. *The Worldwide Governance Indicators. Methodology and Analytical Issues*. The World Bank. Development Research Group. Macroeconomics and Growth Team. September 2010.
- León-Muñoz J., Tecklin D., Farías A. y Díaz, S.** 2007. *Salmonicultura en los lagos del sur de Chile-Ecorregión Valdiviana. Historia, tendencias e impactos medioambientales*. Valdivia: WWF, Sociedad Chilena de Limnología y FORECOS Universidad Austral de Chile.
- Marín, V., Rodríguez, L., Vallejo, L., Fuenteseca, J. y Oyarce, E.** 1993. *Dinámica primaveral de la productividad primaria de Bahía Mejillones del Sur (Antofagasta, Chile)*. Rev. Chil. Hist. Nat., 66: 479-491.
- Olivarez, A.** 2007. *Sistema molecular del género Fisurella en el pacífico sudoriental*. Memoria para optar al Grado de Doctor en Bioquímica y Biología Molecular. Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela, España. 244 pp.

- Rahmstorf, S., Cazenave, A., Church, J.A., Hansen, J.E., Keeling, R.F., Parker, D.E. y Somerville, R.C.J. 2007. *Recent Climate Observations Compared to Projections*. 5825, s.l.: Published online 1 February 2007 [DOI:10.1126/science.1136843] , Mayo 4, 2007, Science, Vol. 316, p. 709. ISSN 0036-8075.
- Rodrigo, C. 2006. *Avances en el conocimiento oceanográfico de las aguas interiores chilenas, Puerto Montt a cabo de Hornos*. N. Silva & S. Palma (eds.) Comité Oceanográfico Nacional - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, pp. 19-23.
- Salinas, S. y Castillo, M. 2009. *Corrientes maréales y submareales en el canal Desertores (42°42'S, 072° 50'W)*. Presentado en el XXIX Congreso de Ciencias del Mar. Talcahuano, 25-28 mayo.
- Sepúlveda, M., Farías, F. y Soto, E. 2009. *Escapes de salmones en Chile*. Eventos, impactos, mitigación y prevención. Valdivia Chile: WWF.
- Silva, N. y Guzmán, D. 2006. *Condiciones oceanográficas físicas y químicas, entre boca del Guafo y Fiordo Aysén (Crucero Cimar 7 fiordos)*. Cienc. Tecnol. Mar, 29 (1): 25-44, 2006.
- Smit, B. y Wandel, J. 2006. *Adaptation, adaptive capacity and vulnerability*. Global Environmental Change 16, 282-292.
- Sernapesca. 2003-2009. Anuarios Estadísticos de Pesca. Servicio Nacional de Pesca. Chile.
- Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Alley, R.B., Berntsen, T., Bindoff, N.L., Chen, Z., Chidthaisong, A., Gregory, J.M., Hegerl, G.C., Heimann, M., Hewitson, B., Hoskins, B.J., Joos, F., Jouzel, J., Kattsov, V., Lohmann, U., Matsuno, T., Molina, M., Nicholls, N., Overpeck, J., Raga, G., Ramaswamy, V., Ren, J., Rusticucci, M., Somerville, R., Stocker, T.F., Whetton, P., Wood, R.A. y Wratt, D. 2007. *Technical Summary*. In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L., eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, United States of America.
- SUBPESCA. 2006. *Informe Ambiental de la Acuicultura (2003-2004)*. Valparaíso: Departamento de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca, 12 pp.
- SUBPESCA. 2007. *Informe sectorial*. Departamento Análisis Sectorial, Subsecretaría de Pesca, Chile.
- SUBPESCA. 2008. *Informe Ambiental de la Acuicultura (2005-2006)*. Valparaíso: Departamento de Acuicultura, Subsecretaría de Pesca, 71 pp.
- SUBPESCA. 2009. *Informe sectorial*. Departamento Análisis Sectorial, Subsecretaría de Pesca, Chile.
- Tol, R.S.J. e Yohe, G.W. 2007. *The weakest link hypothesis for adaptive capacity: An empirical test*. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions 17, 218-227.
- Turrall, H., Burke, J. y Faures, J.M. 2011. *Climate change, water and food security*. FAO Water Reports 36, FAO Rome, 175 pp.
- Uribe, E., Moraga, J., Zúñiga, S., Rosales, S., Álvarez, G., Ávalos, P., Chirino, S. y Blanco, J.L. 2008. *Establecimiento de un protocolo de seguimiento ambiental para la determinación de la capacidad de carga para el cultivo del ostión del norte*. Informe Final Proyecto FIP N°2006-37, 204 pág.
- Valle-Levinson, A., Moraga, J., Olivares, J. y Blanco, J. 2000. *Tidal and Residual Circulation in a Semiarid Bay: Coquimbo Bay, Chile*. Continental Shelf Research, 20(15), 2009-2028.
- Valle-Levinson, A. y J. Moraga. 2006. *Observations of bipolar residual circulation in two equator ward-facing semiarid bays*. Cont. Shelf Res., 26, 179-193, 2006.
- Vincent, K. 2007. *Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale*. Global Environmental Change- Human and Policy Dimensions 17, 12-24.

- Viviani, C.A.** 1979. *Ecogeografía del litoral chileno*. Studies on Neotropical Fauna and Environmental 14: 65-123. Cochrane, K.; De Young, C.; Soto, D.; Bahri, T. (eds). 2009. Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, FAO. 2009. 212 pp.
- Yohe, G., Malone, E. y Brenkert, A.** 2006. *A Synthetic Assessment of the Global Distribution of Vulnerability to Climate Change From the IPCC Perspective That Reflects Exposure and Adaptive Capacity*. CIESIN (Center for International Earth Science Information Network), Columbia University, Palisades. <http://ciesin.columbia.edu/data/climate/> Access date July 8, 2008.

VII. ANEXOS

Anexo 1

Modelos predictivos

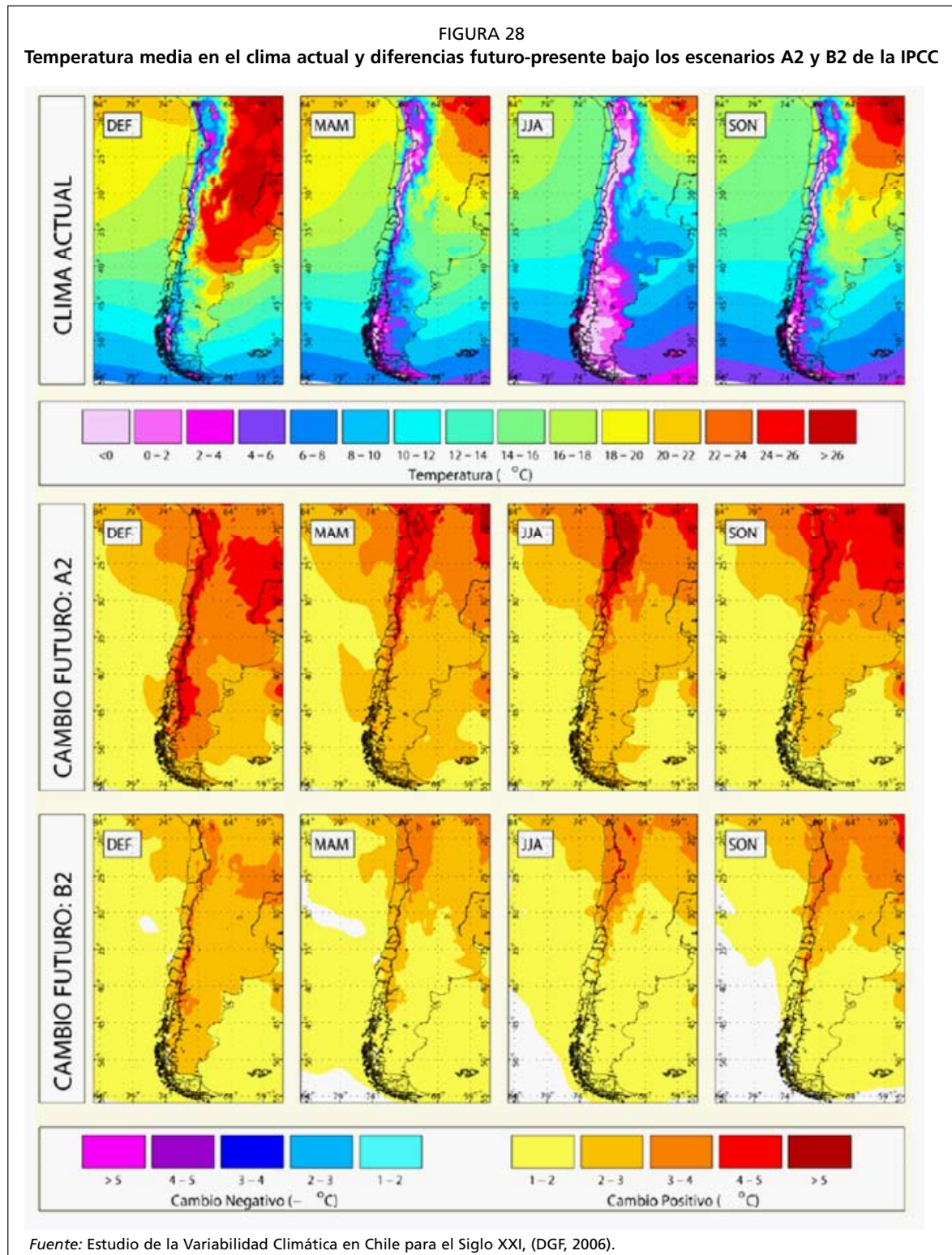
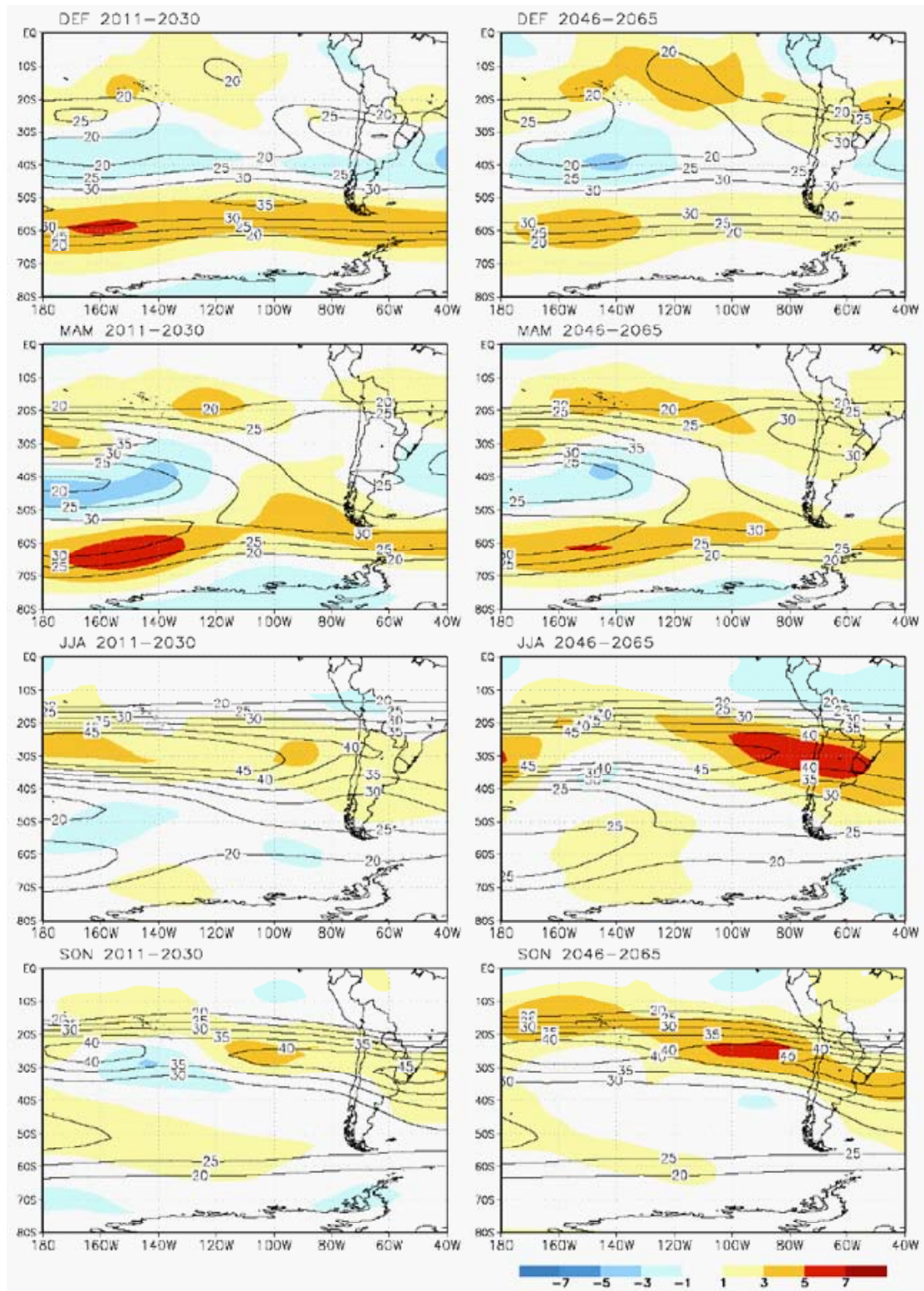
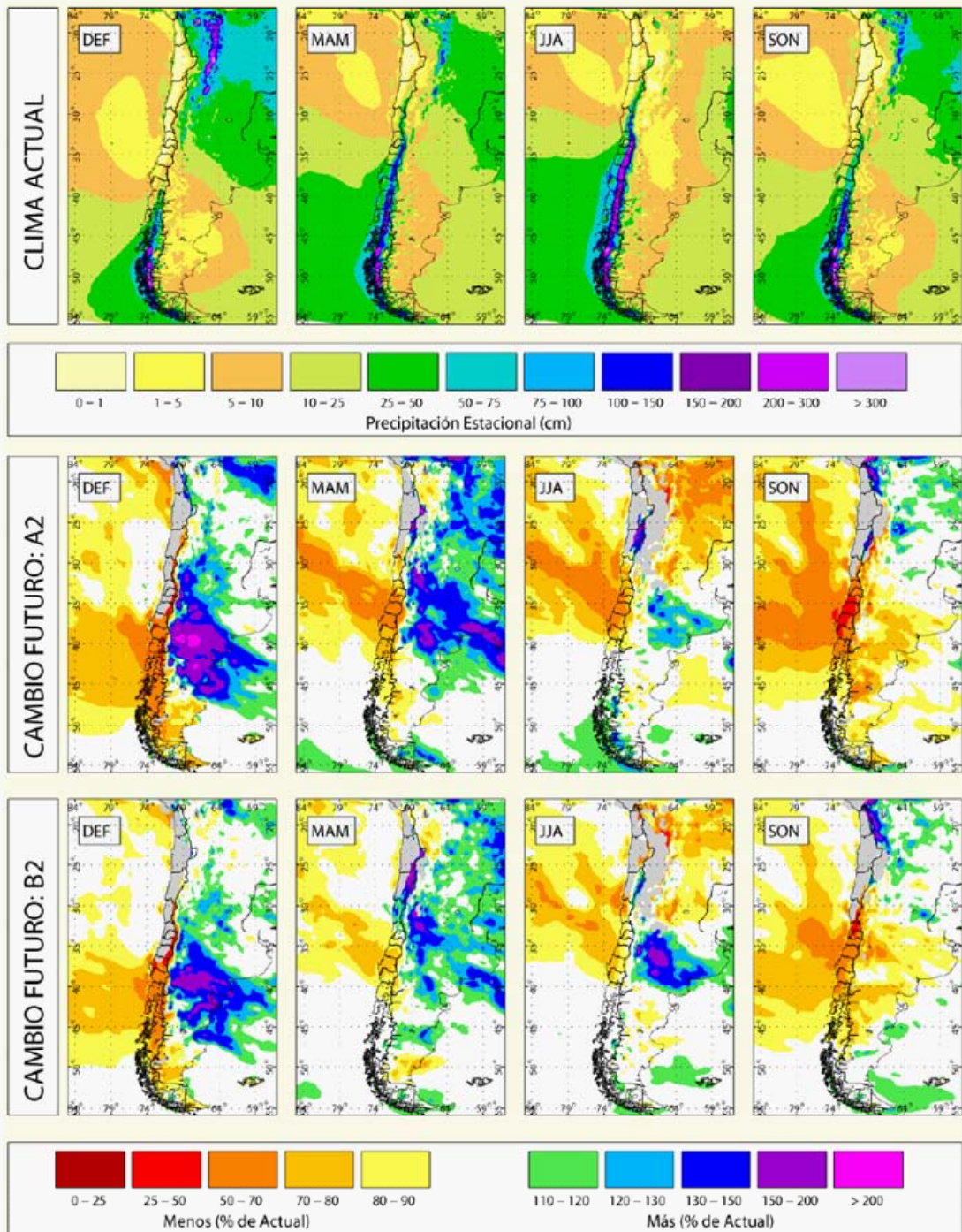


FIGURA 29
Isotacas del nivel de 200 hPa y sus variaciones expresadas en m/s respecto del clima actual según escala al pie

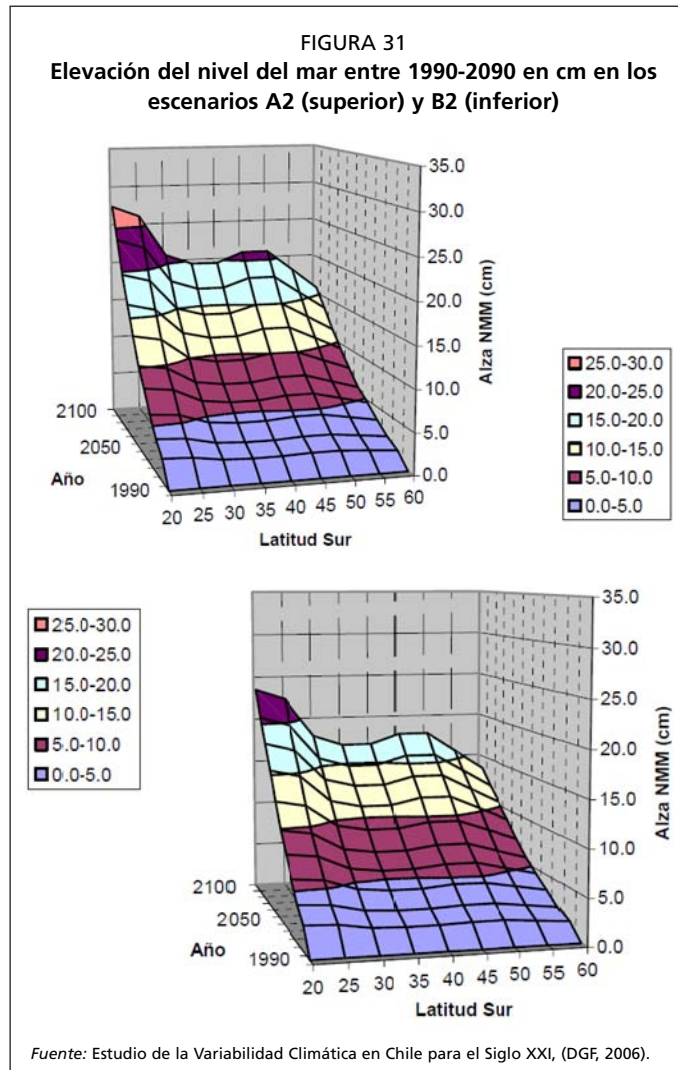


Fuente: Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI, (DGF, 2006).

FIGURA 30
 Precipitación estacional en el clima actual y diferencias futuro-presente bajo los escenarios A2 y B2 de la IPCC



Fuente: Estudio de la Variabilidad Climática en Chile para el Siglo XXI, (DGF, 2006).



Anexo 2

Síntesis de impactos del cambio climático en la acuicultura chilena: Principales especies

1. Acuicultura de Salmónidos

TABLA 9 Potenciales amenazas y consecuencias del cambio climático en el cultivo de Salmónidos en Chile

Cambio	Amenaza	Sobre la especie cultivada	Posibles consecuencias para salmonídeos	
			Sobre el sistema operacional	Socio-económicas
Aumento TSM	Mayor frecuencia en blooms de microalgas que liberan toxinas con efectos nocivos en la especie en cultivo y los seres humanos	Aumento de mortalidades por obstrucción de agallas	Reducción de la producción	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Aumento de mortalidades por anoxia	Reducción de la producción, Cierre de centros, Aumento de medidas para la oxigenación del agua	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo	Reducción de crecimientos por stress	Aumento de medidas de mantención para la remoción de desechos, Reducción de la producción	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
Cambios en viento, corriente y olas	Disminución en la disponibilidad de alimento en la columna de agua	No aplica	No aplica	No aplica
	Disminución en la capacidad de ventilación del ecosistema	Aumento de mortalidades por anoxia	Aumento de medidas para la oxigenación del agua, Aumento de medidas de mantención para la remoción de desechos, Reducción de la producción	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos
	Disminución en la disponibilidad de recursos pesqueros para la producción de alimento	No aplica	Cierre de centros	Aumento de los costos de alimentación, Reducción de beneficios
	Incremento en la reducción meteorológica	No aplica	Pérdida de días operativos.	Pérdida de empleo
Aumento del nivel del mar	Pérdida de áreas aptas para la acuicultura	No aplica	Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Aumento de salinidad en aguas continentales	Reducción de crecimiento por stress en alevines	Aumento de tratamientos para la utilización del agua	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
Aumento de la frecuencia o intensidad de tormentas	Aumento del tamaño de las olas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de la ocurrencia de marejadas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
Aumento de temperatura de las aguas continentales	Daños estructurales	Posible escape de las especies en cultivo	Reducción de la producción	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Aumento de mortalidades por anoxia	Reducción de la producción, Cierre de centros, Aumento de medidas para la oxigenación del agua	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades, Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Aumento de tratamientos preventivos, Aumento de medidas de mitigación, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
Disminución de las precipitaciones	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Reducción de la calidad de agua	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros, Adopción de tecnologías para el aumento de la calidad de agua	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Reducción de la disponibilidad de agua dulce	No aplica	Adopción de tecnologías de recirculación, Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión
	Cambios en la ubicación de localizaciones factibles para el cultivo de especies	No aplica	Reducción de la producción, Movilización de centros, Cierre de centros	Reducción de beneficios, Pérdida de empleos, Reinversión

2. Acuicultura de *Macrocytis*

TABLA 10
Potenciales amenazas y consecuencias del cambio climático en el cultivo de *Macrocytis* en Chile

Cambio	Amenaza	Posibles consecuencias <i>macrocytis</i>		
		Consecuencias sobre las especies	Consecuencias operacionales	Consecuencias socio-económicas
Aumento TSM	Mayor frecuencia en blooms de microalgas que liberan toxinas con efectos nocivos en la especie en cultivo y los seres humanos	No aplica	No aplica	No aplica
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Disminución de la biomasa por anoxia	Reducción de la producción Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de tratamientos de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Cambios en viento, corriente y olas	Disminución en la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua	Disminución de la biomasa	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Disminución en la capacidad de ventilación del ecosistema	Disminución de la biomasa por anoxia	Aumento de medidas para la oxigenación del agua Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Disminución en la disponibilidad de recursos pesqueros para la producción de alimento	No aplica	No aplica	No aplica
	Incremento en la reducción meteorológica	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
Aumento del nivel del mar	Pérdida de áreas aptas para la acuicultura	No aplica	Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Aumento de salinidad en aguas continentales	No aplica	No aplica	No aplica
Aumento de la frecuencia o intensidad de tormentas	Aumento del tamaño de las olas	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Aumento de la ocurrencia de marejadas	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Daños estructurales	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Aumento de temperatura de las aguas continentales	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	No aplica	No aplica	No aplica
	Alteración de los ecosistemas locales.	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	No aplica	No aplica	No aplica
Disminución de las precipitaciones	Aumento en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Cambios en la propiedades actuales de los cuerpos de agua	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros Adopción de tecnologías para el aumento de la calidad de agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la disponibilidad de agua dulce	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la ubicación de localizaciones factibles para el cultivo de especies	No aplica	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión

3. Acuicultura de Gracilaria

TABLA 11
Potenciales amenazas y consecuencias del cambio climático en el cultivo de Gracilaria en Chile

Cambio	Amenaza	Posibles consecuencias gracilaria		
		Consecuencias sobre las especies	Consecuencias operacionales	Consecuencias socio-económicas
Aumento TSM	Mayor frecuencia en blooms de microalgas que liberan toxinas con efectos nocivos en la especie en cultivo y los seres humanos	No aplica	No aplica	No aplica
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Disminución de la biomasa por anoxia	Reducción de la producción Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de tratamientos de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Cambios en viento, corriente y olas	Disminución en la disponibilidad de nutrientes en la columna de agua	Disminución de la biomasa	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Disminución en la capacidad de ventilación del ecosistema	Disminución de la biomasa por anoxia	Aumento de medidas para la oxigenación del agua Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Disminución en la disponibilidad de recursos pesqueros para la producción de alimento	No aplica	No aplica	No aplica
	Incremento en la reducción meteorológica	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
Aumento del nivel del mar	Pérdida de áreas aptas para la acuicultura	No aplica	Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Aumento de salinidad en aguas continentales	No aplica	No aplica	No aplica
Aumento de la frecuencia e intensidad de tormentas	Aumento del tamaño de las olas	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Aumento de la ocurrencia de marejadas	Disminución de biomasa	Pérdida de días operativos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	Posible intrusión de parásitos y enfermedades	Aumento de medidas de prevención contra inundaciones Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Daños estructurales	Disminución de biomasa Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Aumento de temperatura de las aguas continentales	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	No aplica	No aplica	No aplica
	Alteración de los ecosistemas locales.	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	No aplica	No aplica	No aplica
Disminución de las precipitaciones	Aumento en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Cambios en la propiedades actuales de los cuerpos de agua	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros Adopción de tecnologías para el aumento de la calidad de agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la disponibilidad de agua dulce	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la ubicación de localizaciones factibles para el cultivo de especies	No aplica	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión

4. Acuicultura de Pectínidos

TABLA 12
Potenciales amenazas y consecuencias del cambio climático en el cultivo de Pectínidos en Chile

Cambio	Amenaza	Posibles consecuencias pectínidos		
		Consecuencias sobre las especies	Consecuencias operacionales	Consecuencias socio-económicas
Aumento TSM	Mayor frecuencia en blooms de microalgas que liberan toxinas con efectos nocivos en la especie en cultivo y los seres humanos	No aplica	Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Aumento de intoxicaciones humanas
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Aumento de mortalidades por anoxia	Reducción de la producción Cierre de centros Aumento de medidas para la oxigenación del agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	Reducción de crecimientos por stress	Aumento de medidas de mantención para la remoción de desechos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress Reducción de la disponibilidad de alimento	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Cambios en viento, corriente y olas	Disminución en la disponibilidad de alimento en la columna de agua	Reducción del crecimiento	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Disminución en la capacidad de ventilación del ecosistema	Aumento de mortalidades por anoxia	Aumento de medidas para la oxigenación del agua Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Disminución en la disponibilidad de recursos pesqueros para la producción de alimento	No aplica	No aplica	No aplica
	Incremento en la reducción meteorológica	No aplica	Pérdida de días operativos.	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
Aumento del nivel del mar	Pérdida de áreas aptas para la acuicultura	No aplica	No aplica	No aplica
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	No aplica	No aplica	No aplica
	Aumento de salinidad en aguas continentales	No aplica	No aplica	No aplica
Aumento de la frecuencia o intensidad de tormentas	Aumento del tamaño de las olas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de la ocurrencia de marejadas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Daños estructurales	Posible escape de las especies encultivo	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Aumento de temperatura de las aguas continentales	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	No aplica	No aplica	No aplica
	Alteración de los ecosistemas locales.	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	No aplica	No aplica	No aplica
Disminución de las precipitaciones	Aumento en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la calidad de agua	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros Adopción de tecnologías para el aumento de la calidad de agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la disponibilidad de agua dulce	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la ubicación de localizaciones factibles para el cultivo de especies	No aplica	No aplica	No aplica

5. Acuicultura de Mitílicos

TABLA 13
Potenciales amenazas y consecuencias del cambio climático en el cultivo de Mitílicos en Chile

Cambio	Amenaza	Posibles consecuencias mitílicos		
		Consecuencias sobre las especies	Consecuencias operacionales	Consecuencias socio-económicas
Aumento TSM	Mayor frecuencia en blooms de microalgas que liberan toxinas con efectos nocivos en la especie en cultivo y los seres humanos	No aplica	Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Aumento de intoxicaciones humanas
	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	Aumento de mortalidades por anoxia	Reducción de la producción Cierre de centros Aumento de medidas para la oxigenación del agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	Reducción de crecimientos por stress	Aumento de medidas de mantención para la remoción de desechos Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Alteración de los ecosistemas locales.	Reducción de crecimientos por stress Reducción de la disponibilidad de alimento	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Cambios en viento, corriente y olas	Disminución en la disponibilidad de alimento en la columna de agua	Reducción del crecimiento	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Disminución en la capacidad de ventilación del ecosistema	Aumento de mortalidades por anoxia	Aumento de medidas para la oxigenación del agua Reducción de la producción	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
	Disminución en la disponibilidad de recursos pesqueros para la producción de alimento	No aplica	No aplica	No aplica
	Incremento en la reducción meteorológica	No aplica	Pérdida de días operativos.	Reducción de beneficios Pérdida de empleos
Aumento del nivel del mar	Pérdida de áreas aptas para la acuicultura	No aplica	No aplica	No aplica
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	No aplica	No aplica	No aplica
	Aumento de salinidad en aguas continentales	No aplica	No aplica	No aplica
Aumento de la frecuencia o intensidad de tormentas	Aumento del tamaño de las olas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de la ocurrencia de marejadas	No aplica	Aumento de la resistencia de las estructuras	Mayores niveles de inversión
	Aumento de las inundaciones en centros productivos	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	Aumento de mortalidades Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Aumento de tratamientos preventivos Aumento de medidas de mitigación Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Daños estructurales	Posible escape de las especies encultivo	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
Aumento de temperatura de las aguas continentales	Disminución en la capacidad de disolución de oxígeno	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en localización y amplitud de los rangos geográficos apropiados para la especie en cultivo.	No aplica	No aplica	No aplica
	Alteración de los ecosistemas locales.	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de plagas	No aplica	No aplica	No aplica
	Mayor recurrencia en la aparición de enfermedades.	No aplica	No aplica	No aplica
Disminución de las precipitaciones	Aumento en la salinidad	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la calidad de agua	Reducción de crecimiento por stress	Reducción de la producción Movilización de centros Cierre de centros Adopción de tecnologías para el aumento de la calidad de agua	Reducción de beneficios Pérdida de empleos Reinversión
	Reducción de la disponibilidad de agua dulce	No aplica	No aplica	No aplica
	Cambios en la ubicación de localizaciones factibles para el cultivo de especies	No aplica	No aplica	No aplica

Anexo 3

INFORMACIÓN BASE PARA EL CÁLCULO DE VULNERABILIDAD

TABLA 14
Índice de exposición regional (E_r) al cambio climático (proyecciones a 2065)

Región	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
A2	0.48	0.49	0.49	0.46	0.45	0.45	0.45	0.40	0.39	0.33	0.31	0.30	0.29	0.16
B2	0.37	0.38	0.37	0.36	0.34	0.31	0.31	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.20	0.17

Fuente: estimado en base a DFG (2006).

TABLA 15
Porcentaje de importancia regional de la producción de acuicultura

Especie	XV	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII	Nacional
Gracilaria	0%	0%	0%	3%	3%	0%	0%	0%	18%	0%	0%	76%	0%	0%	100%
Salmonidos	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	31%	1%	100%
Chorito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	0%	100%
Ostion norte	0%	0%	2%	30%	68%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Fuente: estimado en base estadísticas SERNAPESCA.

TABLA 16
Valor promedio de la producción en puerta granja USD '000 (FOB equivalente) Período 2006-2009

Recursos	Producción Toneladas	% Sps	Valor producción (FOB equivalente)
Gracilaria	41 772	5.2%	22 480
Salmonidos	587 096	72.6%	2 486 338
Chorito	160 794	19.9%	111 109
Ostion del norte	19 314	2.4%	32 419
Total	808 976	100%	2 652 346

Fuente: elaborado en base Información Subsecretaría de Pesca.

TABLA 17
PIB sectorial USD '000 2003

Sectores Productivos	2006	2007	2008	2009	Promedio
Agropecuaria-Silvícola	3 361 101	3 383 922	3 485 359	3 650 732	3 470 278
Pesca	1 052 323	1 071 008	1 153 282	1 012 612	1 072 306
Minería	6 416 772	6 629 277	6 259 080	6 172 697	6 369 457
Industria manufacturera	14 313 251	14 747 489	14 958 464	13 912 268	14 482 868
PIB sectores productivos	25 143 447	25 831 697	25 856 185	24 748 309	25 394 909

Fuente: extractado de INE (2010).

TABLA 18
Valor exportaciones (USD '000) de la Acuicultura por principales actividades, promedio período 2006-2009

Recursos	USD'000
Gracilaria	43 475
Salmonidos	2 232 628
Chorito	94 118
Ostion del norte	26 292
Total	2 396 513

Fuente: informes sectoriales Subpesca 2007 y 2009.

TABLA 19

Exportaciones nacionales en Millones de USD

Sectores Productivos	2006	2007	2008	2009	Promedio
Agropecuario-Silvícola-Pesqueras	2,765	3,225	4,009	3,646	3,411
Minería	37,024	43,345	37,988	30,694	37,263
Industria	16,641	18,809	21,085	16,899	18,358
Total Nacional	56,430	65,379	63,082	51,239	59,033

Fuente: estadísticas de balanza de pagos del Banco Central de Chile.

TABLA 20

**Empleo en la acuicultura (personas)
por tipo de actividad, 2007**

Recursos	Individuos
Gracilaria	643
Salmonidos	14 529
Chorito	1 913
Ostion del norte	2 264
Total	19 349

Fuente: encuesta INE (2007).

TABLA 21

Empleo nacional (personas) período 2006-2009

Fuerza Trabajo	2006	2007	2008	2009	Promedio
Nacional ocupada	6 410 980	6 567 240	6 740 410	6 710 990	6 607 405
Nacional desocupada	409 940	510 830	544 680	632 790	524 560
Total Nacional	6 820 920	7 078 070	7 285 090	7 343 780	7 131 965
RM Ocupada	2 761 244	2 828 546	2 903 131	2 890 460	2 845 845
RM Desocupada	189 108	235 649	251 264	291 910	241 983
Total RM	2 950 352	3 064 195	3 154 396	3 182 370	3 087 828

Fuente: estadísticas INE (2010).

TABLA 22

Años de expectativa de vida sana e índice estimado para Chile

País	2006	2007	2008	2009	Promedio
Japón	82.3	82.5	82.6	82.9	82.6
Chile	78.4	78.5	78.6	78.7	78.6
Índice de importancia	0.953	0.952	0.952	0.949	0.951

Fuente: INE 2010.

TABLA 23

Porcentaje de la población alfabetizada mayor o igual a 15 años

Años	2006	2007	2008	2009	Promedio
% Alfab >15	0.962	0.957	0.957	0.957	0.958

Fuente: INE 2010.

TABLA 24
Estimador del índice de gobernabilidad de Chile

Indicador de Gobernabilidad	2006	2007	2008	2009	Ranking Pomedio percentil (0-100)
Voz y rendición de cuentas	76.9	81.7	76.4	74.9	77.5
Estabilidad política	66.3	63.5	64.6	69.3	65.9
Efectividad gubernamental	85.0	87.4	86.0	85.7	86.0
Calidad regulatoria	92.2	93.2	94.7	93.8	93.5
Imperio de la ley	89.5	87.6	88.5	87.7	88.3
Control de la corrupción	91.3	90.3	89.9	89.5	90.3
Indicador Promedio Gobernabilidad para el periodo					83.6

Fuente: elaborado en base a Kaufmann, Kraay y Mastruzzi (2010).

TABLA 25
Estimación de la importancia de la economía chilena en base al PIB

PIB	2006	2007	2008	2009	Promedio
USA	13 336.0	14 062.0	14 369.0	14 119.0	13 971.5
Chile	146.8	164.3	170.9	163.7	161.4
Import Relat	0.0110	0.0117	0.0119	0.0116	0.0116

Fuente: elaborado en base a Banco Mundial (2010).

TABLA 26

Estimación de la Tasa Bruta de matrícula en educación primaria secundaria y superior

Nivel		2006	2007	2008	2009
Básica	Tasa Bruta (%)	104.1	104.8	105.6	105.6
	Total Matrícula	2 183 734	2 145 102	2 105 061	2 028 454
	Total en Edad	2 097 727	2 046 853	1 993 429	1 920 884
Media	Tasa Bruta	96.5	95.9	95.9	95.8
	Total	1 042 074	1 033 285	1 021 212	979 108
	Total en Edad	1 079 869	1 077 461	1 064 872	1 022 033
Superior	Tasa Bruta	32.2	34.4	35.8	41.1
	Total	621 428	681 361	731 909	888 000
	Total en Edad	1 928 000	1 980 700	2 045 100	2 160 737
Total Población en Edad		5 105 597	5 105 014	5 103 401	5 103 655
	Básica (%)	0.96	0.94	0.91	0.88
	Media (%)	0.49	0.49	0.49	0.47
	Superior (%)	0.88	0.91	0.94	0.99
		2.34	2.34	2.34	2.34
Total Matrícula		3 847 236	3 859 748	3 858 182	3 895 562
	Básica (%)	6 775 104	6 655 247	6 531 018	6 293 343
	Media (%)	3 233 068	3 205 799	3 168 342	3 037 713
	Superior (%)	1 928 000	2 113 943	2 270 771	2 755 048
		11 936 171	11 974 989	11 970 132	12 086 104
Tasa Bruta Matrícula	Básica (%)	100.0	98.2	96.4	92.9
	Media (%)	47.7	47.3	46.8	44.8
	Superior (%)	28.5	31.2	33.5	40.7
	Nacional Ponderada (%)	176.2	176.7	176.7	178.4
	Promedio Período (%)			177.0	
	Indice importancia			0.757	

Fuente: INE 2010.

Cambio climático, pesca y acuicultura en América Latina

Potenciales impactos y desafíos para la adaptación

Taller FAO/Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS)
Universidad de Concepción,
5-7 de Octubre de 2011
Concepción, Chile

Estas Actas reúnen cuatro casos de estudio y las deliberaciones de un taller regional de expertos titulado "Cambio Climático, Pesca y Acuicultura en América Latina: Potenciales Impactos y Desafíos para la Adaptación" que llevó a cabo del 5 al 7 de octubre de 2011, en el Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur Oriental (COPAS) de la Universidad de Concepción, Concepción, Chile. El taller tuvo como principal objetivo ofrecer una perspectiva regional inicial sobre los posibles impactos y potencial de adaptación al cambio climático en la pesca y la acuicultura, además de discutir y acordar recomendaciones regionales para fortalecer la adaptación a nivel nacional y local y fortalecer la colaboración regional. El taller recomendó una mayor coordinación entre las instituciones que lideran las actividades de cambio climático, con las instituciones del sector pesca. También recomendó incrementar los esfuerzos para difundir y concientizar sobre los potenciales efectos del cambio climático y requerimientos de adaptación a niveles locales (comunidades de pescadores y acuicultores) incluyendo a las mujeres y grupos minoritarios.