

Programa de Apoyo al Planeamiento en Biodiversidad

P A P B

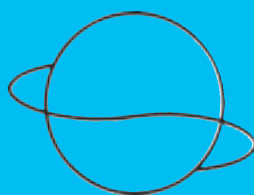


Guía de Mejores Prácticas para la Integración Sectorial

**Complementariedad y Armonización Legislativa
de los Acuerdos Ambientales Multilaterales
Relacionados con la Biodiversidad**

Brian Harvey

Fondo para el Medio Ambiente Mundial(FMAM)



El Biodiversity Planning Support Programme

El UNDP/UNEP/GEF Biodiversity Planning Support Programme (BPSP) tiene el mandato de ofrecer asistencia a los planificadores nacionales de biodiversidad en el desarrollo y la implementación de sus estrategias nacionales y planes de acción o políticas, planes y programas equivalentes. La integración de la biodiversidad a otros sectores de la economía nacional y sociedad civil ha sido identificada como un indicador crítico de una implementación exitosa de prácticas de desarrollo sostenible y de los objetivos del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). Artículo 6(b) del CDB establece:

Cada Parte Contratante, con arreglo a sus condiciones y capacidades particulares:

(b) Integrará, en la medida de lo posible y según proceda, la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica en los planes, programas y políticas sectoriales o intersectoriales.

Como se va lograr la integración no ha sido aún definida por el Convenio, Decisiones de la Conferencia de las Partes (COP) o entidades especializadas. Se estableció el BPSP para responder a las necesidades reconocidas por las Partes del CDB para fortalecer la capacidad nacional en la preparación e implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAP) en cumplimiento con el Artículo 6 del Convenio.

El presente documento es uno de los ocho estudios temáticos diseñados para ayudar a los planificadores a guiar la biodiversidad hacia una política de planificación y desarrollo sectorial y económico.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a los autores de los estudios de caso (Chen Aiguo, Pamela Rhysburn, Edwin Gwasi, Nina Ladonina, Hannah Nadel y Ana Mirena Varela) y críticos expertos (Johann Baumgaertner, Harold Brookfield, Connal Eardley, Devra Jarvis, Wanja Kinuthia, Jeffrey McNeely, Patrick Mulvany, Julia Ndungu-Skilton, Ed Rege and Mike Swift), quienes contribuyeron substancialmente con el reporte de síntesis y con quienes fue un placer trabajar. Otras personas con recursos y críticos incluyendo Hailu Araya, Andrew Drews, Sue Edwards, Arthur Getz, Tony Hodgkins, Parkinson Ndonge, Edward Onyango, Kevin Parris and Beate Weiskopf fueron generosos con su tiempo y trabajo para el documento final. Daudi Waithaka condujo un taller para unir los diferentes lazos de agrobiodiversidad, y David Duthie, coordinador del BPSP ofreció su apoyo durante el estudio.

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCION: ABRIENDO LOS OJOS A LA BIODIVERSIDAD ACUATICA

1.1 Biodiversidad Acuática: no es realmente un asunto nuevo

- 1.1.1 El Convenio sobre Diversidad Biológica
- 1.1.2 Los roles y derechos de las comunidades locales
- 1.1.3 Pesquerías descubiertas por los medios de comunicación
- 1.1.4 El sector de ONGs explosionó
- 1.1.5 Cambios climáticos
- 1.1.6 Sociedades y tecnologías han cambiado radicalmente

1.2 Inversiones de desarrollo sugeridas

- 1.2.1 Pesquerías de escala menor como promotoras de la sostenibilidad
- 1.2.2 Conexión a redes intersectoriales
- 1.2.3 Conciencia y uso de acuerdos existentes
- 1.2.4 Lideres locales
- 1.2.5 Conciencia local sobre efectos en los cambios climáticos
- 1.2.6 Involucrando a comunidades en estudios biológicos

1.3 Estructura de esta imprimación

- 1.3.1 Introducción a esta imprimación
- 1.3.2 Diseño de la imprimación

1.4 Recursos bibliográficos claves

2. BIODIVERSIDAD ACUATICA GLOBAL Y SU STATUS

2.1 Biodiversidad acuática

Figura 1: Peces como componentes funcionales de la cadena alimenticia de las llanuras fluviales del Upper Zambezi River

2.2 Una creciente apreciación de biodiversidad acuática a un nivel genético

2.3 Biodiversidad marina y de aguas dulces: algunas diferencias importantes

- 2.3.1 Océanos
- 2.3.2 Biodiversidad de agua dulce

2.4 Servicios proporcionados por la diversidad acuática

- 2.4.1 Servicios del ecosistema

2.5 ¿Cómo describimos la “salud” de la biodiversidad acuática?

- 2.5.1 Lista de especies amenazadas
- 2.5.2 Desembarque de las pesquerías como indicadores del status de las especies

2.6 Sugerencias de inversiones para el desarrollo

- 2.6.1 Perfilando la biodiversidad de aguas dulces
- 2.6.2 Un mejor conocimiento de especies
- 2.6.3 Importancia social de la biodiversidad versus mejores lugares

2.7 Recursos bibliográficos claves

3. IMPACTOS SOBRE LA BIODIVERSIDAD ACUÁTICA

3.1 Impactos de la pesca sobre la diversidad biológica

3.1.1 Recursos genéticos y efectos causados por la pesca en el ecosistema

3.1.2 Sobrepesca

3.1.3 Clases de sobrepesca

3.2 Impactos de la acuicultura y reproducción sobre la biodiversidad acuática

3.2.1 Tecnologías reproductivas y la dependencia de los criaderos

3.2.2 Origen de los reproductores y semillas

3.2.3 Dependencia de las pesquerías de captura

3.2.4 Demasiado énfasis en especies que no son nativas ni locales

3.3 Impactos de especies sobre la diversidad biológica

3.4 Impactos sobre la biodiversidad por la alteración del hábitat y contaminación

3.4.1 Lluvia ácida

3.4.2 Proyectos para la diversión de aguas

3.4.3 Represas

3.5 Impactos de cambios climáticos sobre la biodiversidad acuática

3.6 Inversiones de desarrollo sugeridas

3.6.1 Implicaciones de la biodiversidad sobre la acuicultura y perfeccionamiento

3.6.2 Reproducción reduce la biodiversidad

3.7 Recursos claves bibliográficas

4. CONCEPTOS BIOLÓGICOS Y SOCIALES CLAVES

4.1 Concepto biológico clave: la aproximación ecosistémica

4.1.1 Pescando la cadena alimenticia

4.1.2 Especies claves

4.1.3 Ecosistemas marinos grandes

4.1.4 Áreas protegidas y reservas

4.2 Concepto social clave: gobernación

4.2.1 El manejo de las pesquerías como un ejemplo de los cambios en la gobernación

4.2.2 Acuerdos entre gobiernos nacionales

4.2.3 Gobernación y el costo de la conservación

4.2.4 Un giro en gobernación a nivel de agencias

4.2.5 Nuevas herramientas para la biodiversidad de las pesquerías

4.3 Sugerencias de inversiones de desarrollo

4.3.1 Áreas protegidas

4.3.2 Administración participativa en aguas continentales

4.4 Recursos bibliográficos claves

Notas al final

1. INTRODUCCION: ABRIENDO LOS OJOS A LA BIODIVERSIDAD ACUATICA

Comparado a una década atrás, está aumentando la conciencia sobre la importancia y el estado precario en la que se encuentra la biodiversidad acuática. Reuniones internacionales y resoluciones continúan aumentando el perfil de la biodiversidad acuática y el público en general en muchos países se está familiarizado con los efectos del colapso de las pesquerías con la probabilidad de que vaya en aumento. Pocas personas, ya sean científicos, administradores o no profesionales, discreparían que hay un problema fundamental con las pesquerías, es decir, el manejo de especies únicas para el rendimiento sostenible máximo, como se ha hecho en la mayoría de países hace cincuenta años no funciona, ni biológicamente ni socialmente. Los fracasos en este tipo de manejo han sido tan espectaculares y tan costosos que parece seguro decir que la primera década del nuevo milenio va ofrecer un intenso debate, una experimentación amplia, el aumento de cooperación (en todos los niveles) y un progreso real en la manera en que los organismos acuáticos serán manejados. Incluso, está cambiando la manera en que la comunidad pesquera estudia la pesca. Un mirada fresca de los efectos de la histórica sobre pesca, por ejemplo, usando recursos de datos que van más allá de los registros e incluyen archivos paleoecológicos, arqueológicos e históricos, demuestran que los efectos de la pesca marina sobre el ecosistema son muchos más profundos, y mayores, de lo que se pensaba.^{5,6}

1.1 Biodiversidad Acuática: no es realmente un asunto nuevo

Si la biodiversidad acuática está empezando a llamar la atención de las agencias y decisores y si la administración de las pesquerías está en discusión, ¿quiere decir que “el manejo de la biodiversidad” es un nuevo problema? La respuesta es un rotundo “No” –tan rotundo que se requiere de la historia. Hace más de veinte años, la FAO y UNEP convocaron a una Consulta de Expertos sobre la Conservación de Recursos Genéticos de Peces y su informe^{4,5} fue instructivo para cualquier persona que cree que la preocupación internacional de biodiversidad acuática empezó a fines de los 90. Para estar más seguro, los expertos que se reunieron en Roma enmarcaron sus deliberaciones en términos de “recursos genéticos”, pero se debe recordar que la CDB en sí, es esencialmente una estructura de acuerdos sobre recursos genéticos, un término que connota valor práctico y económico. El término más nuevo de “biodiversidad”, que describe la variabilidad de todos los seres vivos, simplemente expresa el concepto de recursos genéticos en términos que son menos orientados al usuario y más aceptables a la gente que ve las cosas vivientes como si tuvieran un valor más allá de lo puramente económico.

Esto es lo que los expertos de 1980 observaron y concluyeron:

- Necesitamos adoptar una amplia perspectiva del ecosistema en la conservación de recursos genéticos (biodiversidad).
- La preservación del hábitat es el medio fundamental para conservar los ecosistemas.
- Se recomienda el establecimiento de áreas protegidas.
- Se describe la vulnerabilidad de organismos en aguas continentales frente a la pérdida de hábitat y contaminación.
- Se destaca las introducciones de especies exóticas como un impacto particular sobre la biodiversidad de aguas dulces.
- Se notó el potencial para especies cultivadas que genéticamente abrumen sus a sus parientes silvestres mediante la crianza en cautiverio y su mejoramiento.
- Se recomendó un importante aumento del entrenamiento y la concientización.

Como lectores de este reporte, se darán cuenta que pocas son las recomendaciones que han cambiado en los últimos veinte años.

A pesar de que el enfoque de la consulta fue a nivel genético, sus conclusiones y recomendaciones en realidad no fueron distintas de lo que comunidad internacional está viendo ahora y serán repetidas a lo largo del presente reporte. Durante los 80, continuaron a redactarse documentos sobre la conservación de los recursos genéticos de peces, señalando la importancia del tamaño de las poblaciones mínimas e identificando la variación genética como un recurso no renovable. Empezó a ser claro, que mucho énfasis sobre la conservación de especies podría enmascarar la pérdida irreparable de la variación genética en poblaciones locales y varias “soluciones de conservación”, incluyendo programas extendidos sobre la crianza en cautiverio y bancos de genes, comenzaron a aparecer.^{9,9} Aunque la importancia de los recursos genéticos de peces para la acuicultura fue frecuentemente enfatizada durante este periodo^{1,23}, el tono de lo escrito y discusión fue de conservación biológica.^{1,48} La biodiversidad todavía no era un tema.

Si muchas de las ideas fundamentales sobre la biodiversidad acuática son “antiguas”, ¿que ha cambiado en los últimos veinte años para hacer que este reporte sea importante? ¿Por qué está de moda en el 2001, el “enfoque hacia el manejo del ecosistema” cuando sociedades indígenas alrededor del mundo lo han estado practicando durante siglos? Se sugiere que los siguientes grandes desarrollos en tecnología y pensamiento público son los responsables. Están muy entrelazados.

1.1.1 El Convenio sobre Diversidad Biológica

El Convenio sobre la Diversidad Biológica fue un acuerdo global que se concentró directamente sobre los recursos genéticos. A través de sus mecanismos de facilitación como el Clearing House y el SBSTTA y usando nuevos fondos como aquellos del Global Environment Facility, el CDB esencialmente reunió todas las preocupaciones de los expertos - como se planteó en la consulta de la FAO anteriormente - y los reformó teniendo en cuenta la soberanía (y hasta cierto punto los derechos de comunidades locales). Para sus críticos, el CDB no fue más que un acuerdo de libre intercambio en recursos genéticos, pero su fortaleza ha sido la de proveer un nuevo vocabulario y algunas normas generalmente aceptadas para usar y compartir la biodiversidad. El campo de juego en sí continúa cambiando de forma pero el CDB proporcionó un contexto y estructura muy necesitado para preocupaciones que ya se habían planteado en los 80.

1.1.2 Los roles y derechos de las comunidades locales

El papel que juega y los derechos de la comunidad local en el manejo de la biodiversidad han sido reconocidos. El CDB jugó un rol importante poniendo estos elementos sobre la mesa y, si bien el idioma del Convenio más que nada refleja la experiencia con germoplasma de cultivos y la agricultura, claramente también comprende la biodiversidad acuática. La participación de comunidades locales en el manejo de sus propias pesquerías creció a lo largo de las últimas dos décadas y es claro en muchos de los estudios de caso en este reporte, que algunas de las aproximaciones más prometedoras para el uso sostenible de la biodiversidad acuática han sido desarrollados por las comunidades locales, muchas veces como una reacción al manejo de inefectivo de “arriba-abajo” (Coates, Alcalá, MacKay, Rufino, y este volumen). La biodiversidad acuática es ahora vista en un contexto social y esto facilita a la sociedad en conjunto involucrarse de maneras que no hubieran sido posibles anteriormente, cuando la única preocupación parecía ser el de los peces como tales.

1.1.3 Pesquerías descubiertas por los medios de comunicación

El colapso catastrófico de las pesquerías así como la desaparición del bacalao del Atlántico o la erradicación de unas trescientas especies cichlid en el Lago Victoria¹⁵⁴ no fueron pasados por alto por los medios de comunicación global, quienes han aprendido a vincular estos desastres biológicos a la intervención humana. El mal manejo de las pesquerías se convirtió en un elemento principal para las noticias. A lo largo de los 90, por ejemplo, los medios de comunicación desde California hasta Alaska parecían preocupados por la disminución de las poblaciones de salmón y la precipitación política y social, al punto de que pocas personas en la región no se hubieran dado cuenta de la importancia de la biodiversidad acuática.

1.1.4 El sectores de las ONGs explosionaron

La Cumbre Mundial que produjo el CDB fue la primera etapa para las ONGs ambientales, que desde entonces han crecido rápidamente en cantidad e influencias. Las ONGs dedicadas específicamente al agua y vida acuática son ahora capaces de dirigir, o por lo menos sustancialmente desviar la agenda sobre conservación global. Las ONGs van desde organizaciones locales dedicadas a problemas locales, a grupos internacionales capaces de modificar decisiones políticas y comerciales y comprenden el uso de los medios de comunicación. Ahora hay muchas organizaciones que existen solamente para promover el uso sostenible de la biodiversidad acuática.

1.1.5 Cambio climático

El cambio climático ha sido identificado como una influencia negativa sobre la biodiversidad, influencia que va más allá de los esfuerzos por restaurar los hábitats o reformar la gestión de las pesquerías. Para volver al ejemplo del salmón del Pacífico, los efectos del calentamiento del agua sobre la supervivencia de océanos ha entrado al debate sobre gestión al extremo de que la necesidad de conservar la biodiversidad representada por la estructura de la población genética, -que puede ser la clave para adaptarse a los cambios en la temperatura ambiental- es aún más aparente de lo que fuera hace veinte años.

1.1.6 Las sociedades y las tecnologías han cambiado radicalmente

Políticamente, la globalización ha llamado la atención sobre preocupaciones de pesca trans-fronteriza mediante grandes flotas y el impacto de especies exóticas cultivadas para la exportación, sobre las poblaciones de peces locales. La llegada del Internet ha hecho posible la publicación e intercambio de enormes cantidades de información sobre recursos genéticos acuáticos y pesquerías. La administración de las pesquerías en sí se ha beneficiado con el desarrollo tecnológico, con el reemplazo de los instrumentos para análisis genéticos antiguos por las técnicas modernas basadas en el ADN que han revelado las complejidades de la estructura de poblaciones que están influenciando profundamente en la manera de pensar de la gente acerca del manejo de biodiversidad acuática.

De todos estos cambios, tal vez el más importante y el que será más evidente en los estudios de caso en este reporte, es el reconocimiento del rol social de biodiversidad acuática. Salvando la biodiversidad por su valor intrínseco ha sido exitoso en el pasado, pero generalmente solamente para ciertas especies de mamíferos “carismáticos”. Los peces no son carismáticos ni lindos, normalmente están escondidos y tienen pocos “campeones” con perfiles públicos suficientemente reconocidos para propiciar un mayor interés público. Tal vez el avance más grande la conversación de la biodiversidad acuática ha sido el reconocimiento de que los peces *sí* tienen un ejército de defensores ocultos, precisamente las poblaciones que dependen de ellos.

1.2 Las inversiones de desarrollo que se sugieren

1.2.1 Pesquerías de una escala menor como promotoras de la sostenibilidad

Las pesquerías de pequeña escala son un incentivo poderoso para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad acuática. Sobre todo en hábitat de agua dulce, las comunidades pesqueras pueden ser los mejores defensores para el uso sostenible: pesquería diversa = río diverso. Se puede multiplicar su defensa dándoles las herramientas para negociar más efectivamente con otros sectores cuya influencia sobre el hábitat es más perjudicial para la biodiversidad que la pesca local. Ambas herramientas son técnicas (por ejemplo, mejores conocimientos de la pesca y esfuerzo) y sociales (por ejemplo, negociación de habilidades).

Como defensores de la sostenibilidad de las pesquerías, las comunidades locales responderían a cualquier acción que les permita una participación en su administración. En comunidades donde esta habilidad de conectar a una red e influenciar las necesidades de manejo para empezar desde abajo, el primer paso es invertir en la conciencia de las pesquerías de las comunidades (eventos en los colegios, festivales dedicados al “pescado”).

Ejemplos de este reporte Rio Mekong (Coates).

1.2.2 Conexión a redes intersectoriales

En la medida que los ecosistemas acuáticos están afectados por tantas acciones humanas además de la pesca, se debe incorporar vínculos intersectoriales dentro de todos los proyectos de desarrollo pesquero, explícitamente, o mediante la inclusión de otros sectores, o por la promoción de conciencia sobre el proyecto y sus temas mediante los medios de comunicación y colegios.

1.2.3 Conciencia y uso de acuerdos existentes

La concientización sobre el Code of Conduct for Responsible Fisheries de la FAO y el CDB deberá ser promovida entre los empresarios de biodiversidad acuática. Las comunidades en particular necesitan estar concientes de la influencia del CDB. Se puede hacer enlaces con organizaciones de la comunidad que ya han ‘tomado el paso’ y están usando el CDB en su desarrollo de planeamientos.

1.2.4 Líderes locales

El desarrollo necesita identificar e invertir en fuertes personalidades locales. Mientras que los proyectos de desarrollo de las pesquerías necesitan ser participativos, se debe hacer un esfuerzo concertado para identificar e incluir a los líderes locales, quienes necesitan estar involucrados para asegurar la sostenibilidad del resultado de los proyectos. Para que el manejo participativo funcione, los líderes que van a asegurar la sostenibilidad no son los entrenados en el extranjero o científicos sociales o técnicos, sino los miembros de la comunidad. Estas son las personas que deben involucrarse. Las ONGs locales también deberían estar autorizadas para promocionar cambios en el manejo de las pesquerías tanto regional como nacionalmente, asegurando así un enlace que vaya desde las comunidades hasta el Estado.

Ejemplos de este reporte: Cook Islands and Fiji protected areas (MacKay); Proyecto IARA y Varzea, Amazon Basin (Rufino); Philippines protected areas (Alcala).

1.2.5 Conciencia local sobre efectos en los cambios climáticos

El cambio climático debe reconocerse como una nueva y poderosa influencia sobre la biodiversidad acuática y se necesita establecer nuevas capacidades para que las comunidades pesqueras en los países desarrollados tomen conciencia de sus implicaciones. Se necesitan estudios modelo para crear escenarios que puedan ser discutidos en las comunidades y con los administradores, quienes necesitan darse cuenta que los ‘buenos tiempos’ de la pesca tal vez no duren mucho. Especies que dependen de las llanuras aluviales transitorias para su crianza y reproducción, tales como especies tropicales migratorias, pueden experimentar una severa reducción de su hábitat y están en un riesgo especial. Estas especies son proveedoras críticas para las comunidades locales pero ocurren en regiones donde es poco probable sean estudiadas a fondo.

1.2.6 Involucrando a las comunidades en los estudios biológicos

Comunidades pesqueras locales en las riberas pueden volverse participantes en estudios biológicos necesarios para mejorar el manejo del repoblamiento. La información genética que tenemos de especies que ya han sido pescadas es solamente la punta del iceberg. Laboratorios regionales están ganando experiencia en el análisis de ADN y pueden formar sociedades con las comunidades para recolectar muestras. Se necesita también entrenamiento para la recolección de muestras y el manejo de una variedad de estudios, incluyendo estudios de historia de la vida y otras características biológicas. Participación en los programas de muestreo estimula los vínculos entre comunidades, científicos y administradores, y abre los ojos en ambas direcciones.

1.3 Estructura de esta imprimación

1.3.1 Introducción a esta imprimación

A diferencia de las otras publicaciones de la serie Biodiversity Planning Support Programme (BPSP), que son guías con una lista de principios y mejores prácticas, este reporte es una imprimación, mucho más narrativa y que ofrece a los lectores una imagen más amplia sobre el estado de la biodiversidad acuática en el mundo. Está dividida en cuatro partes. La primera parte ofrece un resumen histórico sobre el estado de la biodiversidad acuática y los factores que han influenciado tanto en su tratamiento como su status. Parte dos se profundiza en la complejidad de la biodiversidad acuática y enfoca entre otras cosas, las diferencias entre diversidad marina y de agua dulce y los servicios del ecosistema provenientes de la biodiversidad acuática. Parte tres enfoca los impactos sobre biodiversidad acuática. Parte cuatro discute los conceptos sociales y biológicos más útiles para adoptar y comprender las nuevas técnicas para el manejo de la biodiversidad acuática.

1.3.2 Diseño de esta imprimación

Este reporte utiliza convenios narrativos estándares: Cada sección contiene al final “Recursos Bibliográficos Claves”. Además, todas las referencias a literatura están anotadas con notas de pié que se refieren a las listas numeradas de textos en las notas al final.

Recursos bibliográficos claves

FAO. 1981.

Conservation of the genetic resources of fish: problems and recommendations.^{4,2}

FAO. 1993. **Report of the expert consultation on utilización and conservation of aquatic genetic resources.**⁴³

Harvey, B, C. Ross, D. Greer, and J. Carolsfeld (Eds.). 1998. **Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic resources.**⁶²

Pullin, R.S.V., D.M. Bartley, and J. Kooiman (Eds.). 1999. **Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources.**¹²⁵

Estos reportes de cuatro conferencias grafican veinte años de crecimiento en la conciencia internacional sobre la importancia de la diversidad biológica acuática. Proporcionan el fundamento para el desarrollo de políticas a nivel nacional e internacional y proveen cierto grado de cobertura regional de los asuntos sobre biodiversidad acuática.

FAO. 1995. **Code of conduct for responsible fisheries.**⁴⁴

El Código es un documento central. El Artículo Siete (El Manejo de Pesquerías) sirve para apuntalar a las pesquerías que están manejadas para la preservación de la biodiversidad y está apoyado por una serie de manuales de la FAO, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries.

Anon. 1999. **The non-governmental order: Will NGOs democratise, or merely disrupt, global governance?**⁵

Un análisis sobre la influencia ejercida por las ONGs sobre políticas nacionales e internacionales.

2. Biodiversidad Acuática Global y su Estatus

Hay varias definiciones sobre el término “diversidad biológica” (muchas veces acortado a “biodiversidad”), que sigue siendo uno problemático. El CDB lo define como “la variabilidad entre organismos vivientes de todos los orígenes” (Artículo 2). Generalmente, se ha definido como “el grado de variedad de la naturaleza”⁹⁸, o “la variedad de vida y sus procesos”⁷¹. El concepto de biodiversidad adopta todas las especies de plantas, animales y microorganismos, y sus ecosistemas. El biólogo y escritor Edgar O. Wilson llama a la biodiversidad “llave al mantenimiento de mundo como nosotros lo conocemos”.¹⁷¹

La diversidad biológica es generalmente aceptada para que ocurra a diferentes niveles: *diversidad genética* (muchas combinaciones de genes para cada especie); *diversidad de especies* (muchas especies diferentes para cada hábitat); y *diversidad del ecosistema* (muchos hábitat diferentes). Sería justo mencionar que la presente evolución en la administración de pesquerías es hacia la consideración de aspectos de la biodiversidad de especies y de ecosistemas.

2.1 Biodiversidad acuática

Las estadísticas sobre el agua global son bien conocidas. El 97.5% es marina, y solamente una pequeña fracción de agua dulce está disponible sobre la superficie de la tierra para el sustento de la vida.⁹⁵ Frecuentemente se dice que aunque las aguas interiores representan una pequeña proporción casi desapercibida del total de agua sobre la tierra, contiene un asombroso 40% de todas las especies acuáticas. En otras palabras, sobre una base de área, la preciada riqueza de la vida acuática en los arrecifes de coral es superada de lejos por la de los ríos tropicales, algo frustrante para los biólogos de aguas interiores que tratan de promover el uso sostenible de la biodiversidad (Coates, este volumen). El agua dulce compone menos del 0.5% de agua sobre el planeta, así que el hábitat de agua dulce es muy apreciado.

Aunque hay muchas más especies sobre la tierra que en el agua,⁹³ más de la mitad de todos los vertebrados son peces y la actual diversidad de la mayoría de los grupos de organismos es mayor en ambientes acuáticos. Esta diversidad alta ha llevado a algunos biólogos a pensar por qué el volumen de los esfuerzos de conservación ha sido dirigido a los ecosistemas terrestres y es cierto porque los peces son muy diversos e inaccesibles, y se sabe menos del status de su conservación que de otros grupos vertebrados. La respuesta es que lo que vive en agua es poco visto, difícil de estudiar y difícil de monitorear para cambios (fuera de vista, fuera de la mente). Otras razones incluyen áreas enormes acuáticas que no “pertenecen” a ninguna nación (que lleva a disputas sobre las especies migratorias); el hecho de que no se les puede hacer cariño a las criaturas; y la conexión que tienen con la supervivencia humana que hace el manejo de decisiones más difíciles de defender.¹³⁶

La complejidad de los ecosistemas acuáticos es abrumante. Figura 1 representa la cadena alimenticia del Upper Zambezi River, y demuestra como los organismos interactúan no solo funcionalmente (a través de cadenas de producción y consumo) sino también geográfica y estacionalmente cuando las llanuras aluviales se llenan y vacían. La cosecha de media docena de especies de un sistema tan complejo es como tratar de meter la mano dentro de cables telefónicos y jalar un puñado de alambres; las implicaciones son duras de medir, y difícil de predecir. Ryman *et al.*¹³⁶ describe a la mayoría de pesquerías como “matan primero y luego deciden con que quedarse”, semejante a la caza de mamíferos o pájaros por el bombardeo de sus hábitat.

Figura 1: Peces como componentes funcionales de la cadena alimenticia de las llanuras aluviales del Upper Zambezi River

Ante tal complejidad, todos los autores de biodiversidad acuática tienen que elegir y este reporte no es diferente. Aquí el énfasis es práctico y social: la biodiversidad acuática es considerada por su importancia en las pesquerías. Sin embargo, si hay alguna imagen que el lector pueda llevarse de este reporte, debería ser el de la cadena alimenticia de Zambezi, porque la extracción de un miembro único del ecosistema acuático para alimento nunca está exenta de alguna consecuencia.

Una creciente apreciación de la biodiversidad acuática a nivel genético

Con la cantidad de especies conocidas de peces marinos y de agua dulce, actualmente alrededor de 25,000 y en aumento, hay claramente una diversidad biológica muy alta a niveles de especies y ecosistemas. A nivel genético, se ha pensado que las poblaciones locales de peces de agua dulce son más divergentes que los marinos, con poblaciones locales genéticamente

únicas de las especies más comunes en aguas dulces. Las especies de salmón del Pacífico, por ejemplo, pueden ser subdivididas en subpoblaciones que son genética y geográficamente lo suficientemente diferentes para evitar la reproducción la mayor parte del tiempo, mientras que las poblaciones del arenque, si es que existen, son menores y más extensamente distribuidas.

Dado que el pescado es la única fuente de alimento todavía extraída en el caso de poblaciones indígenas¹³⁶, son imperativos los conocimientos sobre la estructura genética de esas poblaciones para el manejo de recursos. Sin embargo, el libro sobre la estructura de poblaciones genéticas de peces todavía está por terminarse. La disponibilidad de herramientas analíticamente más finas para determinar la estructura genética de la población, como los métodos de ADN mencionados anteriormente, está constantemente forzando la revisión de declaraciones sobre la homogeneidad de poblaciones.

Las especies de aguas frías están siendo estudiadas intensamente con una visión hacia la racionalización del manejo (ver por el ejemplo⁸), y la estructura genética de peces tropicales de aguas dulces se ha empezado a tomar en cuenta en los laboratorios locales que tienen acceso a la tecnología. Información genética sobre los peces está saliendo de los laboratorios: el número de publicaciones en literatura científica sobre peces y pesquerías que contienen el descriptor “ADN” ha triplicado desde 1987.¹²⁶ A estas alturas todo lo que podemos decir con certeza es que la genética molecular sirve para demostrar la continuidad de la diferenciación de población a especies,^{2,4} y que la información genética que ya tenemos es solamente la punta del iceberg. También es importante reconocer que los conocimientos de una estructura genética fina no pueden estar solos por propósitos de administración, y generalmente necesitan estar complementadas por la historia de vida y otras características biológicas (ver por ejemplo ¹³⁴). Mientras que se descubra más sobre la estructura genética fina de las poblaciones de peces, el trabajo de manejar la diversidad se volverá más complejo.

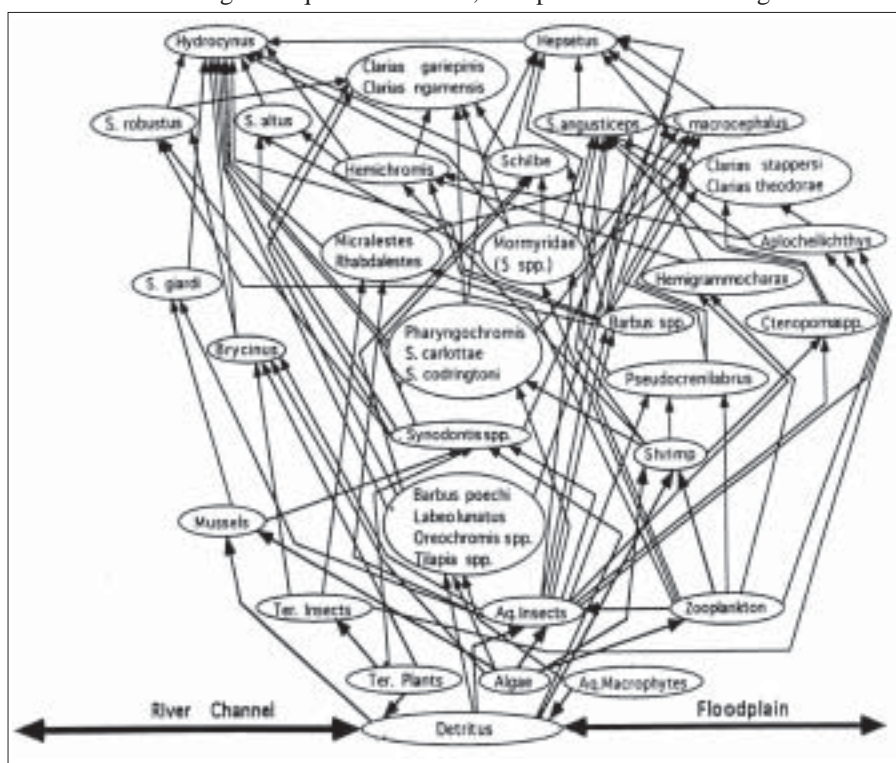


Figure 1: Fishes as functional components of the Upper Zambezi River floodplain food web¹⁷²

2.3 Biodiversidad marina y de agua dulce: algunas diferencias importantes

2.3.1 Océanos

Los océanos cubren el 71% de la superficie de mundo, pero la vida dentro de ellos es distribuida irregularmente. La biodiversidad marina incluye no solamente peces pero también una gran variedad de invertebrados (muchos de los cuales son fuertemente pescados), así como también plantas y vida microscópica. La biodiversidad está distribuida en todos los océanos, aunque la mayoría es extraída en las zonas costeras y la plataforma continental. La plataforma continental poco profunda se extiende hasta los doscientos kilómetros desde la tierra y forma menos del diez por ciento del total del área de océanos, pero es el que más profundamente se estudia. Los Grandes Ecosistemas Marinos donde casi todos los peces marinos son extraídos se encuentran en la plataforma continental.^{1 67}

Hablando en forma mas amplia, los peces marinos son pelágicos (aguas abiertas) o viven en los fondos. Los manglares y arrecifes de coral son los más conocidos y productivos hábitats marinos, con grandes números de especies marinas (por ejemplo, los arrecifes de coral en las Filipinas y Great Barrier Reef en Australia tienen por lo menos 1,500 especies registradas). También hay una gran diversidad de gras marino, bosques de algas, trincheras oceánicas, y aberturas hidrotermales. La población aumenta y como resultado por el desarrollo de la agricultura, se están reduciendo los arrecifes de coral, manglares, áreas de gras marino, y humedales costeros.⁸² Muchas de las áreas no accesibles todavía no se han explorado.

2.3.2 Biodiversidad de aguas dulces

La biodiversidad acuática que se encuentra en los lagos, ríos, y humedales cuyo tamaño varía desde un riachuelo de un metro de ancho hasta ríos tropicales de muchos kilómetros y hogar de innumerables especies que no han sido descritos. Todos los hábitats del interior están esencialmente en la costa y comparten una alta vulnerabilidad a disturbios generados por el hombre.

La distribución de cada clase de hábitat está lejos de ser uniforme. El Brasil por ejemplo, tiene pocos lagos naturales pero un volumen extraordinariamente alto de agua que fluye. Reservorios hechos por el hombre, especialmente en países con un gran desarrollo hidroeléctrico, son importantes proveedores de pesquerías pero presentan grandes problemas de administración relacionados con la biodiversidad (ver ^{1 39} para una discusión sobre pesquerías en Lake Kariba, uno de los lagos hechos por el hombre más grandes del mundo, y Agostinho y Gomes, este volumen). Los límites de muchos ríos cambian dramáticamente con las estaciones, así que la administración de la biodiversidad debe tomar en cuenta las relaciones cambiantes del hábitat terrestre a su alrededor. El ejemplo más extremo es el de los grandes ríos tropicales de Asia, Africa y Sud América, en que una multitud de especies ha evolucionado para explotar la inundación periódica de las llanuras fluviales (ver Coates, Rufino y Agostinho y Gomes, este volumen). También muchos ríos grandes atraviesan diferentes países, y esto implica una dimensión política adicional al manejo, especialmente cuando el daño causado en un país tiene un efecto río abajo en el otro.

La biodiversidad marina y de aguas dulces son tan disimilares que es hasta difícil hablar de ‘biodiversidad acuática’ como un tema único. El número bajo de sub poblaciones en ambientes marinos, por ejemplo, seguramente refleja el hecho de que hay pocas barreras geográficas en el océano. Los sistemas de agua dulce son “cautivos”, usualmente limitados por las características de paisajes que limitan profundamente la habilidad de los organismos de agua dulce para escapar de los efectos de los disturbios en los hábitats. Fronteras geográficas muchas veces significa que los tamaños de la población son menores en aguas dulces (porque están confinados o aislados), y son más vulnerables. Como veremos más adelante, la distribución extensa de muchas poblaciones marinas es lo que hace que las áreas protegidas sean tan atractivas como herramientas de manejo, porque un área protegida estratégicamente colocada puede ‘sembrar’ un área mucho más grande con peces chicos.

Las amenazas a la biodiversidad en los sistemas marinos y de aguas dulces también difieren de maneras significativas. La pesca es un impacto mucho más serio sobre los sistemas marinos que en las aguas continentales, donde la pérdida de hábitat y contaminación son más importantes, pero el resultado final es que las especies de aguas dulces tienen un riesgo mayor de extinción que los marinos. Ochenta y cuatro por ciento de especies en la Lista Roja de la IUCN son de aguas dulces. Globalmente, el estimado de especies de agua dulce que se acepta como amenazados, en peligro o en extinción es del 20%, aumentando a proporciones más altas en algunos sitios – 33% en Australia, por ejemplo, y 42% en Europa.^{1 60} El World Conservation Monitoring Centre preparó un “índice de biodiversidad de aguas continentales” basado en datos disponibles de la población para 70 especies, y demostró una caída de alrededor de 50% desde la línea de base 1970.^{1 68} Hay muchos ejemplos de reducciones drásticas en la biodiversidad de aguas dulces, a través de la extirpación de especies (como la desaparición de muchas especies chichlid del Lago Victoria) o el retiro de poblaciones genéticamente distintas (como la desaparición del salmón salvaje del Atlántico de más de trescientos sistemas de ríos en Norte América y Europa^{1 77}). En el sureste de Estados Unidos, se ha visto un aumento del 125% en peces amenazados en los últimos veinte años.^{1 64}

2.4 Servicios proporcionados por la biodiversidad acuática

La tierra tiene un renovable pero finito abastecimiento de agua, que fluye y refluye en un gran ciclo inseparable de la vida sobre el planeta. Mientras que la población humana crece, también crecen las demandas de agua para la agricultura, industria y consumo doméstico. El aumento de la presión de la población afecta el abastecimiento de agua en muchas formas, desde el cambio de flujo hasta la degradación de su calidad – ambos son críticos para el mantenimiento de la vida acuática. La preocupación es el espectro del cambio climático, que mediante la alteración de temperaturas globales está afectando el movimiento y disponibilidad y hasta la temperatura de las aguas de maneras que hace dos décadas hubieran sido inconcebibles.

La importancia de la biodiversidad acuática para los humanos es inseparable de la importancia de las aguas mismas. El agua dulce provee agua para el transporte de personas y productos, agua para la irrigación y para beber, eliminación de desechos, y una fuente de energía hidroeléctrica así como beneficios recreativos y culturales. La diversidad biológica dentro de estas aguas principalmente provee comida, pero también abastece el comercio de peces ornamentales así como las plantas y animales para uso medicinal. En términos de productos y servicios, las aguas continentales contribuyen más a las economías globales que los ecosistemas terrestres combinados, incluyendo bosques, praderas y campos.^{3,6} Mientras que los océanos (todavía) no proveen agua potable o energía, no solamente son fuentes de casi todo el consumo de pescado mundial, también producen una cornucopia de vida animal y de plantas con un gran potencial para uso ornamental y medicinal. Por cierto se duplican como un inmenso eliminador de desechos.

La eliminación de organismos de agua dulce como comida es actualmente estimado en 12% de toda la pesca, una figura que no incluye la acuicultura y que seguro representa menos de la mitad de la cosecha actual debido al carácter informal de pesquerías en aguas continentales.^{3,4} La acuicultura de agua dulce produce más del doble de tonelaje que la pesca en general^{4,9} y tiene sus propios efectos complicados sobre la biodiversidad.

2.4.1 Servicios del ecosistema

A pesar del aumento de literatura sobre la evaluación económica de la biodiversidad, sería absurdo y corto de vista valorar la biodiversidad acuática únicamente por su contribución a dietas humanas y economías. Después de todo, las pesquerías globales se concentran en una pequeña fracción de las 25,000 especies conocidas. Las pesquerías marinas, por ejemplo dependen primordialmente de por lo menos 200 especies. En el Africa, la mayoría de desembarques de agua dulce son de una sola especie, el Nile perch.^{4,9} ¿Qué “valor” tienen las otras 24,800 especies?

Una forma de responder a esta pregunta es considerar los “servicios del ecosistema” realizados por los peces. Nuevamente, la cadena de alimentos Zambezi (Figura 1) es instructivo. Claramente, los efectos indirectos de la pesca, por el retiro de especies no deseados (pesca incidental) o por la alteración de los ecosistemas por prácticas pesqueras con redes, son tan importantes como el retiro de peces explotados. Si podemos identificar otros roles de los peces, además de alimentarnos, podremos dar el primer paso hacia el manejo de poblaciones de peces de una manera holístico.

Algunos de los servicios del ecosistema generados por los peces incluyen lo siguiente (adaptado de ^{7,0}):

- Regulación de las dinámicas de las cadenas de alimento. Ver, por ejemplo la explosión del Baltic herring luego que su principal predador, el bacalao, fue reducido por la sobre pesca^{1,51}, o los colapsos vinculados de capelin y bacalao en el Mar Barents.
- Procesos regulativos sedimentarios, por ejemplo actividades de engendrar del salmón que mantienen los contornos de los arroyos y crean alimento para otros organismos.^{1,01}
- Regular el abastecimiento de carbón.
- Actuar como vínculos entre ecosistemas, por ejemplo, el rol de salmón de transportar nutrientes derivados marinos al interior, y la importancia de estos nutrientes para predadores, peces juveniles y la vegetación de bosques.^{1,5,30} En ríos tropicales, peces migratorios generalmente viajan más de mil kilómetros para su reproducción, viajando entre ríos y llanuras aluviales, y especies frugívoros (comen fruta) distribuyen las semillas de los árboles fruteros sobre grandes áreas.

Disminuciones en la biodiversidad acuática pueden tener consecuencias de largo alcance. Cuando el salmón sockeye no retornó a Rivers Inlet, British Columbia, en el año 2000, la gente no solamente perdió su sustento de vida, sus jardines comenzaron a recibir las visitas de hambrientos osos pardos. En este caso, las consecuencias del pobre manejo y cambios climáticos fueron inesperadas, especialmente para los osos, muchos de los cuales tuvieron que ser sacrificados. La persistente sobre pesca histórica de grandes mamíferos marinos y peces ha demostrado recientemente el profundo efecto sobre los ecosistemas marinos, y de haberlo hecho mucho antes que la destrucción de hábitats por la contaminación, introducciones de especies exóticas, y hasta el cambio climático causado por el ser humano.⁷⁶

La biodiversidad, especialmente al nivel de sub-población, también provee un “cercos” contra los cambios en las condiciones bajo las cuales las especies viven. La variabilidad genética provee una gama de opciones que ayudan a las especies a sobrevivir. El Pacific salmon son buenos ejemplos, con una alta variabilidad genética intra-específica. Poblaciones varían entre características como run timing y preferencia de temperatura, y es esta variabilidad la que asegura que algunas poblaciones puedan sobrevivir cambios ambientales. Selectivamente eliminando algunas de estas poblaciones, como pasa a través de muchas pesquerías, puede eliminar adaptaciones que los peces en su conjunto puedan necesitar para sobrevivir. generalmente son seleccionados como ejemplos de biodiversidad marina muy alta, con 93,000 especies identificadas hasta ahora.¹²⁷ El alto número de especies en el Río Amazonas (se mencionan 3,000) es frecuentemente promovido como un ejemplo preeminente de biodiversidad de agua dulce, aunque Coates (este volumen) señala que la diversidad de especies en el Río Mekong, por área de unidad de captura, es aproximadamente tres veces más que la de la cuenca del Río Amazonas, aunque el número de especies en Mekong es más baja.

Mientras que muchos estudios tratan de identificar los buenos lugares de biodiversidad acuática (ejemplo¹¹¹ para Latinoamérica o¹²⁹ para sistemas de agua dulce en general), estos tienden a ser en números de especies. Como nuestro conocimiento de estructura genética a nivel población aumenta, y mientras que entendemos más sobre las interacciones entre especies, tales listados pueden tener menos significado. Los encargados de promocionar o invertir en el uso sostenible de la biodiversidad acuática, deberían también estar al tanto de que nuestros conocimientos sobre biodiversidad acuática es solamente la punta del iceberg, y que nuevos niveles de complejidad y los mejores lugares probablemente sean revelados. Una reciente lista de buenos lugares globales de biodiversidad de agua dulce, por ejemplo, nombra solamente dos regiones en Sud América, y no incluye la cuenca del Río Amazonas.¹¹¹ Esto es una muestra: el listado requiere riqueza conocida en más de un grupo de animales acuáticos, de una lista que incluye peces, moluscos, cangrejos, cangrejos de río, camarones. Si no se conoce suficiente sobre todos estos grupos, entonces el Amazonas tampoco será incluido.

Lista de especies amenazadas

Las listas de especies en peligro y amenazadas, aunque imperfectas, reflejan el continuo debate sobre cómo evaluar el riesgo, cómo señalar puntos de referencia para acción, y cómo definir que se debe conservar.¹²² Las listas también revelan algunas cosas interesantes. De todos los peces clasificados como amenazados en la IUCN Red List, por ejemplo, 84% son especies de aguas dulces.⁹⁵ Claro, es más difícil extraer una especie marina que una de agua dulce.

Los decisores también deben de tener cuidado cuando consideran las listas de especies en riesgo, la UICN Red List siendo la que más se menciona. Tales listas son indiscutiblemente importantes y usamos el listado de la IUCN en este reporte como una indicación aproximada de los números de especies en riesgo, pero debe recordarse que la Lista Roja es también una indicación de cuanto esfuerzo se ha hecho para el muestreo y que el número de peces incluidos es probablemente un subestimado.²¹ Como las estadísticas de crímenes que pueden aumentar mientras que los crímenes son reportados, los números de especies amenazadas y en peligro reflejan el esfuerzo que se ha hecho para encontrarlos. En algunas partes del mundo donde hay más recursos para el estudio y la evaluación, como Estados Unidos, tienden a ser sobre representados en lo que es listas de especies amenazadas. Sud Africa es un sitio ideal para peces de agua dulce en peligro primordialmente porque el área tiene una experticia en ictiología.¹⁷³ Agencias de desarrollo podrían contrarrestar el énfasis sobre los sitios ideales para la biodiversidad global considerando la importancia social sobre la biodiversidad acuática en distintos lugares. La importancia de la biodiversidad acuática para la subsistencia puede, por ejemplo, volcar la balanza para la inversión en investigación y entrenamiento.

Desembarque de las pesquerías como indicadores del estatus de especies

A pesar de las dificultades con muestreo y vacíos en nuestro conocimiento, es posible hacer unas declaraciones generales sobre el status de la biodiversidad marina y de aguas dulces. El relativamente bajo número de especies marinas amenazadas y en peligro (por lo menos en comparación a especies de agua dulce) refleja su amplia distribución geográfica. Es difícil exterminar especies marinas, pero relativamente fácil reducir sus números tanto que cualquier pesquería se volvería no sostenible y la población sería afectada. Esto se puede producir por la sobre pesca, por ejemplo del Atlantic cod, o por otros medios como la introducción de especies exóticas en competencia, como en el ejemplo de agua dulce del Lago Victoria. Si la reducción de especies es mediante la pérdida de hábitats o contaminación o especies introducidas, es más difícil revertir la tendencia. Por todas estas razones, el mejor indicador del status total de la biodiversidad marina global es probablemente los desembarques de las pesquerías.

El régimen total de la pesca marina hoy se caracteriza por la declinación en el tamaño de los peces a la hora de la pesca y la excesiva pesca incidental (desechos). La extracción a nivel mundial está creciendo, pero la tasa de aumento ha declinado. Alrededor del 60% de los recursos de las principales pesquerías del mundo son maduros (en su tope) o están declinando, y por eso es urgente la necesidad de una acción de manejo.⁴⁷ Las pesquerías en el Noroeste, Sudeste y la parte Este central del Atlántico alcanzaron el máximo hace uno o dos décadas y ahora se están declinando.⁵⁰ Más relatos que declinaciones y colapsos, en términos de biodiversidad, es el fenómeno de “agotando las redes de alimento marino”. Peces más grandes en la punta de la cadena alimenticia están siendo agotados y reemplazados por pesquerías que se dedican a peces más pequeños en un nivel trópico más bajo. Esta tendencia, que ahora es reportada globalmente, demuestra que, mientras que la pesca en su total está aumentando, redes de alimento marino (=biodiversidad) están siendo profundamente alteradas.^{115 118}

Los declives espectaculares de la abundancia asociados con los conocidos colapsos de las pesquerías han estimulado la investigación y discusión sobre la posibilidad de la extinción de especies marinos. Desde un punto de vista de políticas está pregunta es muy importante, porque la legislación que protege las especies amenazadas debe contener puntos decisivos basados en el tamaño de la poblaciones y cambios.¹²² La sugerencia de que los peces marinos son menos vulnerables para la extinción que otras especies (ver por ejemplo¹⁰⁷) es ahora el centro del debate. Primero, la existencia de una estructura de reproductores de sub especies a nivel genético significa que se puede perder una cantidad considerable de biodiversidad antes que las especies se extingan. Segundo, la habilidad de los peces marinos para recuperar después de una reducción severa de su población está limitada por factores complicados como cambios climáticos y del ecosistema. Exceptuar los peces marinos del criterio de población en declive usados para asignar el riesgo de extinción es inconsistente con la aproximación preventiva.⁷⁴

Pesquerías en aguas dulces están menos documentadas que los marinas y conocimientos sobre la biodiversidad y el status de especies de aguas dulces han estado concentradas en la comunidad académica – una de las razones por las cuales el interés general en conservación hasta ahora no ha sido extendido hacia animales de aguas dulces. Muchos países no reúnen suficientes estadísticas adecuadas sobre la extracción, así que no es fácil medir la salud de la biodiversidad acuática examinando registros de desembarques como es para peces marinos. Sin embargo, la pesca no es el impacto primario sobre biodiversidad de aguas y la naturaleza confinada de los ríos significa que los efectos de otras alteraciones hechas por el hombre como pérdida de hábitat y población son realmente evidentes en la extinción de especies.

Sugerencia para inversiones para el desarrollo

Perfilando la biodiversidad de aguas dulces

La contribución de aguas dulces a la economía global no es apreciada. Aguas dulces contienen el 40% de todas las especies acuáticas, son sujetas a mayores amenazas del hábitat que los océanos y tienen la población más grande de especies amenazadas y en peligro. La biodiversidad acuática en tierras continentales puede perderse rápidamente, y las especies de agua dulce son más vulnerables a la pérdida de biodiversidad en el nivel genético que los marinos.

Las pesquerías en aguas continentales son mayormente de una escala menor y juegan un rol importante en ayudar a las comunidades en los países en desarrollo, más que las pesquerías marinas. Sin embargo, las pesquerías en aguas continentales están pobremente documentadas y los conocimientos detallados de especies de agua dulce todavía se concentran en las universidades. Se necesita más inversiones para identificar y manejar la biodiversidad acuática de agua dulce en los países en desarrollo. Se debe prestar atención especial en las pesquerías en las llanuras aluviales tropicales en Sud América y Asia, incluyendo la recolección de mejores estadísticas sobre extracción (que puede ser usado para medir la salud de las pesquerías y la biodiversidad).

Ejemplos de este volumen: Mekong River (Coates); Papua New Guinea (Swales); OParana River (Agostinho and Gomes); Amazon River (Rufino).

2.5 ¿Cómo describir la “salud” de la biodiversidad acuática?

Un número de excelentes compendios recientes pretenden describir la biodiversidad acuática y su estatus geográficamente.⁴⁷ Muchos describen áreas de alto endemismo (una especie endémica es uno que ocurre en solamente un sitio, así que endemismo alto hace que la biodiversidad de un área sea menos fácil de reemplazar). Arrecifes de coral generalmente son seleccionados como ejemplos de biodiversidad marina muy alta, con 93,000 especies identificadas hasta ahora.¹²⁷ El alto número de especies en el Río Amazonas (se mencionan 3,000) es frecuentemente promovido como un ejemplo preeminente de biodiversidad de agua dulce, aunque Coates (este volumen) señala que la diversidad de especies en el Río Mekong, por área de unidad de captura, es aproximadamente tres veces más que la de la cuenca del Río Amazonas, aunque el número de especies en Mekong es más baja.

Mientras que muchos estudios tratan de identificar los buenos lugares de biodiversidad acuática (ejemplo¹¹¹ para Latinoamérica o¹²⁹ para sistemas de agua dulce en general), estos tienden a ser en números de especies. Como nuestro conocimiento de estructura genética a nivel población aumenta, y mientras que entendemos más sobre las interacciones entre especies, tales listados pueden tener menos significado. Los encargados de promocionar o invertir en el uso sostenible de la biodiversidad acuática, deberían también estar al tanto de que nuestros conocimientos sobre biodiversidad acuática son solamente la punta del iceberg, y que nuevos niveles de complejidad y los mejores lugares probablemente sean revelados. Una reciente lista de buenos lugares globales de biodiversidad de agua dulce, por ejemplo, nombra solamente dos regiones in Sud América, y no incluye la cuenca del Río Amazonas.¹¹¹ Esto es un artefacto de muestra: el listado requiere riqueza conocida en más de un grupo de animales acuáticos, de una lista que incluye peces, moluscos, cangrejos, camarones. Si no se conoce suficiente sobre todos estos grupos, entonces el Amazonas tampoco será incluido.

2.5.1 Lista de especies amenazadas

Listas de especies en peligro y amenazadas, aunque imperfecto, reflejan el continuo debate sobre como evaluar el riesgo, como señalar puntos de referencia para acción, y como definir que se debe conservar.¹²² Las listas también revelan algunas cosas interesantes. De todos los peces clasificados como amenazados en la IUCN Red List, por ejemplo, 84% son especies de aguas dulces.⁹⁵ Claro, es más difícil extirpar una especie marina que uno de agua dulce.

Los decisores también deben de tener cuidado cuando consideran las listas de especies en riesgo, la IUCN Red List siendo la que más se menciona. Tales listas son indisputablemente importantes, y usamos el listado de la IUCN en este reporte como una indicación aproximada de los números de especies en riesgo, pero debe recordarse que la Lista Roja es también una indicación de cuanto esfuerzo se ha hecho para el muestreo, y que el número de peces incluidos es probablemente un groso subestimado.²¹ Como las estadísticas de crímenes que pueden aumentar mientras que los crímenes son reportados, los números de especies amenazadas y en peligro reflejan el esfuerzo que se ha hecho para encontrarlos. En algunas partes del mundo donde hay más recursos para el estudio y la evaluación, como Estados Unidos, tienden a ser sobre representados en lo que es listas de especies amenazadas. Sud Africa es un sitio ideal para peces de agua dulce en peligro primordialmente porque el área tiene una experticia en ictiología.¹⁷³ Agencias de desarrollo podrían contrarrestar el énfasis sobre los sitios ideales para la biodiversidad global considerando la importancia social sobre la biodiversidad acuática en distintos lugares. La confianza en la biodiversidad acuática para la subsistencia puede, por ejemplo, volcar la balanza para la inversión en investigación y entrenamiento.

2.5.2 Desembarque de las pesquerías como indicadores del estatus de especies

A pesar de las dificultades con muestreo y vacíos en nuestro conocimiento, es posible hacer unas declaraciones generales sobre el estatus de la biodiversidad marina y de aguas dulces. El relativamente bajo número de especies marinos amenazados y en peligro (por lo menos en comparación a especies de agua dulce) refleja su fuerza básica y amplia distribución geográfica. Es difícil exterminar especies marinos, pero relativamente fácil reducir sus números tanto que cualquier pesquería volverse no sostenible y la población ser afectada. Esto se puede producir por la sobre pesca, por ejemplo del Atlantic cod, o por otros medios como la introducción de especies exóticas en competencia, como en el ejemplo de agua dulce del Lago Victoria. Si la reducción de especies es mediante la pérdida de hábitat o contaminación o especies introducidas, es más difícil revertir la tendencia. Por todas estas razones, el mejor indicador del estatus total de la biodiversidad marina global es probablemente los desembarques de las pesquerías.

El régimen total de la pesca marina hoy se caracteriza por la declinación en el tamaño de los peces a la hora de la pesca y la excesiva pesca incidental (desechos). La cosecha a nivel mundial está creciendo, pero la tasa de aumento ha declinado. Alrededor del 60% de los recursos de las principales pesquerías del mundo son maduros (en su tope) o están declinando, y por eso es urgente la necesidad de una acción de manejo.^{4,7} Las pesquerías en el Noroeste, Sudeste y la parte Este central del Atlántico alcanzaron el máximo hace uno o dos décadas y ahora se están declinando.^{5,0} Más relatos que declinaciones y colapsos, en términos de biodiversidad, es el fenómeno de “agotando las redes de alimento marino”. Peces más grandes en la punta de la cadena alimenticia están siendo agotados y reemplazados por pesquerías que se dedican a peces más pequeños en un nivel trópico más bajo. Esta tendencia, que ahora es reportado globalmente, demuestra que, mientras que la pesca en su total está aumentando, redes de alimento marino (=biodiversidad) están siendo profundamente alterados.^{1 15 118}

Los declives espectaculares de la abundancia asociados con los conocidos colapsos de las pesquerías han estimulado la investigación y discusión sobre la posibilidad de la extinción de especies marinas. Desde un punto de vista de políticas está pregunta es muy importante, porque la legislación que protege las especies amenazadas debe contener puntos decisivos basados en el tamaño de la poblaciones y cambios.^{1 22} La sugerencia de que los peces marinos son menos vulnerables para la extinción que otras especies (ver por ejemplo^{1 07}) es ahora el centro del debate. Primero, la existencia de una estructura de reproductores de subespecies a nivel genético significa que se puede perder una cantidad considerable de biodiversidad antes que las especies se extingan. Segundo, la habilidad de los peces marinos para recuperar después de una reducción severa de su población está limitada por factores complicados como cambios climáticos y del ecosistema. Exceptuar los peces marinos del criterio de población en declive usados para asignar el riesgo de extinción es inconsistente con la aproximación preventiva.^{7 4}

Pesquerías en aguas dulces están menos documentadas que los marinos, y conocimientos sobre la biodiversidad y el estatus de especies de aguas dulces ha estado concentrado en la comunidad académica – una de las razones por las cuales el interés general en conservación hasta ahora no ha sido extendido hacia animales de aguas dulces. Muchos países no reúnen suficientes estadísticas adecuadas sobre la cosecha, así que no es fácil medir la salud de la biodiversidad acuática examinando registros de desembarques como es para peces marinos. Sin embargo, la pesca no es el impacto primario sobre biodiversidad de aguas, y la naturaleza confinada de los ríos significa que los efectos de otras alteraciones hechas por el hombre como pérdida de hábitat y población son realmente aparentes en la extinción de especies.

2.6 Sugerencia de inversiones para el desarrollo

2.6.1 Perfilando la biodiversidad de aguas dulces

La contribución de aguas dulces a la economía global no es apreciada. Aguas dulces contienen el 40% de todas las especies acuáticas, son sujetos a mayores amenazas del hábitat que los océanos, y tienen la población más grande de especies amenazadas y en peligro. Biodiversidad acuática en tierras continentales puede perderse rápidamente, y las especies de agua dulce son más vulnerables a la pérdida de biodiversidad en el nivel genético que los marinos.

Pesquerías en aguas continentales son mayormente de una escala menor y juegan un rol importante en ayudar a las comunidades en los países en desarrollo, mas que las pesquerías marinas. Sin embargo, las pesquerías en aguas continentales son pobremente documentados, y conocimientos detallados de especies de agua dulce todavía se concentran en las universidades. Se necesita más inversiones para identificar y manejar la biodiversidad acuática de agua dulce en los países en desarrollo. Se debe prestar atención especial en las pesquerías en las llanuras aluviales tropicales en Sud América y Asia, incluyendo la recolección de mejores estadísticas sobre cosechas (que puede ser usado para medir la salud de las pesquerías y la biodiversidad).

Ejemplos de este volumen: Mekong River (Coates); Papua New Guinea (Swales); OParana River (Agostinho and Gomes); Amazon River (Rufino).

2.6.2 Un mejor conocimiento de las especies

La biodiversidad acuática no está representada debidamente en las listas de las especies y prioridades globales de conservación. Conocimientos tradicionales y estudios científicos necesitan apoyo y armonización para apuntalar el manejo sostenible. La influencia de las comunidades locales en la administración de las negociaciones ha mejorado bastante mediante el conocimiento de la distribución, ocurrencias y status de sus especies.

2.6.3 Importancia social de la biodiversidad versus “hotspots”

Los fondos para la biodiversidad son muchas veces guiados hacia “hot spots”. Un índice más orientado hacia el desarrollo (¿un Biodiversity Livelihood Index ?) podría tomar en cuenta no solamente el número de especies acuáticas pero también el número de personas dependientes de ellas y sus ingresos. La inversión, en clasificaciones innovadoras alternativas de áreas geográficas podría ayudar en fijar las prioridades para los fondos limitados. Confiar en una alta biodiversidad acuática para la subsistencia puede, por ejemplo, volcar el equilibrio para la inversión en investigación y entrenamiento en un lugar particular.

Ejemplos de este volumen: Mekong River (Coates).

2.7 Recursos bibliográficos claves

Bruton, M.N. 1995. **Have fishes had their chips? The dilemma of threatened fishes.**²¹

Discute extinciones y amenazas.

Cambray, J.A. 2000. **‘Threatened fishes of the world’ series, an update.**²³

Una compilación útil de especies en riesgo de extinción (aunque todas las listas deben verse como un reflejo del esfuerzo de la investigación.

Cederholm *et al.* 2000. **Pacific salmon and wildlife: ecological contexts, Relationships, and implications for management.**³⁰

Reporte sustancial sobre el rol que el salmón del Pacífico juega en el ecosistema; un ejemplo excelente de una aproximación al ecosistema.

Costanza *et al.* 1997. **The value of the world’s ecosystem services and natural capital.**³⁶

Un papel de referencia que renovó el interés de colocar un valor económico en la biodiversidad.

McAllister, D.E., A.L. Hamilton, and B. Harvey. 1997. **Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems.**⁹⁵

Revisión exhaustiva de ocurrencias e impactos de biodiversidad de aguas dulces.

Nelson, J.S. 1994. **Fishes of the World, 3rd edition.**

Una referencia standard sobre taxonomía de peces y diversidad.

FAO. 1999. **Review of the state of world fishery resources: inland fisheries.**⁴⁹

Una revisión detallada orientada a las pesquerías, fue incluida sustancialmente en el “State of World Fisheries and Aquaculture” de la FAO, publicada dos veces al año.

Holmlund, C.M., and M. Hammer. 1999. **Ecosystem services generated by fish Populations.**⁷⁰

Describe los roles que los peces juegan aparte de ser un alimento para las personas

IUCN Red List (www.iucn.org/redlist/2000/index.html).

La lista más citada de especies amenazadas y en peligro de extinción

Olson *et al.*, (Eds.). 1998. **Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: A conservation assessment.**¹¹¹

Resultados de un taller que consideró un análisis rápido del estatus de la biodiversidad en aguas dulces.

Pauly *et al.*, 1998. **Fishing down marine food webs.**¹¹⁸

Primera descripción del fenómeno de “thropic mining” en las pesqueras.

Pauly *et al.*, 2000a. **Down with fisheries, up with aquaculture? Implications of Global Trends in the mean trophic level of fish.**¹¹⁷

Análisis de los efectos de la acuicultura como un proveedor y consumidor de proteína acuática.

Revenga *et al.* 2000. **Pilot análisis of global ecosystems: freshwater systems.**¹²⁹

Un apreciación comprensiva de la biodiversidad en aguas dulces; no limitada a la pesquería.

Ryman, N., F. Utter, and L. Laikre. 1995. **Protection of intraspecific biodiversity of exploited fishes.**¹³⁶

Una revisión autorizada y muy leíble de la estructura genética de las poblaciones de peces marinos y de aguas dulces y como han sido afectados por las pesquerías, contaminación y alteración del hábitat.

WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1996. **The diversity of the seas: a regional approach.**¹⁶⁷

Libro con fuentes sobre biodiversidad marina: ocurrencias, impactos y status.

WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1998. **Freshwater biodiversity: a Preliminary global assessment.**¹⁶⁸

Libro con fuentes sobre la biodiversidad en aguas dulces: ocurrencias, impactos y status.

Wilson, E.O. 1992. **The diversity of life.**¹⁷¹

Un tratado sobre la biodiversidad muy leíble, para los que no son profesionales por una de las principales autoridades del mundo.

3. Impactos sobre la Biodiversidad Acuática

El estudio de la biodiversidad acuática es un ejemplo clásico del síndrome “cambiar de línea de base”. Los cambios son difíciles de detectar porque no hay un punto sólido por donde empezar a medirlos. Los empresarios de las pesquerías rutinariamente comienzan sus carreras asumiendo la condición presente del ecosistema como una línea de base, mientras que lógicamente esta línea de base cambia con cada generación – generalmente hacia abajo.¹³ Investigaciones recientes de los efectos del ecosistema por la sobre pesca sugieren que el cambio de línea de base es más grande de lo comúnmente se pensaba, y que las abundancias históricas de grandes mamíferos marinos y algunos invertebrados son inconcebibles para los empresarios y biólogos modernos.⁷⁶ En los países desarrollados especialmente, información sobre biodiversidad acuática, donde sí existe, es escasa y dispersa y no puede ser usada de forma práctica. Aunque la inversión en el desarrollo no puede perder de vista la conexión entre biodiversidad y las personas, programas significativos solamente pueden ser desarrollados cuando se haya gastado dinero y tiempo en investigación y monitoreo.

La mayoría de los impactos grandes en la biodiversidad interactúan, y es una de las razones por las cuales el manejo sostenible de la biodiversidad acuática demanda nuevos sistemas para gobernar.²⁸ Porque las causas del declive de las especies son múltiples, acumulativas y a largo plazo. Revertir estos declives necesitaría un mandato de la sociedad para tratar con todos los impactos negativos, no solamente la pesca.

Las tasas de extinción de especies acuáticas parecen ser más altas que las terrestres. Aproximadamente cuatro por ciento de especies de agua dulce de Norte América se perderán cada década, casi cinco veces la tasa de especies terrestres.³⁰ Estimados como estos, calificados según la disponibilidad de datos y un énfasis en los países donde la investigación y la información están disponibles, son suficientes para colocar la salud de la biodiversidad acuática al final de la lista geográfica, por debajo de las regiones costeras, bosques, praderas y la agricultura.⁶⁰ Si nos referimos a lo anterior sobre la cadena alimenticia de Zambezi y contemplamos el efecto por el retiro de una o dos especies, no es difícil de imaginar el efecto cascada que tendría sobre los ecosistemas. Y porque la mayoría de pesquería de aguas continentales son de pequeña escala, el impacto social de la pérdida de biodiversidad sería enorme.

Los impactos en los sistemas marinos y de aguas dulces son similares pero su importancia relativa diferente. La pesca, por ejemplo, es el único impacto más importante sobre la biodiversidad marina, mientras que biodiversidad de aguas dulces está mucho más afectada por la pérdida de hábitat (como es de esperarse dado la naturaleza “cautiva” de los ecosistemas de agua dulce y la alta concentración de personas alrededor de los lagos y ríos). En general, más atención se da a la biodiversidad de aguas marinas que de aguas dulces.⁴ Sin embargo, la acuicultura afecta los sistemas de agua dulce más que las marinas – en parte porque las especies exóticas que se escapan florecen más fácilmente en aguas frescas, pero también porque la mayor parte de la acuicultura del mundo es en aguas dulces.⁵⁵ También es muy temprano para decir que los efectos de cambios climáticos serán mayores en los océanos que en aguas continentales; escenarios alarmantes han sido trazados para ambos.

La escala de tiempo de los impactos sobre aguas dulces y marinos es también diferente. Poblaciones humanas tienden a desplazarse hacia el interior, colonizando áreas distantes a las regiones costeras y aumentando la presión de hábitats acuáticas. La contaminación y destrucción de las líneas divisorias de aguas continentales se acelera porque la gente los ocupa, y se espera que la biodiversidad acuática en tierras continentales se pierda rápidamente.

3.1 Impactos de la pesca sobre la diversidad biológica

Los peces son la fuente principal de alimento hasta ahora extraídos por las poblaciones indígenas.³⁶ La producción total en el mundo de peces todavía está en aumento, aunque la tasa de aumento es mayor para la acuicultura que para las pesquerías, donde el 44% de pesquerías marinas están totalmente explotadas. La acuicultura provee ahora el 29% de la producción global de pescado para alimento.⁴⁹

Las pesquerías absorben el ocho por ciento de la productividad primaria global – la suma total de procesos de vida que resulta en billones de toneladas de biomasa cada año.¹⁴⁴ En contraste con ecosistemas terrestres aún existen áreas tranquilas, la mayoría de las áreas accesibles a la pesca ya han sido usadas, o sea que la expansión solamente puede ser mediante el traslado de la extracción zonas debajo del trópico.⁴⁹**2.6.2**

Es difícil generalizar sobre los efectos de la pesca en la biodiversidad acuática. “La pesca” abarca una enorme gama de operaciones en diferentes ambientes, desde un grupo de familias viviendo de algunas especies de un río tropical a las flotas de pesqueras de arrastre en el Nor Pacífico. En algunos casos, los dos extremos chocan, ya que la pesca de subsistencia en una escala menor choca frontalmente con la competencia de operaciones mucho más grandes por los mismos recursos. El Pacific Salmon, por ejemplo, tradicionalmente ha abastecido de alimento a familias aborígenes en la costa oeste de Norte América mediante pesquerías pequeñas en los terminales (ríos). Pesquerías grandes con poblaciones variadas en las aproximaciones de los ríos han reducido indiscriminadamente la cantidad de peces de poblaciones menores y reducido los números disponibles para la cosecha. En este caso, sí hay efectos de la pesca industrial sobre la biodiversidad y la gente.

También es importante comprender que las poblaciones de peces fluctúan naturalmente. Cambios en la abundancia que pueden interpretarse como “choques” de poblaciones son sorprendentemente comunes y pueden estar no relacionados con la pesca o la alteración de hábitat.⁶⁶ La sardina Californiana, por ejemplo, siempre ha colapsado y luego se ha recuperado.¹⁵⁰ El cambio ambiental es una causa probable para tales choques. Donde los choques tienen consecuencias profundas sociales y biológicas, es a veces difícil, y controversial, separar las causas hechas por el hombre de las causas naturales.

Las pesquerías grandes tienden a ser indiscriminadas, un efecto obvio sobre la biodiversidad. La enorme pesca incidental por las pesquerías marinas (un cuarto de la producción anual reportado⁴⁹) tiene efectos profundos en especies no explotadas, pero la mayoría de las pesquerías, inclusive esas que no tienen una pesca incidental como la pesquería con poblaciones mixtas de salmón descritas anteriormente, son inherentemente “desordenadas” simplemente porque los peces son difíciles de ver.¹³⁶ Poblaciones locales de peces de agua dulce tienden a ser más genéticamente divergentes que las especies marinas, probablemente porque hay menos límites geográficos en el ambiente marino y el flujo de genes es consecuentemente mayor. La estructura compleja de población, ahora revelándose como técnicas de ADN es aplicada a más especies (Coates, este volumen; Wood, este volumen), lo que ahora significa que las especies de aguas dulces son más vulnerables a la pérdida de biodiversidad a un nivel genético.

Hasta las pesquerías recreativas pueden tener un efecto sobre la biodiversidad. Hay una tendencia global hacia el reemplazo de la extracción comercial por la extracción recreativa de las mismas especies. Salmón del Pacífico y Atlántico, o varias especies migratorias en Brasil, por ejemplo, están viendo un aumento en la extracción recreativa y un giro consecuente en la demografía de la gente que se beneficia de ello. Sin embargo, pesquerías recreativas no son necesariamente benignas. Muchos lagos pequeños en el oeste de Norte América, por ejemplo, tienen pocas especies— una especie de salmón, por ejemplo (el objetivo recreativo) — una o dos especies tipo presas. Es por eso que no hay un tope ecológico, y las pesquerías deportivas pueden rápidamente agotar las especies explotadas.¹³⁵ El repoblamiento de peces para pesca deportiva es extenso y puede tener considerables impactos sobre los ecosistemas.

3.1.1 Recursos genéticos y efectos causados por la pesca en el ecosistema

La pesca puede tener un considerable efecto en dos niveles de la biodiversidad, esto es, en la genética y en el ecosistema. Ya hemos visto un ejemplo de efectos genéticos, sobre las distintas poblaciones del salmón del Pacífico en una pesquería con poblaciones mixtas. Incluso donde estructuras de repoblamiento no han sido demostradas, o donde la contribución de varias poblaciones productoras hacia la supervivencia total de especies no ha sido estudiada, el principio precautorio dicta que debemos asumir que las sub unidades de población deben ser discretas, y deben ser conservadas a través de medidas de administración específicas.¹⁵³ Efectos sobre el ecosistema también han sido descritos, como el retiro de un predador o la interferencia con las cadenas alimenticias. La pesca no solamente elimina las especies no utilizadas, sino también afecta al ecosistema por la eliminación de otros animales, como tortugas, gaviotas y mamíferos marinos, o dañando el suelo marino o procesos claves ecológicos.^{38 6}

Investigaciones sobre los efectos genéticos de la pesca han sido más sobre especies que migran desde el océano hasta su reproducción en aguas dulces, o especies marinas. Teniendo en cuenta que las poblaciones de especies marinas son menos diferenciadas genéticamente que las especies de agua dulce, los cambios genéticos principales de la pesca son a través de la selección. La selección resulta porque la pesca no es aleatoria, y resalta ciertas edades y tamaños. Por ejemplo, pesquerías fuertemente explotadas muchas veces demuestran un declive de edad y tamaño en su madurez sexual, un efecto de selección acumulativa.¹⁴⁴ Cuando se pesca los animales más grandes de una población de reproducción selecciona los individuos más pequeños y de crecimiento más lenta como padres para la siguiente generación. Gradualmente, la composición genética cambia.¹¹⁹ Se ha demostrado que pesca que se concentra en poblaciones de reproducción generalmente sacan individuos (heterozygous) mayores y genéticamente más variables.¹⁴⁵

La pérdida de variabilidad genética también puede tener efectos directos en la producción económica. El tamaño de la población solo no es una garantía de producción. Hay, por ejemplo, un vínculo entre la variabilidad genética y el nivel de producción explotable del salmón rosado de Alaska, porque sólo una proporción de la población que se reproduce es la más productiva en cada generación.

Porque las pesquerías existen para mantener a las personas, es inusual que tengan un efecto a nivel especies. El momento en que la pesca ya no es económica es generalmente cuando está sobre el punto de fracaso-seguridad para la supervivencia de peces. En otras palabras, la gente deja de pescar una especie cuando ya no vale la pena el esfuerzo y este punto es normalmente antes que las especies desaparezcan.

Sería altamente engañoso juzgar los efectos de la pesca sobre la biodiversidad solamente monitoreando la productividad de pesquerías mundiales. Como hemos visto, la producción en las pesquerías sigue en aumento y las naciones frecuentemente usan el total agregado de los desembarques como una justificación para continuar la expansión de las pesquerías. Sin embargo, el número de pesquerías que están declinando en productividad está en aumento y la productividad se mantiene solamente expandiendo a otras áreas y especies. Típicamente, la dirección de la expansión ha sido hacia trópicos más bajos y peces más chicos y más tiernos.^{1 15 118}

La persistencia de los efectos de la pesca sobre la biodiversidad es también moderada. Aunque se asume que las pesquerías marinas en particular muchas veces se recuperan más rápido que las pesquerías de agua dulce,^{1 07} Muchas especies, en particular el cod y flatfish, muestran poca o ninguna recuperación hasta quince años después de severas reducciones en los biomas reproductivos.^{7 3}

3.1.1 La sobre pesca

La sobre pesca puede ser el resultado de la avaricia o la pobreza. Embarcaciones sofisticadas tipo fábrica pueden diezmar las poblaciones de peces, pero también lo pueden hacer las gente que tiene hambre. La sobre pesca es la causa mayor de la pérdida de biodiversidad acuática en el ambiente marino, aunque también ocurre en aguas continentales. La sobre pesca marina es posible en parte por la sobre capacidad de las embarcaciones, esto también ocasiona que una empresa no sea económica y esto también es dañino. Recientes investigaciones demuestran que los efectos ecológicos por la sobre pesca antecede todas las otras formas de alteración humana a los ecosistemas costeros, incluyendo la contaminación, declive en la calidad del agua y cambios climáticos.^{7 6}

El 85% de productos pesqueros se originan en las aguas de naciones en desarrollo, una distribución hecha posible no solo por el aumento en la capacidad de la pesca local sino también por la existencia de embarcaciones distantes (DWF). Estas grandes y pesadas embarcaciones capitalizadas son capaces de sobre pescar a gran escala y juegan un rol importante en el declive de la biodiversidad marina. Por definición, operan fuera de sus propias zonas económicas exclusivas, aunque intrínsecamente no causan más daño por la sobre pesca que las embarcaciones nacionales operando dentro de su propia jurisdicción. Ambos tipos de embarcaciones son propensas a la sobrecapacidad y excesivo esfuerzo.^{1 7} La adopción de zonas económicas exclusivas ha cambiado la operación de las embarcaciones de aguas distantes lo que es ahora aguas nacionales, pero su habilidad de competir entre ellos y sobre pescar, en las enormes áreas del océano que son de acceso-abierto no ha cambiado. Las embarcaciones más grandes de aguas distantes están en las naciones soviéticas y el Japón.

El ejemplo clásico reciente de sobre pesca, y el que involucra a las naciones pesqueras de aguas distantes, es el colapso del Newfoundland Cod Fishery (el siguiente cálculo depende de.^{1 7}) El total de desembarques de Northern cod triplicó entre 1950 y finales de los 60. Cuando el límite de pesca de las 200 millas internacionales fue declarado en 1977, el cod estaba comercialmente en extinción; es decir, no valía la pena pescarlos.^{7 5} 1,398 barcos de arrastre que pescaban en el noreste Atlántico llegaron a las 800,000 toneladas, un hecho histórico. Hasta 1960, casi toda la pesca de la costa de Terranova fue extraída por una pesquería pequeña cerca de la orilla, que no fue capaz de presionar los reproductores. Fueron las grandes embarcaciones, propiedad de las naciones Europeas, las que diezmaron la pesca, de tal manera que al tiempo que Canadá se hizo cargo del manejo en 1977, ya estaba hecho el daño – aunque Canadá trabajó duro para mantener la presión pesquera invirtiendo fuertemente en equipo offshore. Ya para 1992 los recursos estaban agotados y se puso una moratoria sobre la pesca, lo que afectó severamente a los pobladores de Terranova.

3.1.3 Clases de sobrepesca

El progreso técnico está atrasado en lo que es información científica disponible y los mercados fuertes han llevado a la sobreexplotación.⁶¹ Conceptos tradicionales de la sobre pesca surgen de las dinámicas de población de especies únicas y la evaluación de reproductores. Reflejan la visión de que especies únicas pueden ser manejadas en aislamiento en relación a otras especies dentro de su ecosistema. Cuando la idea de maximum sustainable yield (MSY) (rendimiento máximo sostenible), por ejemplo, se vuelve disfuncional y el resultado es “Growth fishing” (que los animales son cosechados en un tamaño muy pequeño para producir resultados máximos) o “recruitment fishing” (cuando se pesca la población adulta en grandes cantidades que no tienen la capacidad reproductiva para reaprovisionar). El “growth overfishing” es un precursor de “recruitment fishing” que puede llevar al colapso de los reproductores.

Si es que las pesquerías van a considerar no solamente modelos de especies únicas pero una multitud de especies y sus interacciones tropicales, los conceptos y definiciones de la sobre pesca deben cambiar para incluir los efectos que se tendría sobre el ecosistema. Una forma de empezar es considerando las características de los ecosistemas que son importantes cuando se forman las estrategias de pesca que lo conserva. Estas características incluyen (adaptado de ¹⁰⁵):

- Interacciones técnicas entre especies (pesca incidental).
- Interacciones biológicas entre especies.
- Efectos climáticos.
- Gama de especies geográficas y patrones de densidad.
- Escala de tiempo (ciclo estacional, anual y por década)

Una nueva categoría de sobre pesca, “sobre pesca del ecosistema”, puede ser definida cuando los siguientes síntomas son evidentes: reducción en la diversidad; reducción en la producción del total de recursos explotables, una caída del nivel trófico (fishing down the chain¹¹⁵), aumento de pesca, aumento de la variabilidad en abundancia y el aumento de modificación del hábitat. Hay ejemplos espectaculares de la sobre pesca del ecosistema; por ejemplo, bosques de algas marinas, donde la sobre pesca de erizos de mar ha ayudado a tal punto que pueden señalar adonde falta niveles tróficos más altos que los de los productores primarios.¹⁵⁶ Flores de eutrophication y plancton en los estuarios y áreas cercanas a la orilla han sido explicados con la suma de nutrientes a través de las actividades en la tierra. Sin embargo, la sobre pesca de animales que se alimentan de los microorganismos, como las ostras, pueden ser otro caso.⁷⁶

Una de las tareas claves de la ciencia sobre pesquería es estar de acuerdo en cómo predecir los desenlaces de procedimientos de manejo del ecosistema. Este objetivo será facilitado por una definición práctica de la sobre pesca del ecosistema¹⁰⁵ que traduce los conceptos de “salud del ecosistema”, “integridad del ecosistema”, “sustento”, y “biodiversidad” en una estructura operacional que usan los empresarios. Si se quieren conservar los atributos de los ecosistemas, deben ser definidos, medidos y puestos en un sistema operacional de administración.

3.2 Impactos de la acuicultura y reproducción sobre la biodiversidad acuática

De alguna manera la acuicultura es una respuesta al declive de la extracción “silvestre”. Cuando se mira simplemente como “llenar el hueco”, porque las pesquerías silvestres se vuelven menos productivas, entonces la acuicultura es exitosa. La acuicultura global (casi todo es en aguas continentales) proporcionó el 29% de alimento global de la producción de las pesquerías en 1996. La mayoría fueron especies cultivadas como pez espada, que está muy detrás de los crustáceos, moluscos y plantas acuáticas en la cultura marina. La mayoría de la producción de acuicultura es en países de bajos recursos y con un déficit en alimentos⁵⁰, aunque su rol de proporcionar proteínas económicas para la gente que vive en estos países no es aún clara (Williams 1999). Los problemas y el potencial para la acuicultura, especialmente en países en desarrollo, son discutidas en Svennevig.¹⁵⁵

La población de cuerpos de agua con peces juveniles representa una inyección masiva de peces juveniles producidos artificialmente al ambiente para lo que no hay un equivalente terrestre. La reproducción depende de la producción en los criaderos, una tecnología también utilizada en la mayoría de operaciones de acuicultura (aunque algunos todavía cuentan con el sistema de colección de larvas producidas naturalmente).

Datos globales sobre el rendimiento de los criaderos todavía no se ha olectado sistemáticamente; sin embargo, un reciente intento de la FAO para estudiar el rendimiento de los criaderos produjo un número asombrante de 180 millones de juveniles producidos por día, 99% de los cuales fueron pez espada, y casi todo destinado para descargar en el océano.⁴⁹ En Norte América solamente, los criaderos descargan más de cinco billones de salmón juvenil cada año.⁹⁰

Esto es una alteración de la biodiversidad a gran escala. Se conocen resultados de algunos programas de mejoramiento, por lo menos en términos de aumento de producción y cosecha, pero no los efectos sutiles sobre la biodiversidad a largo plazo. En muchos programas de mejoramiento, como la descarga a gran escala a las aguas del Brasil de juveniles producidos en criaderos para “contrarrestar” los efectos de las represas sobre las especies migratorias, no hay evaluaciones efectivas de los resultados (H. Godinho, personal communication 2000; Agostinho and Gomes, este volumen).

¿Cómo afecta la biodiversidad la cultura de animales acuáticos? Como muchas otras industrias, la acuicultura elimina el hábitat de los peces, contamina el agua y le agrega minerales.¹² Al nivel de *ecosistemas*, patógenos y parásitos introducidos a través de especies acuáticas cultivadas puede perturbar las comunidades naturales. También hay efectos más profundos y menos reversibles al nivel *genético*, y estos dependen de:

- Tecnologías reproductivas y la dependencia de criaderos;
- Origen de reproductores;
- Contención (sistema de cultivo);
- Concentración de intereses e inversión solo de unas cuantas especies.

3.2.1 Tecnologías reproductivas y la dependencia de los criaderos

Porque la mayoría de los peces son muy fecundos, los criaderos tienen la capacidad de producir un gran número de crías de un limitado número de padres. Mientras que existen esquemas de aparear para disminuir el impacto de peces genéticamente uniformes⁸³, es más fácil para los encargados de los criaderos derivar la mayoría de su producción de números limitados de productores. Como resultado, reproductores cultivados en los criaderos son comúnmente menos variables genéticamente que los reproductores silvestres.²⁷ Si estos peces son descargados al océano tendrían que competir con peces silvestres para espacio y recursos y, si el programa de reproducción es un “éxito”, eventualmente afectará la totalidad del pool genético.¹⁶³ La historia de mejorar el salmón del Pacífico de Norte América ha sido la masiva descarga de los criaderos; ahora último se ha empezado a reevaluar tales programas y en muchos casos han sido reemplazados por programas que dependen de reproductores silvestres selectos como padres.

La contención de especies cultivadas y estragos que puedan desplazar o afectar la composición genética de las poblaciones silvestres es un asunto que demanda la aplicación del Principio Precautorio. La descarga involuntaria de peces criados es común y el riesgo es aumentado por la rigurosa presión selectiva usada para la producción de animales, apropiados para crianza en cautiverio.⁶⁷ La discusión generalmente se basa en que estos peces son incapaces de establecerse en la naturaleza por virtud a su selección para condiciones de cultivo o porque no son especies exóticas. El caso del cultivo del salmón en British Columbia claramente demuestra, sin embargo, que tales suposiciones son equivocadas. Mientras que pocos discuten que el salmón del Pacífico escapado va engendrar con el salmón salvaje de la misma especie, se ha comprobado que las industrias se han equivocado al afirmar que el salmón Pacífico escapado (una especie exótica) no puede sobrevivir en la costa oeste de Norte América.⁵⁸ El engendramiento de salmón cultivado y salvaje del Pacífico puede ser un gran riesgo para la biodiversidad, pero el caso es que salmón del Atlántico escapado ha logrado engendrar y producir juveniles sobrevivientes en British Columbia y esto ha estimulado un debate furioso. Poblaciones introducidas también pueden causar cambios indirectos sobre la biodiversidad por la competencia de machos o sitios de engendramiento; no necesitan reproducirse para logra un efecto deletéreo.²⁷⁶⁸

Varias tecnologías reproductivas, como la habilidad para generar ambos sexos de la línea material (ginogénesis) y nuevos métodos para multiplicar los efectos de células de microbios, ofrecen nuevos medios para el mantenimiento de la variabilidad genética en poblaciones de criaderos, primordialmente a través del incremento del tamaño de la población efectiva.¹³⁸ Métodos más antiguos tales como el banco de genes, logran algunos de los mismos objetivos.

Sin embargo, hay una fuerte resistencia de la comunidad conservadora para el uso de tales métodos, porque piensan que va fomentar dependencia en soluciones tecnológicas y alejar los esfuerzos de proteger el hábitat y manejo responsable. La venida de peces trans genéticos introduce un nuevo elemento de riesgo sobre la biodiversidad, aumentando los temores similares a los de cosechas trans genéticos.

A pesar de la confianza de los proponentes de que peces trans genéticos no pueden competir con peces salvajes⁴¹, la experiencia con salmón del Atlántico en British Columbia ha demostrado que hasta una especie “inadecuada” puede lograr su sitio en un ambiente nuevo. También hay preocupación por las tecnologías de esterilización, para lograr que los peces liberados no engendren, no sean foolproof.⁵³

3.2.2 Origen de los reproductores y semillas

Programas para criaderos están basados en recursos genéticos de reproductores que son recolectados de la naturaleza o identificables para animales salvajes. Porque los conocimientos sobre la estructura de las poblaciones de los peces está aún en su infancia, hay un potencial para programas de reproducción para producir grandes cantidades de juveniles que no reflejan la composición genética de las poblaciones en el área de donde van a ser liberadores.

Cuando las crías son recolectadas de la naturaleza, en vez de ser producidas por los criaderos, hay un potencial para el agotamiento de la biodiversidad. Dos ejemplos son la intensa colección de milkfish fry en las Filipinas, y la colección de larva del camarón penaeid salvaje o hembras gravid.¹⁴⁶¹⁴

3.2.3 Dependencia de las pesquerías de captura

Hay dos tendencias mayores en la acuicultura. El primero, una forma predominantemente Asiática, que destaca la cultivación no intensiva de herbívoros (comen plantas) o especies detritos que se alimentan de lo que hay localmente. En esta forma, el nivel trófico en conjunto (especies explotadas y su alimento) es bajo.

En la segunda forma de acuicultura, que se dirige al reemplazo de grandes especies carnívoros cuyo abastecimiento de las pesquerías de captura es probable que no aumente, su alimento es derivado mayormente de pesquerías de captura. El nivel trófico en conjunto es más alto que la forma “Asiática” y va en aumento. Cuando se analizan las tendencias de los niveles tróficos en acuicultura, es claro que, si la acuicultura Asiática es intensificada, como está sucediendo en la China, habrá un incremento grande en la demanda global para productos alimenticios derivados de la captura de las pesquerías. El nivel trófico en conjunto de la acuicultura ascenderá, una tendencia que es insostenible.¹¹⁷ La acuicultura no asiática ya es una red consumidora de pescado.

3.2.4 Demasiado énfasis en especies que no son nativas ni locales

La acuicultura de agua dulce de una escala menor tiene el potencial de proveer alimento y un ingreso modesto a las familias pobres alrededor del mundo en desarrollo. Una investigación reciente de las cooperativas de pesca locales en Méjico mostró que el 98% de las familias pesqueras quisieran llevar a cabo la práctica de acuicultura sostenible, como la cultura de especies de ostras endémicas.⁷² En la mayoría de áreas hay una variedad de especies locales que son bien aceptadas. Sin embargo, los sistemas de cultivo promocionados son frecuentemente para las especies exóticas, generalmente los que han sido desarrollados por procedimientos estandarizados. En el Brasil por ejemplo, el cultivo de carp y tilapia, ambos exóticos, son promocionados por encima del cultivo de muchas especies locales que pueden en realidad atraer mejores precios en el mercado.¹⁷⁸

Las implicancias por escapes de la pesca exótica o de versiones domésticas de pesca local, ya ha sido discutido, pero hay otros efectos sutiles de la acuicultura sobre la biodiversidad. En el Vietnam, por ejemplo, razas salvajes y cultivadas de las montañas indígenas raza de carp, puede ser un importante reservorio de diversidad genética con características que son importantes para las familias pobres; esta raza particular particular, que crece en los campos de arroz, no deja los campos terraplenares cuando son periódicamente inundados. Una raza de carp “perfeccionado”, con un mejor desempeño de crecimiento, esta ahora siendo promocionado para el cultivo en los campos de arroz, pero esta raza requiere significantes mejoras físicas en el ambiente de los estanques. El valor de la biodiversidad de la raza existente esta siendo ahora reconocido.⁴⁰ En Bangladesh, especies pequeñas nativas de peces son importantes recursos para la alimentación e ingresos para la gente rural, y habitan en los ríos, llanuras aluviales, estanques y arrozales. La expansión de la producción de las cosechas, aumento del uso de agroquímicos y la expansión del cultivo de carp, ha reducido las oportunidades de captura de las especies pequeñas nativas. Posibles soluciones a este problema de la pérdida de biodiversidad incluyen la alentadora conservación de poblaciones silvestres de especies pequeñas nativas que pueden persistir en cuerpos de agua utilizados para la acuicultura.⁹⁴

3.3 Impactos de las especies sobre la diversidad biológica

A pesar de que los viajes aéreos y globalización económica son relativamente desarrollos recientes, el traslado de especies animales y de plantas fuera de sus hábitats normales ha sido trivial por más de una década. Muchos de estos traslados han sido deliberados (campos de agricultura, por ejemplo). Otros son accidentales. Todos tienen el potencial de comprometer a la biodiversidad, y la biodiversidad acuática es especialmente vulnerable. Dos tercios de las especies de agua dulce introducidas en países tropicales han sido establecidos.¹³ Especies introducidas suman el 97% de la producción de acuicultura en Sud América.^{5,4} Muchas introducciones resultan en la configuración insignificante de la estructura del ecosistema trófico. Los efectos de la trucha introducida en Australia y Nueva Zelanda, por ejemplo, han sido difíciles de alcanzar, incluyendo el desplazamiento de especies nativas galaxiid.^{8,7}

Introducciones de especies no nativas están resumidas en FishBase's Introductions Table ^{2,6}; (www.fishbase.org). Una idea de la magnitud de la dispersión de especies marinas se puede obtener de varios ejemplos:

- Ahora hay 480 especies marinas invasivas en el Mediterráneo.^{2,2}
- Tres mil especies acuáticas son transportadas vivas en aguas balastos cada día.^{1,9}
- Una medusa introducida por la parte oeste del Atlántico hacía el Mar Negro rompió la cadena alimenticia al extremo de que la cosecha colapsó.^{1,9}
- El costo para erradicar el mejillón de agua dulce en Norte América ha sido estimado tan alto como \$400 millones.^{1,12} Una de las especies, el mejillón dorado *Limnoperna*, ha llegado a ser una peste muy seria dentro de las operaciones hidroeléctricas del Brasil (Fontes, personal communication 2000).

Especies exóticas pueden ser introducidas de muchas maneras, incluyendo la reproducción deliberada, usualmente para la pesca recreativa pero también para la acuicultura (por ejemplo especies extendidas como la almeja de Manila y ostra Japonesa, que se desarrollan esencialmente sin contenerse); escape de especies cultivadas; escape de especies ornamentales transplantadas; y traslados sin advertir (por ejemplo en aguas balastos). La introducción de exóticos es ubicua y tiene una larga historia. En la India por ejemplo, los colonos Británicos introdujeron el English carp and Tench para alimento y deporte en 1870 y brown trout en 1899. Rainbow trout ha sido bien establecido en el país desde las primeras décadas de siglo veinte^{5,6} y son una de los más serios impactos sobre la biodiversidad acuática. La Tilapia, como otro ejemplo, son especies Africanas ahora desarrolladas en alrededor de 90 países tropicales y subtropicales. Casi todas las especies usadas tienen un 60-95% de probabilidad que puedan establecerse en agua abiertas.^{1,24} En el Orinoco de Venezuela, la tilapia es conocida localmente como el "pez universidad", y Dehadrai^{3,9} refiere a sus efectos ecológicos en la India como un "trampa de tilapia". La ruptura de la biodiversidad parecería un efecto lógico por tales introducciones, aunque a la fecha ha habido pocas investigaciones apuntadas hacía la documentación de tales efectos. Sin embargo, los resultados notorios por la introducción deliberada del Nile perch al Lago Victoria, que resultó en extinción de por lo menos 300 especies de peces nativos, muestra que el potencial para el daño ecológico es enorme (Ogutu-Ohwayo^{1,10} y este volumen,^{8,0}).

3.4 Impactos sobre la biodiversidad por la alteración del hábitat y contaminación

Si la pesca es el único impacto más importante sobre la biodiversidad acuática en los océanos, biodiversidad de agua dulce es el más afectado por las alteraciones de hábitat, porque las aguas continentales están rodeadas de tierra que tiene un valor económico alto para la agricultura, extracción de minerales, cosecha de madera, vivienda e industria. Las aguas continentales también proveen servicios, tales como transporte, irrigación e hidroelectricidad, que conduce a cambios en el hábitat. La contaminación, mientras que claramente es un problema para las aguas marinas y aguas dulces, es exacerbada en áreas confinadas. La forestación es un impacto mayor sobre la integridad de las líneas divisoras de agua porque remueve la cobertura de la tierra, aumenta la siltación, sube la temperatura y flujos de los arroyos y añade químicos contaminantes (herbicidas). Arroyos en las cumbres son los más vulnerables. En países como Papúa, Nueva Guinea y Brasil, donde extracción de madera es una gran actividad comercial, la forestación es una amenaza para el hábitat corriente de agua. Los efectos de las prácticas de forestación sobre hábitats acuáticas temperadas están detallados en Harvey *et al.* ²

Las aguas continentales están acorraladas, (para el control de inundaciones y electricidad), extraídas para la agricultura, industria y para beber, y escurridas para eliminar los humedales. Las presiones sobre aguas continentales usualmente son múltiples. No es raro, por ejemplo, ver a un importante canal repetidamente embalsado, recibir contaminantes de industrias cercanas y de la agricultura ribereña, proveer el agua para la irrigación local y para beber, y sostener a comunidades y pesquerías deportivas. Se debe señalar que tal escenario no es único en países en desarrollo; se puede encontrar fácilmente tanto en Japón como en Brasil. Esos impactos solamente son locales. En una escala geográficamente más grande, donde los impactos son sentidos más allá de las líneas divisoras inmediatas, las aguas continentales son severamente afectados por la contaminación (por ejemplo, lluvia ácida) y esquemas para vincular cuencas separados.

3.4.1 Lluvia ácida

La precipitación ácida es consecuencia de la industrialización y puede ocurrir miles de kilómetros más allá del origen de la contaminación. La escala de acidificación es global y efectos sobre la fauna de agua dulce puede ser catastrófica. Solamente en Suecia, más de 6,000 lagos han sido encalados para preservar las poblaciones de peces.¹ Dependiendo de donde ocurre la precipitación, la acidificación de aguas dulces puede afectar la biodiversidad al nivel de especies y subespecies. El banco de genes más grande del mundo de peces, por ejemplo comenzó en Noruega a mediados de los 80 para conservar el nivel de la población la biodiversidad genética del Atlantic salmon cuyos números han sido afectados por una combinación de acidificación e infestación de un parásito introducido por las granjas de acuicultura.^{1 62} Afortunadamente, ambos problemas fueron reversibles, pero no antes de que se haga un esfuerzo masivo para asegurar que el nivel de población de la diversidad genética no se pierda irrevocablemente. En muchas partes del mundo la inversión en bancos de genes para proteger la biodiversidad acuática es impráctica y muy cara. En el caso de Noruega, el salmón fue la especie por la cual se hizo esfuerzos heroicos para conservar la biodiversidad; sin embargo, la acidificación de aguas continentales tiene efectos de largo alcance y complejas sobre otros miembros del ecosistema, que puede afectar más especies “económicamente importantes” indirectamente.^{8 7}

3.4.2 Proyectos para la diversión de agua

Esquemas para la conexión de las cuencas de los ríos, o la alteración de los cauces para mejorar la navegación, puede afectar la biodiversidad acuática de varias maneras. El dragado aumenta la siltation. Rellenando las áreas para la agricultura o desarrollo elimina las áreas para la crianza de la mayoría de las especies migratorias.^{1 78} El Amazonas, el ecosistema de la selva y río más grande del mundo, está bajo la presión de pescadores, ganaderos, mineros, madereros y otros, quienes están extrayendo los recursos de la región.^{5 77} Las alteraciones en los cauces de los ríos también pueden llevar a la mezcla de flora y fauna endémica que han evolucionado en el aislamiento. El esquema propuesto para el transporte del Río Sao Francisco en Brasil, por ejemplo, que es la última versión e una idea que apareció primero en 1847, va proveer agua para la irrigación del árido Noreste.^{2 5} El proyecto tendrá impactos irreversibles sobre la biodiversidad por la conexión de sistemas de ríos en que la fauna acuática ha evolucionado independientemente. El proyecto propuesto para la Hidrovia de agua, proyectado para el mejoramiento del transporte entre la línea divisora del Paraná-Paraguay, implicó cambios tan masivos en la vida acuática que el proyecto ha sido detenido como resultado de una protesta concertada (www.irn.org).

3.4.3 Represas

Las represas son un obvio impacto en la vida de los ríos. La construcción de grandes represas ha aumentado por un factor de siete desde los años 1950, y las represas ahora encierran un 14% del escurrimiento de agua mundial.^{1 60} Mientras que la construcción de represas ha bajado en algunos países industrializados, la demanda para electricidad y el control de inundaciones en países en desarrollo sugiere que se va tener que construir más represas.^{5 5} No todos los países industrializados están disminuyendo la construcción, el Japón se está preparando para construir una represa en el último río salvaje que tienen, y las demandas de la industrialización y crecimiento de la población en China están atrás de un proyecto para la construcción de la represa más grande del mundo, el Three Gorges Dam sobre el Changjiang (Yangtze) River. Entre muchos de los efectos dañinos a la biodiversidad por la construcción está la obliteración del hábitat de las llanuras aluviales, vital para la reproducción de grandes variedades de especies migratorias y no migratorias (Li Sifa, personal communication).

Las represas rompen severamente los flujos de agua, previniendo que el sedimento sea llevado río abajo y drásticamente aumentando el tiempo de tránsito del agua desde su entrada al río hasta su llegada al mar.¹²⁹ La regulación del flujo de las represas impide el movimiento de animales, regímenes de cambios de estación, cambios de temperatura río abajo y nutrientes y altera la estructura de los canales.¹⁷ Retirando el régimen natural de las inundaciones tiene efectos profundos en la biodiversidad, porque las inundaciones estimulan la productividad acuática y ribereña, capitalizando el cambio entre sedimento biota y organismos en el agua.¹⁰⁹³

Las represas son especialmente devastadores para las especies de peces migratorios. En Norte América, los efectos de las represas han sido bien estudiados. En el Río Colorado, por ejemplo, todos los peces nativos en las partes bajas están en declive o extirpados.¹⁰⁴ Represas en la cuenca del Río Columbia ahora bloquean más de un tercio del hábitat original de salmón.⁹⁰ En Norte América la respuesta a los efectos de las represas sobre patrones migratorios ha sido el instalar escaleras y programas masivos de criaderos, y ha funcionado hasta el punto que poblaciones selectas de pocas especies económicas, como salmón, se han mantenido. Pero como hemos visto, programas para criaderos no reemplazan a la biodiversidad; los diluye, de manera que mientras se pueda mantener números absolutos de algunas especies, la población genética de las especies ha sido profundamente alterada, con consecuencias para una supervivencia fundamental de las especies.¹³⁶

Escaleras y programas para los criaderos han sido exportados con entusiasmo a países en desarrollo para su aplicación a las especies migratorias tropicales. Los resultados han sido decepcionantes, o simplemente no se ha medido. Muchas de las especies tropicales migratorias, que viajan distancias tan largas como sus temperados homólogos, no pueden negociar escaleras convencionales, así que “retro fits” de tecnología Norteamericana y Europea ha fallado. Programas para los criaderos, algunas veces oficialmente asignados como una mitigación legal alternativa a escaleras, sufren de la falta de tecnología agrícola para las especies nativas, provisiones pobres de reproductores, falta de conocimientos de las historias de vida de hábitats, y sobre todo de la completa ignorancia de su efecto fundamental.³

La organización del World Comisión on Dams, un comisión de revisión establecida para investigar los efectos de las represas sobre las comunidades y ecosistemas, refleja la severidad del efecto de las represas.¹⁶⁶ La WCD, disuelta en el 2001, fue especialmente activa en la inspección de los efectos de las represas sobre asentamientos humanos, pero sus impactos sobre la pesca también se consideraron. Su trabajo en parte ha sido ocupado por la Dams and Development Unit, provisionalmente organizada por la UNEP.

3.5 Impactos de cambios climáticos sobre la biodiversidad acuática

La mayoría de los científicos ahora están de acuerdo en que los ecosistemas serán profundamente influenciados por el cambio climático. El calentamiento global tiene importantes consecuencias para las comunidades acuáticas y afectará a las pesquerías en maneras que recién ahora se está discutiendo.⁹¹⁰⁸⁴ Para el año 2100, se espera que el cambio climático sea una amenaza mayor para la biodiversidad de agua continentales, reemplazando los efectos del uso de tierras y especies invasivas.¹³⁷ Estos animales de agua dulce no pueden tolerar cambios en temperatura o la disponibilidad de agua será el primero en ser afectado.

Muchos de los modelos actuales predicen un aumento de temperatura sobre la superficie global de 3-5C., aunque la predicción de efectos regionales es más difícil.⁶⁴ Cualquiera que sean los efectos de menor escala en las diferentes regiones, es claro que aumentos de temperatura en este rango tendrán muchos efectos sobre sistemas acuáticos, incluyendo el aumento en la temperatura del agua, cambios en el flujo de los arroyos, cambios en el tamaño de los lagos y el “thermal layering” un alza en los niveles del mar y pérdida consecuente de hábitat en los estuarios, y un gran aumento en “eventos extremos” como inundaciones y sequías.⁹¹¹²¹ Cualquiera de estas consecuencias de por si cambiarán la distribución y abundancia de la vida acuática; en combinación con sus efectos sobre las pesquerías puede ser drástico. Unos ejemplos:

- Las gamas de muchas especies se desplazarán hacia el Norte. Especies de aguas calientes se volverían invasivas.¹⁴⁰
- Un incremento de dos grados en la temperatura reduciría el hábitat del salmón de agua dulce en un 35%.⁸¹
- Especies que dependen de las llanuras aluviales transitorios para su reproducción y crianza, tales como especies migratorias tropicales, podrían experimentar una severa reducción de su hábitat.
- Lagos poco profundos y humedales se secarán, y los márgenes de los más profundos se reducirá.¹⁰⁰

- Para especies económicamente importantes que ya están sensibles a los cambios naturales del clima, el calentamiento global afectará a la productividad del océano y supervivencia marina.¹¹ El resultado será los cambios en abundancia de adultos disponibles para cosechar.

El cambio climático, aunque inducido por el hombre, es el más difícil de todos los impactos sobre la biodiversidad acuática de deshacer. Sus efectos son globales, no regionales o locales, y ocurre en todos los niveles del ecosistema acuático. El hábitat se puede recuperar, la pesca y contaminación se puede reducir, pero el cambio climático empequeñece a todos en términos de ámbito y rebeldía. El desafío de la administración pesquera en las próximas décadas será la de luchar por modelos que producen escenarios de los efectos de las pesquerías, para probar sus predicciones, y desarrollar los sistemas de manejo que reconocen el impacto de los cambios climáticos. Para ninguna otra amenaza se necesita la cooperación sectorial entre reguladores, legisladores, decisores y científicos con tanta urgencia.

3.6 Inversiones de desarrollo sugeridas

3.6.1 Implicaciones de la biodiversidad sobre la acuicultura y perfeccionamiento

En muchos países en desarrollo, se promociona el cultivo de pez espada en una escala menor. Frecuentemente, las especies que se promocionan son exóticas (Ej. la tilapia), especies de razas “mejoradas” locales o trasplantes de otras cuencas de los ríos dentro del país. Los efectos genéticos de escape y establecimiento de estos peces son generalmente ignorados. En el caso de perfeccionamiento o reproducción, los descargos a la naturaleza son deliberados, pero los animales liberados son genéticamente disímiles a los tipos salvajes.. En la mayoría de programas de “mejoramiento”, no hay una evaluación de los resultados. Para el Asia en particular, la tendencia en acuicultura es hacia la intensificación, para que las operaciones se muevan de ser productores de proteína de un nivel trófico bajo a peces de niveles tróficos altos que son realmente consumidores netos de proteína. La cultura extensiva hace mejor uso de los ecosistemas naturales, por ejemplo los arrozales y llanuras aluviales, y deben ser promocionados usando la biodiversidad acuática existente de una manera sostenible.

Proyectos de acuicultura en una escala menor debe reconocer o tratar de cuantificar el valor de la biodiversidad nativa. Donde se promueve la reproducción como un medio de aumentar el sustento, las comunidades locales deberán ser enrolados en el monitoreo de los efectos, tanto en términos de aumento de proteína como en cambios de composición genética como de reproductores salvajes.

3.6.2 Reproducción reduce la biodiversidad

Las consecuencias de descargos de peces producidos en criaderos en una escala mayor a la naturaleza son raramente considerados o discutidos con las comunidades, y departamentos de estado de extensión no están al tanto de las consecuencias o reacios a discutirlo. Una inversión en la construcción y la extensión de conocimientos de los efectos genéticos de la acuicultura y reproducción mandaría un mensaje poderoso sobre el valor de la biodiversidad y estimularía la investigación de tecnologías para el desarrollo de sistemas de acuicultura. Use recomienda una estrategia para alentar la interconexión entre departamentos agrícolas del estado, granjeros comerciales de peces grandes, planificadores de biodiversidad del estado, investigadores universitarios y comunidades. Esta estrategia se presta a talleres regionales.

3.7 Recursos claves bibliográficos

Bonfil et al. 1998. **Distant Water Fleets: an Ecological, Economic and Social Assessment.**¹⁷

Reporte sustancial, preparado para el World Wildlife Fund y también disponible en el sitio Web de la WWF (www.wwf.org).

FishBase. www.fishbase.org

La meta base de datos autoritario interactivo sobre peces. Un repositorio de información sobre taxonomía, biología, ecología, ocurrencia y utilización.

Hanna, S.S. 1999. **From single-species to biodiversity – making the transition in fisheries management.**⁶¹

Papel profundo que captura el presente dilema sobre el manejo de la pesquería.

IUCN Invasive Species Specialist Group. <http://www.issg.org>

El Invasive Species Specialist Group (ISSD) es parte del Species Survival Commission (SSC) del World Conservation Union (IUCN). ISSG provee concejos sobre las amenazas de invasivas y métodos de control o erradicación a los miembros de la IUCN, practicantes de la conservación, y decisores. Las actividades del grupo enfocan primordialmente en especies invasivas que causan la pérdida de biodiversidad, con particular atención a los que amenazan las islas oceánicas.

Jackson et al. 2001. **Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems.**⁷⁶

Un análisis provocativo nuevo de los efectos de la sobre pesca usando datos paleo ecológicos, arqueológicos e históricos además de registros y datos ecológicos de las pesquerías. Los autores concluyen que, para las áreas costeras marinas, “contaminación, eutrophication, destrucción físico de los hábitats, enfermedades, invasión de especies introducidas y cambio climático inducido por el hombre todos aparecieron después de la sobre pesca en secuencia universal de eventos históricos”.

Kaufman, L. 1992. **Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: the lessons of Lake Victoria.**⁸⁰

Resumen de un caso muy conocido de los efectos de introducción de una especie exótica en el complejo ecosistema; leer junto con Oguto-Ohwayo, este volumen.

Murawski, S.A. 2000. **Definitions of overfishing from an ecosystem perspective.**¹⁰⁵

Contiene definiciones técnicas muy útiles sobre la sobre pesca, y sus consecuencias.

Pauly, D., and V. Christensen. 1995. **Primary production required to sustain global lessons of Lake Victoria.**⁸⁰

Un papel fundamental y muchas veces citado que explica desde abajo el “costo” al ecosistema, de proporcionar peces para su extracción.

Perez, J.F., and J.J. Mendoza. 1998. **Marine fisheries, genetic effects and biodiversity.**¹¹⁹

Un repaso leíble e informativo sobre los efectos de la pesca marina sobre la constitución genética de las poblaciones de peces.

Schindler, D.W. 2001. **The cumulative effects of climate warming and other human Stresses on Canadian freshwaters in the new millennium.**¹⁴⁰

Un intento de resumir lo que le pasará a los ecosistemas de agua dulce y las pesqueras como resultado del calentamiento global, con las aguas dulces de Canadá como un ejemplo.

Stephenson, R.L. 1999. **Stock complexity in fisheries management: a perspective of emerging issues related to population sub-units.**¹⁵³

Introduce el concepto de que hay significativa biodiversidad dentro de las especies que deben estar conservadas en administración.

Svennevig, N., H. Reinertsen, and M. New (Eds.). 1999. **Sustainable aquaculture: Food for the future?**¹⁵⁵

Un libro de consulta para un debate reciente sobre los efectos de una amplia gama de operaciones de acuicultura sobre la biodiversidad.

Waples, R.S. 1995. **Genetic effects of stock transfers of fish.**¹⁶³

Un importante repaso de los efectos de los trasplantes de stocks, mejoramiento y criaderos.

World Fisheries Trust. 2000. **Annotated bibliography on the effects of dams on fish and fisheries.**¹⁷⁵

Una base de datos comprensiva trazada de material publicado y no publicado, con aproximadas 10,000 citas.

WRI/UNEP/UNDP/World Bank. 1998. **World resources 1998.99.**¹⁷⁶

El mejor resumen comprensivo del mundo con secciones sobre biodiversidad marina y de aguas dulces.

4. Conceptos Bibliográficos y Sociales Claves

Conforme entramos a la primera década del nuevo milenio, en todas partes el manejo de las pesquerías está fermentándose. Para los planificadores de biodiversidad, quienes deben promover el uso sostenible de la biodiversidad en el nivel inter.-ministerial e inter.-gubernamental, es esencial comprender dos conceptos que infunde el debate actual. El primero es biológico, y concierne las relaciones entre los organismos en la naturaleza. La aproximación sobre el ecosistema abarca una discusión actual y la toma de decisiones, y está ejemplificado por el concepto de ecosistemas grandes marinos y el uso de áreas protegidas como herramientas (no solamente de “conservación”). El segundo problema clave – gobernanza – es uno social; concierne las relaciones entre las personas.

4.1 Concepto biológico clave: la aproximación ecosistémica

Washington, DC. June 15, 2001 – Una coalición de 105 organizaciones de conservación y pesca llamaron el Jueves para un cambio de dirección en la administración de las pesquerías marinas. El Marine Fish Conservation Network (MFCN) insistió que el Congreso adoptara una estrategia de “administración basada en el ecosistema” de multi-especies de las pesquerías Norteamericanas en vez de usar solamente una aproximación de “especies-únicas”. El cambio requeriría Consejos para el manejo de las pesquerías para abordar la interdependencia ecológica e interacciones de especies marinas antes de establecer los niveles de la captura – Environmental News Service.

La administración de las pesquerías, comúnmente se dice, deben adoptar una visión del ecosistema si se va sostener a las pesquerías. Es difícil discutir con esta declaración. Lo que es difícil es imaginar como los sistemas de especies únicos pudieron persistir tanto tiempo en la cultura profesional donde hasta la educación más básica de biología se base en conceptos fundamente tales como cadenas alimenticias y la interdependencia de cosas vivientes. La respuesta, es que los modelos tradicionales de manejo funcionaron muy bien durante años y tomó un esfuerzo determinado de parte de las naciones pesqueras para demostrar que los recursos del océano y ríos no fueron sin límites. Cuando una población o especies son atrapadas hasta su improductividad, siempre habrían otros para su reemplazo.

Evidencia del fracaso del manejo de las pesquerías es ahora abundante. La quiebra de pesquerías es bastante publicitado y repetidamente citado como evidencia de que se necesita un nuevo enfoque, pero no es la evidencia más convincente (como hemos notado, muchas quiebras son eventos naturales).⁶ De hecho la evidencia más insidiosa y menos refutable del daño ocasionado por el mal manejo viene de estudios donde se ha hecho es esfuerzo de buscar no solamente el declive de capturas pero especialmente los efectos sobre el ecosistema. El más convincente de estos estudios son los que han engendrado el término ominoso de “trófico minino.”

4.1.1 Pescando la cadena alimenticia

Las pesquerías extraen animales y reflejan el valor del animal en el alimento de la gente. Aunque la literatura de las pesquerías está llena de estudios de las consecuencias sobre el ecosistema por cosecha (recientemente revisado, por ejemplo, en⁷), los roles que juegan las especies no explotadas en mantener los ecosistemas aún tienden a ser ignorados en el manejo tradicional. Sin embargo, esos son los ecosistemas que sostienen y satisfacen la vida humana (este es el concepto de “servicios del ecosistema”^{3 7}). Dejando los efectos del ecosistema fuera de la ecuación de manejo es de muy corto plazo, como se puede ver de la práctica común de “acabando con la cadena alimenticia.”

Minería trófica, o acabando con la cadena alimenticia, describe el efecto de caída por cosechar una especie más allá de su capacidad para que se reproduzca.^{1 15 118} Cuando se analicen las estadísticas de los desembarques de las pesquerías alrededor del mundo en términos de un nivel trófico – el lugar del animal en una cadena alimenticia - hay una clara evidencia hacia la pesca de menos especies grandes que consumen peces y más pequeños consumidores del plankton. El declive no es tan dramático como la quiebra de una pesquería pero ha estado estable en los últimos cuarenta años. Aunque los sistemas marinos son estudiados mejor, el mismo declive en un nivel trófico se puede ver en las pesquerías en aguas continentales. La lógica de “reemplazar” las especies grandes carnívoras que están en declive cultivándolas no se iguala al análisis de nivel trófico; como hemos visto, un aumento en el nivel trófico en peces cultivados simplemente eleva la demanda de especies tróficos de bajo nivel para alimentarlos.^{1 18}

Acabando con la cadena alimenticia habla de efectos profundos que tienen las pesquerías sobre los ecosistemas. Hemos visto que la cosecha de las pesquerías a nivel global continúa a crecer (aunque lentamente), lo cual significa que la pesca está en aumento pero de peces más pequeños. El debate ahora es sobre que atributos de los ecosistemas son mejores para el desarrollo de sistemas de manejo. El nivel trófico es un índice muy útil en el manejo basado en los ecosistemas.¹¹⁸, aunque es claro que como los índices confían en juegos de datos históricos, el nivel trófico inferior puede ser visto como una herramienta para el diagnóstico que puede revelar a los empresarios sobre la sostenibilidad de una pesquería. El monitoreo de niveles tróficos en declive, sin embargo, es tan poco probable que haga que las pesquerías sean sostenibles así como el monitoreo de la presión haría más distante un infarto. Para detener un deslizamiento de las pesquerías de captura, debe cambiar la administración.

4.1.2 Especies claves

No todos los fracasos de las pesquerías resultan de la falta de una perspectiva ecosistémica. La sobre pesca sistemática y practicas destructivas de cosechas, por ejemplo, son las cosas para los cuales si hay remedio. El concepto del ecosistema es más valioso como un marco de referencia que eventualmente producirá sistemas nuevos de administración pero por mientras cambiará la manera como los sistemas existentes están siendo usados. Un ejemplo es el aumento de conocimientos sobre el concepto de “especies claves”. El concepto clave es útil porque coloca a las especies en un contexto de un ecosistema, y llama la atención de los efectos en cascada que ocurren cuando el ecosistema es modificado, usualmente por la cosecha. Especies claves son los que juegan un rol central del ecosistema, y mientras que haya un peligro de que las especies claves sean igualadas a los “carismáticos”, el concepto tiene un valor en la que promociona una visión holística.¹⁴⁹

Un buen ejemplo de una especie acuática clave es el salmón del Pacífico, un grupo multi-especie - multi-población en este momento en el centro de un vigoroso debate sobre su manejo. Dos revisiones recientes discuten el declive de muchas poblaciones de salmón del Pacífico y el rol que juega el salmón en el ecosistema.⁶³³⁰ El salmón es un buen ejemplo de peces que sirven como vínculos pasivos entre los ecosistemas acuáticos, aéreos y terrestres, particularmente mediante la acción de carroñeros. En el caso del salmón coho, las carcasas son una fuente de alimento para 22 especies de mamíferos y aves²⁹, así como también para invertebrados de los arroyos. Los salmones muertos también transmiten nutrientes para el bosque, alimentando la vegetación ribereña. Considerado a la luz del ecosistema, las consecuencia del declive del salmón es evidente no solamente para las personas, pero para una gran y tangible trama de organismos independientes. Identificando al salmón como una especie clave beneficia el íntegro del ecosistema rehusando a considerar a las especies en aislamiento, como simplemente algo que tiene que ser “manejado”.

Las consecuencias socio económicos de la desaparición de los peces de la dietas de las aves y animales terrestres son claramente apreciadas cuando son observadas como especies claves. En el Glaciar Nacional Park, por ejemplo, la población de salmón kokanee colapsó cuando introdujeron camarones para aumentar la producción de los peces, y tuvo el efecto opuesto de sacar de la competencia al salmón juvenil para alimentar al zooplancton disponible.¹⁵² La siguiente secuencia de eventos ocurrieron:

- La cosecha de angler declinó a cero.
- Poblaciones de bald Tagle declinaron en un 96%.
- La visita de observadores de aves declinó en un 98%.
- Declinaron las poblaciones de coyotes, visones, venados y osos pardos.

Después de los ocho años de haber introducido el camarón al ecosistema del lago, las actividades recreativas en el parque disminuyeron drásticamente, como resultado directo de los servicios del ecosistema proporcionados por las especies claves. Este ejemplo dramático, que puede repetirse para otras especies, sirve para ilustrar las dimensiones del cambio de pensamiento que se va necesitar si la administración va ser realmente basado en el ecosistema. Como una especie clave con un rol central en productividad y biodiversidad de varios ecosistemas, el salmón anadromous une los problemas de manejo no solamente para los océanos y ríos, pero también para los bosques, llanuras fluviales y estuarios. Separar el manejo de un sistema de los demás es riesgoso; por ejemplo, hace ya algún tiempo se ha reconocido que las prácticas forestales afectan el salmón, pero como una especie clave el rol del salmón en “establecer” los bosques también debe de considerarse. El ejemplo del salmón es un caso más donde los impactos sobre la biodiversidad acuática son múltiples e involucran a sectores de la sociedad aparte del manejo de las pesquerías. El reto de la sociedad para encontrar nuevas formas para integrar el manejo de estos sectores, para que la biodiversidad acuática se conserve, es el reto de la gobernación.

4.1.3 Ecosistemas marinos grandes

Un ejemplo relativamente nuevo del pensamiento del ecosistema es el Large Marine Ecosystem. Los LME fueron primero propuestos como un concepto de manejo a mediados de los 80.¹⁴² Los LME son áreas costeras que se extienden desde la boca de los ríos hasta los límites exteriores de las plataformas continentales y los márgenes exteriores de las corrientes costeras. Son geográficamente extensivas (200,000 kms.2 o más) y políticamente complejos. Los cincuenta LMEs incluyen las áreas marinas que son más utilizadas para la pesca y más sujetos al estrés por la extracción de recursos, pérdida de hábitat y contaminación.¹⁴³ Laevastu⁸⁶ revisa su utilización por el hombre.

El manejo de los grandes ecosistemas marinos refleja los principios adoptados por la United Nations Convention for the Law of the Sea (UNCLOS), Agenda 21 y la Global Plan of Action (GPA) for the Protection of the Marine Environment from Land Based Activities. Son un marco ecológico para lograr los objetivos de la UNCED y Convention on Biological Diversity.¹⁴¹ Desde el Global Environment Facility, el principal mecanismo de fondo para el CDB, ha dado aliento a las propuestas para evaluaciones enfocadas en las actividades de evaluación y manejo en los LME. Tales proyectos generalmente involucran a varias naciones (trece en este caso del LME del Mar Caribe).

Tal vez como una reflexión de la gran escala geopolítica, el concepto de los LMEs es todavía difícil de definir. Los críticos se dan cuenta de la falta de conocimientos para el funcionamiento del ecosistema, el histórico fracaso para predecir hasta los eventos más simples de especies únicas, la falta de herramientas técnicas para estudiar los LMEs y evaluar las diferentes opciones para el manejo y hasta la falta de metas explícitas para el manejo.¹¹³ Los proyectos ambiciosos de los LME con fondos o propuestos por la GEF producirán experiencias invaluable sobre el manejo de las pesqueras para la biodiversidad, y ayudará a proveer las respuestas de estas críticas.

4.1.4 Áreas protegidas y reservas

La única manera de preservar los ecosistemas completamente de los efectos de la pesca, claro, sería dejar de pescar. Las críticas de que carecemos de conocimientos y herramientas para la administración de los ecosistemas se vuelve relevante si las áreas protegidas son esas herramientas, y la investigación necesaria para implementar las áreas protegidas es idéntica a las investigaciones necesarias para el manejo de grandes ecosistemas marinos.¹¹³

Las áreas protegidas abordan un obstáculo crítico que se debe superar si debemos lograr el verdadero manejo basado en el ecosistema. Mientras que se dice repetidamente que los modelos de las especies únicas deben ser abandonados a favor de las multi-especies, o del ecosistema total, los datos necesarios para la construcción y operación de tales modelos complejos ya no existen. Algunos críticos argumentan que la ciencia de la pesca es *incapaz* de construir y aplicar los modelos de los ecosistemas, y que los ecosistemas acuáticos son, en efecto, inmanejables por el alto nivel de incertidumbre que implica su complejidad. Una alternativa, o estrategia complementaria, que no involucra la colección acelerada de datos, es el *hedge bet*, para reducir el riesgo por diversificación, como un portafolio de investigación con la compra de stocks de las compañías con diferentes niveles de riesgo. Prohibir la extracción en áreas protegidas es *“bet hedging”*. Es la manera más simple de diversificar el manejo de las pesquerías⁸⁸ y una aplicación clásica del principio precautorio.

Mientras que hay más de 8,000 áreas protegidas terrestres, las áreas protegidas marinas son más recientes (establecidos en las últimas décadas), y muchos menos (alrededor de 1,300). Hay, por ejemplo, 1500 veces más áreas designadas terrestres prohibidas en los Estados Unidos como hay acuáticos.¹⁹ Totalmente un cuarto de todas las áreas protegidas marinas están en Australia.¹⁶ Los mecanismos sociales involucrados en el establecimiento y mantenimiento de áreas protegidas tienden a venir desde el exterior del manejo cultural de las pesquerías, tal vez reflejando en la larga historia de conservación terrestre usando las áreas protegidas. En este sentido, las áreas protegidas sirven para la función social muy importante de unir a los biólogos de la conservación y biólogos pesqueros, dos esferas que hasta ahora han orbitado en galaxias diferentes.

Las áreas protegidas pueden oscilar desde reservas prohibidas hasta áreas de múltiple uso que alientan la pesca y la recreación. En los Estados Unidos, los 12 santuarios marinos cubren menos del 1% de aguas americanas, y menos de 0.1% de “santuarios” fuera de los límites para la pesca.¹ El grado de protección varía y es bajo ningún punto de vista, obsoleto. En California, por ejemplo, la pesca recreativa y comercial es permitida en todos los santuarios marinos.¹⁰⁶

El establecimiento de las reservas requiere algo de conocimiento sobre la dinámica de la comunidad pesquera en el área en cuestión. Por ejemplo, algunas áreas son fuentes de larva y juveniles, y algunos son áreas de vínculo que no contribuyen significativamente a las generaciones futuras. La cantidad de conocimientos necesarios antes de establecer un área protegida es cuestión de debate; si hay poco, la habilidad de vincular áreas protegidas a un cadena productivo está perdido; si se pierde el tiempo recolectando información (fuentes y vinculos, por ejemplo, son identificados solamente para unas cuantas especies), la oportunidad de establecer cualquier área se pierde.^{1 32}

a) Funciones de las áreas protegidas

Las reservas marinas protegen los ecosistemas y conservan la biodiversidad. Los científicos de la industria pesquera ahora aceptan que las áreas protegidas pueden lograr muchos de los objetivos que el manejo tradicional ha fracasado en alcanzar, y que las poblaciones explotadas si se pueden recuperar en áreas protegidas. Prohibir la explotación significaría la preservación de una estructura y base genética mas natural, porque no hay cosecha que remueva selectivamente individuos basados en edad o tamaño. En las reservas, las oportunidades de crianza no son modificadas por la extracción, así que los efectos de la pesca sobre la biodiversidad están eliminados.^{7 8} Un sistema de manejo basado en áreas protegidas puede realmente maximizar la captura mientras que se protege los reproductores, permitiendo una intensidad mayor de pesca en un área mas pequeña.^{8 8}

Un beneficio mayor de las áreas protegidas es que ofrecen a las generaciones futuras la oportunidad de apreciar la riqueza de la vida acuática. Pescadores y el público, pueden asumir que la variedad de especies ahora presentes es variedad que siempre ha existido. En la ausencia de áreas prístinas, tal suposición es solamente razonable. Simplemente por la existencia, las reservas proveen evidencia dramática de cuantos humanos han alterado y simplificado los ecosistemas acuáticos; son un recuerdo constante y punto de referencia y ahora una estímulo poderoso para la conservación. También están disponibles para estudios científicos, un prerrequisito si queremos entender los ecosistemas acuáticos suficientemente bien para poder “administrarlos”. La mayoría de los biólogos acuáticos, se debe recordar, nunca han trabajado en sistemas tranquilos.

Áreas protegidas son refugios reproductivos, y por tal motivo las necesidades según su tamaño deben considerarse cuidadosamente para que sean un éxito cuando están “sembrando” áreas remotos. También imponen requerimientos para el manejo, monitoreo, vigilancia y conciencia pública que demandan los nuevos tipos de gobernación. Parecería haber ninguna correlación directa entre el estatus económico de un país y su habilidad para manejar efectivamente un MPA; en verdad, la biodiversidad marina podría ser más fácil de proteger en países en desarrollo donde más gente tiene un interés directo en ganarse la vida por intermedio del mar^{(1 57, ver también Alcalá este volumen para una discusión sobre experiencias en áreas protegidas en la Filipinas y el éxito por el manejo basado en la comunidad).}

b) Áreas protegidas de agua dulce

El valor del servicio del ecosistema de hábitat de agua dulce, cuando expresadas por unidad de área, deja atrás cualquier tipo de hábitat, incluyendo aguas abiertas y marino costeras^{3 6}, sin embargo la protección de áreas de agua dulce es problemática. La protección formal de las áreas de agua dulce es menos común que para zonas marinas y las áreas protegidas de agua dulce son menos probables a ser usadas como herramientas para el manejo de pesquerías. Frecuentemente van a ser parte del sistema de parques. El Ramsar Convention provee para la designación de humedales significantes como lugares Ramsar, aunque la designación no lleva prohibiciones automáticas sobre la cosecha y ningún vínculo explícito a pesquerías como es común con las áreas protegidas marinas. Ecosistemas funcionales son obviamente importantes para el hábitat de agua dulce, pero esto crea un problema importante para la conservación, esto es los límites inciertos de los hábitats de agua dulce. Ríos, lagos e humedales no existen en aislamiento; en cambio son parte de drenajes, y cambian con las estaciones. Proteger la parte de un línea divisora de aguas, por ejemplo enumerando un humedal como un lugar Ramsar, es mejor que nada, pero ese lugar protegido siempre será vulnerable a cambios en su total captación, que puede cruzar fronteras internacionales.^{1 02} Una vez más, la naturaleza única de aguas dulce afecta su conservación.

Protegiendo biodiversidad de agua dulce necesita reflejar el hecho que es el médium por sí solo, no simplemente los organismos dentro de él, que determina la composición y funcionamiento de los ecosistemas. Los ecosistemas de agua dulce están constantemente cambiando, así que los esfuerzos concentrados en preservar especies únicos, como funciona bien para la conservación terrestre, no es necesariamente la mejor estrategia. Porque, en conjunto, la mayoría de pesquerías en aguas continentales son de una escala menor y se extienden sobre las corrientes de agua, justificando la protección de un área extensa de agua dulce para poder sembrar áreas adyacentes para la pesca, es un argumento débil para las áreas marinas. La aplicación y monitoreo son también más difíciles, porque las presiones sobre hábitats de agua dulce no vienen mayormente de la pesca sino de otras actividades humanas. En la mayoría de los casos, la designación de hábitat de agua dulce como una zona prohibida, no lo va salvar.

4.2 Concepto social clave: gobernación

‘Gobernancia’ es un término relativamente nuevo primeramente introducido en las ciencias sociales. Sistemas de gobernación reflejan normas culturales y sellos políticos; pueden oscilar desde consensual y participativo hasta autoritario. La gobernación enfoca en la interacción entre el estado, el mercado y la sociedad civil, y puede definirse como arreglos mediante cual la gente y gobierno interactúan para resolver los problemas sociales.^{8,5} Gobernación es sobre relaciones, mientras que ‘gobierno’ se refiere a acciones. El estudio de gobernación refleja la necesidad de nuevos tipos de cooperación basados en las crecientes interdependencias en la sociedad.

Sistemas de gobernación son caracterizados por el aumento en el número de partes involucradas en la toma de decisiones y manejo. El uso sostenible de la biodiversidad es un ejemplo excelente de un campo donde la tendencia es aparente, ya que requiere acción colectiva a muchos niveles. Un intrigante paralelo puede ser trazado entre la tendencia hacia la consideración de ecosistemas enteros en el manejo de recursos biológicos y la tendencia hacia lo incógnito en gobernación. En una escala global, los números de signatarios al CDB es evidencia de tal multiplicación, mientras que localmente la tendencia hacia la investigación y manejo participativa está marcado.

La gobernación se vuelve compleja cuando un recurso es afectado por diferentes clases de actividades por diferentes sectores de la sociedad. La biodiversidad acuática, especialmente en la manera de que el hombre lo afecta, es un buen ejemplo. El Salmón del Pacífico ilustra esta complejidad, con una importancia simbólica, espiritual, recreativa y económica para millones de personas sobre un lapso de tiempo milenio. El salmón fue la base para las culturas mas antiguas en el oeste de Norte América, sin embargo ahora deben competir con demandas de su hábitat que incluye, represas, irrigación, minería, tala de árboles y el pastoreo de ganado y la pesca. El manejo de un recurso con tanta gente estresada demanda un sistema de gobernación que reconoce esta complejidad.

4.2.1 El manejo de las pesquerías como un ejemplo de los cambios en la gobernación

En la industria pesquera como en otras áreas del manejo de recursos, el atractivo de arriba hacia abajo, iniciado por el estado y el manejo controlado esta desapareciendo, y nuevas iniciativas están viniendo más y más de la sociedad civil – desde organizaciones sociales y ambientales, comunidades y poblaciones indígenas. Los modelos de manejo tradicionales “comandar y controlar” no han funcionado para conservar la biodiversidad, en parte porque ignoran las fuerzas económicas fundamentales que actúan a un nivel local.^{7,9} El manejo participativo se está volviendo mas común en las pesqueras, y refleja la realización que los asuntos biológicos y sociales son muy complejas e interconectadas para que una sola organización lo maneje. Esto no quiere decir que toda administración tiene que ser ahora de “abajo hacia arriba” solo que se necesita una representación mas justa de conocimientos e intereses. Excelentes iniciativas puede llegar de ambas direcciones.

El manejo de industrias pesqueras tradicionales trata de anticipar los efectos de medidas particulares de manejo sobre la abundancia de la pesca. En un nuevo sistema de gobernación, la ciencia que se usa para la administración de las pesquerías necesitará anticipar y medir los efectos no solamente sobre la pesca, pero también sobre las sociedades que los cosechan. Ahora, la colección de datos será más amplia, y utilizaría las herramientas de ciencia social.^{1,31} La aproximación antigua, donde la biología era primero y después venía los estudios sociales y de economía, será gradualmente reemplazado por una colección de datos simultáneos e integración que abarcará varias disciplinas. En el presente, el cambio recién está comenzando, con ambos campos cautelosamente probando la idea.

En el manejo de las industrias pesqueras, especialmente donde la biodiversidad es una consideración, el proceso de empezar a compartir responsabilidades será particularmente difícil, porque el estado, habiendo arrojado todas las herramientas modernas de la ciencia hacia el problema, no se puede decir que ha logrado una cosecha sostenible. Los administradores de las pesqueras están acostumbrados a que les hagan recordar el problema. Como con todos los modelos de interacción social, todavía hay bastante que hacer con los modelos de manejo de las pesquerías y muchos problemas han aparecido. Grupos de usuarios, si es que van a colaborar, necesitan nuevas habilidades para negociación en grupo y disputar los acuerdos. En casos donde muchos de los grupos de usuarios compiten para grupos genéticamente complejos de especies y reproductores, por ejemplo el entrenamiento y tecnología para enumeración y monitoreo han tradicionalmente residido en el gobierno. Cuando comunidades locales se involucran en la toma de decisiones sobre alocución y métodos de cosecha, necesitan confrontar a duras preguntas sobre infraestructura técnica y compartir datos que cruzan las tradicionales líneas de competencia. Por ejemplo, ¿es posible que veinte años de datos sobre el agregado de engendrar repentinamente pueda volverse la ‘propiedad’ de una comunidad luchando para comprender sobre su parte en la cosecha de esos peces? ¿Deben recibir entrenamiento en la interpretación de tales bases de datos extensivos? ¿Querrán? ¿Quién paga? Estas son preguntas en la vida real, y son típicas de cualquier situación donde la responsabilidad es consagrada.

Otro ejemplo de las realidades de la co-administración viene de Barbados, donde la asociación entre gobierno y cooperativas pesqueras es activamente alentada en el desarrollo del manejo de planeamiento. Un estudio reciente del proceso señaló varias trampas, incluyendo la obvia necesidad de que los pescaderos le den una prioridad más alta a la pesca que a las reuniones y una tendencia a buscar soluciones del gobierno y no mediante una acción colectiva.⁹⁶ Donde el control local de las pesquerías es buscado e intentado, la existencia de una personalidad fuerte local ha ayudado (MacKay, este volumen), y eso promueve la no menos sorprendente observación de que hay un delicado balance entre participación y liderazgo.

4.2.2 Acuerdos entre gobiernos nacionales

Los cambios en la gobernación de las pesquerías están sucediendo a muchos niveles. El manejo a nivel nacional es importante simplemente porque la mayoría de la producción marina mundial, y toda la producción en agua dulce, está dentro de las jurisdicciones nacionales. Y en verdad, agencias nacionales están cooperando más con las comunidades locales. Sin embargo, hay todavía un sinnúmero de acuerdos importantes 'entre' gobiernos nacionales que, tomados en conjunto, son una fuerte evidencia de un cambio de pensamiento sobre el manejo de recursos genéticos. Los estados son capaces de firmar acuerdos sobre la pesca que incluyen a todas las partes de una pesquería significativa. Un buen ejemplo es la *Convention on the Conservation and Management of Pollock Resources in the Central Bering Sea*, firmado por Japón, Corea, China, Polonia, Russia y los Estados Unidos. El acuerdo Pollock es uno de los pocos acuerdos de pesca ejecutables firmado por todas las partes interesadas.¹⁷

Políticas ambientales han figurado prominentemente en el cambio del manejo de las pesquerías, y ciertamente ha influenciado sobre el principal acuerdo multinacional que afecta la gobernación de las pesquerías, principalmente el Convenio sobre Diversidad Biológica. La CDB obliga a los estados a producir planes de acción para conservar la biodiversidad (Artículo 6), y llevó a la adopción de la Yakarta Mandate on Marine and Coastal Biological Diversity in 1995. Este acuerdo hizo que las áreas marinas y costeras fueran los primeros grandes ecosistemas en ser sistemáticamente abordadas en el Convenio, una moción que instantáneamente elevó el perfil internacional sobre biodiversidad acuática. La CDB afecta el manejo de las pesquerías mediante la mejora de las especies múltiples y la investigación orientada al ecosistema; promoviendo *in situ* la conservación en las áreas protegidas (Artículo 8); y ayudando a los países a enfocar en prioridades de biodiversidad como resultado de la participación en la Conferencia de la Partes.⁶⁹

Otros importantes acuerdos que apoyan la tendencia hacia nuevos sistemas de gobernación de las pesqueras incluyen:

- The United Nacional general Assembly Resolution sobre large scale pelagic drift net fishing;
- The United Nations Convention for the Law of the Sea (UNCLOS);
- UNEP's Global Plan of Action for the Protection of the Environment from Land-Based Activities (GPA);
- Un nuevo protocolo sobre el manejo de agua balasto para prevenir la propagación de especies ajenos por Internacional Maritime Organization of the United Nations (IMO);
- El acuerdo de las Naciones Unidas sobre reproductores que se extienden y Especies Altamente Migratorias;
- La Declaración de Kyoto adoptado en la Conference on the Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security, and
- The FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries.⁴⁴

Algunos de los acuerdos anteriores tienen implicaciones para el uso sostenible de biodiversidad acuática. Su relevancia al manejo de las pesquerías y su efectividad y su aplicación han sido revisadas (por ejemplo^{65 165 69}). El acuerdo sobre Straddling and Highly Migratory Fish Stocks¹⁵⁹ trata específicamente con la aplicación de una aproximación precautoria, y hace necesario una manera diferente de tratar con las grandes incertidumbres inherentes en la ciencia del manejo de las pesqueras.

El Código de Conducta de la FAO para Pesqueras Responsables

El Código de Conducta de la FAO para Pesqueras Responsables, acompañado de directrices técnicas⁴⁴ es un compendio autoritario de los principios de las pesqueras sostenibles. Es tan válida para las naciones como es para las comunidades locales involucrados en la regulación de pesquerías. Artículo Siete (Administración Pesquera) trata sobre muchos temas relacionados con la biodiversidad discutida en el presente reporte, incluyendo:

- Capacidad excesiva de pesca,
- Los requerimientos especiales de los países en desarrollo y subsistencia a una escala menor y pesqueras artesanales,
- La conservación de hábitats y ecosistemas,
- Efectos de los humanos sobre el hábitat,
- Acuicultura,
- Extracción selectiva,
- La necesidad de basar el manejo de las características biológicas y genéticas de los reproductores,
- La necesidad de reunir conocimientos sobre los impactos sociales y económicos de la administración pesquera y conservación,
- Administración de las zonas costeras, y
- La necesidad de adoptar una aproximación precautoria.

Como un copia para el uso sostenible de la biodiversidad acuática, por lo menos como lo afectaría la pesquería, El Código es autoritario e inexpugnable. Puede y debe ser usado para el desarrollo de políticas, y es, por ejemplo, la base para la certificación por la Marine Stewardship Council (MSC), una organización constituida en el medio de los 90s para promover la pesca sostenible utilizando fuerzas del mercado. Pero la certificación de las pesquerías es cara, y el Código es voluntario. Tristemente, es seguro decir que la mayoría de los administradores de las pesquerías saben de esto. El planeamiento de la biodiversidad para las pesquerías ya tienen una herramienta conceptual de primera clase en el Código; su aplicación depende de los planificadores, decisores y administradores.

4.2.3 Gobernación y el costo de la conservación

Estimados del valor anual de los productos y servicios proporcionados por la biodiversidad fluctúa entre los \$2.9 a \$33 trillones.³ Estimados del costo por *preservar* esa biodiversidad varía con el método propuesto, con las áreas protegidas como un opción particularmente eficiente. Cualquiera que sea la factura final, encontrar el dinero para pagar por la biodiversidad depende en los mecanismos por la cuál la sociedad puede justificar la redirección de sus fondos. El CDB provee tales mecanismos, con el requerimiento de que las partes identifiquen y regulen actividades que adversamente afecten el uso sostenible de la biodiversidad (Artículo7). El convenio también ordena que las partes proporcionen el dinero a los países en desarrollo para la conservación de la biodiversidad, a través de la Global Environment Facility (GEF). El GEF ya ha invertido fuertemente en áreas protegidas.

Uno de los impactos adversos sobre la biodiversidad más fácil de identificar puede ser el uso de recursos subsidiados por el gobierno. “Subsidios ambientalmente perversos” están estimados en US \$950 billones, de los cuales \$20 billones es para subsidiar las pesqueras comerciales. Tales subsidios producen flotas masivas sobre capitalizadas, mantienen los precios de los recursos por debajo del nivel del mercado y alienta la sobre explotación. Mundialmente, los costos de las pesquerías exceden los ingresos tanto como US\$50 billones.³² Subsidios para las embarcaciones significa artificialmente bajos costos para los operadores e inversionistas y, junto con los subsidios para la investigación y manejo, ha conducido al sobre uso de los recursos.⁶¹ Hasta la reducción fraccionaria de estos subsidios, como asignado por el Artículo 7 de la CDB, pagaría por un programa comprensivo sobre la conservación de la biodiversidad global.⁷⁷ Si las naciones están preparadas para reubicar los gastos de esta manera depende de la magnitud del diálogo entre los interesados compitiendo por los recursos. Como hemos visto, para las pesquerías, esos intereses son extremadamente diversos.

4.2.4 Un giro en gobernación a nivel de agencias

Tal vez el único gran cambio necesario en gobernación es cambiar el manejo de especies únicas al manejo de grupos de especies y ecosistemas. La FAO Code of Conduct explica detalladamente que se necesita hacer, pero poniendo sus principios en práctica es un gran reto para los decisores, reguladores, y todas las personas que viven de las pesquerías. A pesar de la necesidad de políticas nacionales e internacionales, es probable que al nivel de implementación – el nivel de agencias pesqueras individuales y sus socios - donde está el verdadero reto para institucionalizar la biodiversidad.⁶¹ Es en este nivel operacional que la gobernación necesita cambiar, y es en esta línea del manejo de pesquerías que los lectores de este reporte deben constantemente afrontar.

Una idea del desafío que estas agencias afrontan puede obtenerse considerando como “administrando para biodiversidad” difiere del manejo tradicional:⁶¹

- Regulaciones estarán basado en límites ecológicos y no políticos;
- Mas especies (por ejemplo: no solo las especies explotadas) deben ser protegidas, e información científica es necesaria para esas especies;
- La interacción de especies necesitan se acomodadas;
- Deben ocurrir más necesidades de ejecución.
- La ejecución de más regulaciones para el mar (Ej.: áreas protegidas y el uso de equipo).

Para lograr estos cambios se va necesitar cambios fundamentales en el diseño de las instituciones que manejan las pesquerías, especialmente a nivel agencias. El costo será alto, aunque no en relación a la cantidad ya gastada en subsidios perversos. Sin embargo, podemos aprender de la experiencia. La codirección o el manejo de pesquerías cooperativas han empezado un historial y como es claro de los estudios de caso en este reporte, se ha podido aprender algunas lecciones. En Canadá por ejemplo, las complicaciones políticas y sociales impuestos por compartir las responsabilidades de las pesquerías entre la gente aborígen y no nativas han conducido a muchas experiencias en codirección que proveen lecciones de valor para otras jurisdicciones.⁹⁷

Participación de los usuarios en el manejo de pesquerías parece funcionar cuando la situación de las pesquerías es aún “rescatable”, cuando los participantes tienen tiempo para ponerse al día en nuevos conceptos y técnicas, y cuando se comparte información entre los participantes. La condición más importante parece estar empezando antes que los recursos se agoten y la administración se haya vuelto un ejercicio frustrado y ninguna de las partes tenga sitio para maniobrar.⁶⁰

4.2.5 Nuevas herramientas para la biodiversidad de las pesquerías

El manejo de las pesquerías para biodiversidad es un trabajo que no se puede hacer sin herramientas. Necesitamos herramientas para la gente en todos los niveles de gobernación y, porque algunos de los jugadores son nuevos, necesitamos herramientas nuevas. Las herramientas de la ciencia deben seguirse aplicando, especialmente al desafío de comprender los ecosistemas acuáticos mejor, y bien sustentadas meta bases de datos FishBase, así como otras bases de datos de información sobre recursos acuáticos genéticos, guardan la promesa para comunicar datos a una variedad amplia de usuarios. Pero la administración de pesquerías ya no es el único campo de “profesionales” pesqueros. Nuevos grupos de interés, incluyendo grupos comunitarios, grupos aborígenes y planificadores de biodiversidad que trabajan en el contexto de la CDB, también necesitan herramientas nuevas.

Hay otras herramientas. Algunas, como el Código de Conducta de la FAO y la serie mas reciente de Technical Guidelines for Responsible Fisheries de la FAO que apoya el Artículo 7 del Código, son generales, y proveen un marco para dictar herramientas mas específicas sobre la biodiversidad. También es alentador ver que algunas herramientas específicas ya están apareciendo. El criterio desarrollado por la Marine Stewardship Council demuestra un ejemplo muy práctico, con el Principio Dos siendo el “mantenimiento de la integridad de los ecosistemas”.³⁵ Otro ejemplo es el proyecto apoyado por la Unión Europea para fortalecer las pesquerías y la administración de la biodiversidad en los países Africanos, Caribeños y Pacíficos. El programa de entrenamiento desarrollado para este proyecto, que es entregado mayormente a las pesquerías profesionales, estresa el entendimiento de los ecosistemas y apunta a crear conciencia sobre las preocupaciones de la biodiversidad entre científicos y administradores en los países en desarrollo (¹⁶¹, www.iclarm.org). El proyecto promociona el uso de FishBase y especialmente apunta al estímulo de nuevas políticas sobre la conservación de la biodiversidad y nuevas formas de gobernación.

4.3 Sugerencia de inversiones de desarrollo

4.3.1 Áreas protegidas

Las áreas protegidas parecen estar funcionando, y en varios niveles. Hasta áreas más pequeñas tienen un gran valor educacional, mostrando a la gente local, incluyendo los pescadores, el potencial de riqueza de la vida acuática y mandando un fuerte mensaje sobre los efectos humanos en los ecosistemas. Áreas protegidas pequeñas permiten a la biodiversidad ser apreciada en términos (no monetarios) locales, y en una escala donde las lecciones pueden ser pasadas de generación en generación. Experiencia en varios países también muestra que el apoyo local para áreas protegidas pequeñas es contagioso, para que las comunidades vecinas empiecen a crear una cadena de zonas de pesca restringidas. Por lo tanto áreas tan pequeñas serían buenas para inversiones de desarrollo, porque parecen tener la habilidad de multiplicar un modesto desembolso inicial. Áreas protegidas pequeñas en países en desarrollo garantizan la participación de la comunidad y ofrece la esperanza para una red amplia.

Al escoger las áreas protegidas se tendrá que considerar el estado de los conocimientos biológicos en el área, e idealmente deberá estar basado en el conocimiento de que si un área es un recurso o una fuente. Los países en desarrollo están bien adecuados a las áreas protegidas por fuertes lazos locales con el mar. Debido a la gran importancia de pesquerías de pequeña escala en aguas continentales, también hay un fuerte caso para la inversión en algunas áreas protegidas piloto de agua dulce. Sin embargo, el criterio y métodos serán muy diferentes a los de las áreas marinas.

Cualquier inversión en áreas protegidas debe incluir fondos para promocionar el monitoreo a largo plazo.

Casos de Estudio relevantes en este reporte: Cook Islands, Fiji (MacKay); Filipinas (Alcalá).

4.3.2 Administración participativa en aguas continentales

Las comunidades cerca al río en los países en desarrollo son los principales candidatos para una exitosa participación administrativa (coparticipación) de las pesquerías. La biodiversidad de peces de agua dulce es afectada por varias influencias de afuera, especialmente el del hábitat, así que la necesidad de interactuar con otros sectores de las sociedades es particularmente fuerte.

Inversiones de desarrollo se deberá hacer en acción colectiva para incrementar la participación local en la administración de las pesquerías, con dos advertencias. Primero, el equipo del proyecto necesita tener un claro entendimiento sobre los límites entre la ciencia biológica y social. Los biólogos tienen que entender el rol de ciencia social en comunidades autorizadas para negociar con el resto de la sociedad y ayudar a biólogos en recopilar información sobre las pesquerías, así como sus propias limitaciones trabajando con comunidades. Científicos sociales deben a cambio reconocer la importancia de un buen entendimiento científico de poblaciones de peces y su respuesta a presiones de afuera, y el interés limitado de las comunidades en volverse científicos y administradores de la pesca. Segundo, ambas disciplinas necesitan hacerse familiares con la gente en tierra, para que puedan identificar y trabajar con los líderes naturales quienes asegurarán la sostenibilidad del proyecto.

4.4 Recursos bibliográficos claves

Agardy, T. 1999. **Creating havens for marine life.**¹

Buena perspectiva general de razonamiento para áreas protegidas marinas.

UN. 1995. **Agreement on Straddling and Highly Migratory Fish Stocks.**

www.umn.edu/humanrts/resolutions/50/24GA1995

Kooiman, J. 1999. **Governance, and the conservation and sustainable use of aquatic genetic resources.**^{8,5}

Resume teorías actuales de gobernanación en relación a la administración de pesquerías. Leer con Hanna^{6,1}.

Lauck et al. 1998. **Implementing the precautionary principle in fisheries Management through marine reserves.**⁸⁸

Hace un fuerte argumento para “bet hedging” en la luz de conocimientos incompletos de la diversidad del ecosistema.

Marine Stewardship Council. www.msc.org.

El MSC es una organización global sin fines de lucro que trabaja con agencias de administración pesqueras para promover pesquerías sostenibles mediante un programa de certificación. Los Principios de Certificación de MSC refleja el Code of Conduct for Responsible Fisheries de la FAO.

Ramsar Convention on Wetlands. www.ramsar.org.

Convention on Wetlands 1971 es un tratado intergubernamental, que provee el marco para la acción nacional y cooperación internacional para la conservación y uso prudente de los humedales y sus recursos. Actualmente hay 124 Partes Contratantes al Convenio, con 1072 sitios sobre humedales designados para la inclusión en Ramsar List of Wetlands of International Importance.

Richards, L.J., and J.J. Maguire. 1998. **Recent international agreements and the precautionary approach: new directions for fisheries management science**¹.

Discutir los acuerdos de las pesquerías más importantes y sus implicaciones para la administración.

Roberts, C., and J. Hawkins. 2000. **Fully-protected marine reserves: a guide.**¹³³

Revisión definitiva de áreas protegidas marinas.

Sherman, K., and A.M. Duda. 1999. **Large marine ecosystems: an emerging paradigm for fishery sustainability.**¹⁴³

Una buena introducción a los LME's.

Vakily et al. 1997. **European Union supports Project to strengthen fisheries and biodiversity management in African, Caribbean, and Pacific (ACP) countries.**¹⁶¹

Describe un gran proyecto con el objetivo específico de construir capacidad en la aplicación de conceptos de la biodiversidad a la administración de pesquerías. Contiene vínculos para obtener materiales de los programas.

Endnotes

1. Agardy, T. 1999. Creating havens for marine life. *Issues in Science and Technology* (Fall 1999):37-44.
2. Agardy, T. 2000. Effects of fisheries on marine ecosystems: a conservationist's perspective. *ICES Journal of Marine Science* 57:761-765.
3. Agostinho, A. A., L. C. Gomes, H. I. Suzuki, and H. F. Júlio Jr. 2001. Migratory fishes of the Upper Paraná River basin, Brazil. Pages 5-79, in J. Carolsfeld, B. Harvey, A. Baer, and C. Ross (Eds.). *Migratory fishes of South America: biology, social importance and conservation status*. World Bank Technical Review, in press.
4. Allan, J. D., and A. S. Flecker. 1993. Biodiversity conservation in running waters: identifying the major factors that threaten destruction of riverine species and ecosystems. *BioScience* 43(1):32-43.
5. Anonymous. 1999. The non-governmental order: will NGOs democratise, or merely disrupt, global governance? *The Economist*, Print Edition, December 11th:20-21.
6. Auster, P. 1998. A conceptual model of the impacts of fishing gear on the integrity of fish habitats. *Conservation Biology* 12(6):1198-1203.
7. Bayley, P. 1998. Amazon: fisheries and aquatic biodiversity management. FAO accession No: XF99:385767. Rome, FAO. 62 p.
8. Beacham, T. D., K. D. Le, M. R. Raap, K. Hyatt, W. Luedke, and R. E. Withler. 2000. Microsatellite DNA variation and estimation of stock composition of sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in Barkley Sound, British Columbia. *Fish. Bull.* 98:14-24.
9. Beamish, R. J. 1993. Climate change and exceptional fish production off the west coast of North America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50:2270-2291.
10. Beamish, R. J. 1995. Response of anadromous fish to climate change in the North Pacific. Pages 123-136, in D. L. Peterson, and D. R. Johnson. *Human Ecology and Climate Change: People and Resources in the Far North*. Taylor and Francis, Washington, DC.
11. Beamish, R. J., M. N. Chrys-Ellen, and A. J. Cass. 1997. Production of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to decadal-scale changes in the climate and the ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:543-554.
12. Beardmore, J. A., G. C. Mair, and R. I. Lewis. 1997. Biodiversity in aquatic systems in relation to aquaculture. *Aquaculture Research* 28:829-839.
13. Beveridge, M. C. M., L. G. Ross, and L. A. Kelly. 1994. Aquaculture and biodiversity. *Ambio* 23(8):497-502.
14. Beveridge, M. C. M., M. J. Phillips, and D. J. Macintosh. 1997. Aquaculture and the environment: the supply of and demand for environmental goods and services by Asian aquaculture and the implications for sustainability. *Aquaculture Research* 28:797-807.
15. Bilby, R. E., B. R. Fransen, and P. A. Bisson. 1996. Incorporation of nitrogen and carbon from spawning coho salmon into the trophic system of small streams: evidence from stable isotopes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:164-173.
16. Boersma, P. D., and J. K. Parrish. 1999. Limiting abuse: marine protected areas, a limited solution. *Ecological Economics* 31:287-304.
17. Bonfil, R., G. Munro, U. Sumaila, H. Valtysson, M. Wright, T. Pitcher, D. Preikshot, N. Haggan, and D. Pauly. 1998. Distant water fleets: an ecological, economic and social assessment. *Fisheries Centre Research Reports* 6 (6). University of British Columbia Fisheries Centre. 111 p.

18. Boulton, A. J., and M. A. Brock. 1999. Australian freshwater ecology: processes and management. Adelaide (Australia). Gleneagles Publishing.
19. Brailovskaya, T. 1998. Obstacles to protecting marine biodiversity through marine wilderness preservation: examples from the New England Region. *Conservation Biology* 12(6):1236-1240.
20. Bright, C. 1998. Life out of bounds: bio invasion in a borderless world. New York: W. W. Norton & Company.
21. Bruton, M. N. 1995. Have fishes had their chips? The dilemma of threatened fishes. *Environmental Biology of Fishes* 43:1-27.
22. Burke, L., Y. Kura, K. Kassem, M. Spalding, and C. Revenga. 2000. Pilot analysis of global ecosystems: Coastal Ecosystems Technical Report. Washington, D.C.: World Resources Institute.
23. Cambray, J. A. 2000. 'Threatened fishes of the world' series, an update. *Environmental Biology of Fishes* 59:353-357.
24. Carvalho, G. R., and L. Hauser. 1999. Molecular markers and the species concept: new techniques to resolve old disputes? *Reviews in Fish Biology and fisheries* 9:379-382.
25. Carvalho, J. O. 1994. Projeto de transposição de águas do Rio São Francisco. *Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza* 25(3):305-330.
26. Casal, C. M., and D. Bartley. 1997. The introductions table. Pages 82-86, in R. Froese, and D. Pauly (Eds.). *FishBase 97: concepts, design and data sources*. ICLARM, Manila, Philippines.
27. Cataudella, S., and D. Crosetti. 1993. Aquaculture and conservation of genetic diversity. Pages 60-73, in R. S. V. Pullin, H. Rosenthal, and J. L. Maclean (Eds.). *Environment and aquaculture in developing countries*. ICLARM Conf. Proc. 31. 359 p.
28. CBDMS (Committee on Biological Diversity in Marine Systems). 1995. *Understanding marine biodiversity: a research agenda for the nation*. National Academy Press, Washington D.C.
29. Cederholm, C. J. 1989. Fate of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) carcasses in spawning streams. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46:1347-1355.
30. Cederholm, C. J., D. H. Johnson, R. E. Bilby, L. G. Dominguez, A. M. Garrett, W. H. Graeber, E. L. Greda, M. D. Kunze, B. G. Marcot, J. F. Palmisano, R. W. Plotnikoff, W. G. Pearcy, C. A. Simenstad, and P. C. Trotter. 2000. Pacific salmon and wildlife: ecological contexts, relationships, and implications for management. Special Edition Technical Report, Washington Department of Fish and Wildlife, Olympia, USA. 138 p.
31. Charlesworth, D., and B. Charlesworth. 1987. Inbreeding depression and its evolutionary consequences. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:237-268.
32. Christy, F. T. 1994. Economic waste in fisheries: impediments to change and conditions for improvement. Paper presented at the Conference on Fisheries Management and Global Trends, 14-16 June, 1994. Seattle, WA. University of Washington.
33. Cloud, J. G., and G. H. Thorgaard (Eds.). 1993. Genetic conservation of salmonid fishes. Plenum Press, New York and London. Published in cooperation with NATO Scientific Affairs Division. 314 p.
34. Coates, D. 1995. Inland capture fisheries and enhancement: status, constraints and prospects for food security. International Conference on Sustainable Contribution of Fisheries to Food Security, Kyoto, Japan. FAO, Rome. 82 p.
35. Constance, D. H., and A. Bonanno. 2000. Regulating the global fisheries: The World Wildlife Fund, Unilever, and the Marine Stewardship Council. *Agriculture and Human Values* 17:125-139.

36. Costanza, R., R. d' Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387:253-260.
37. Daily, G. C. (Ed.). 1997. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Island Press, Washington, DC. 392 p.
38. Dayton, P., S. Thrush, T. Agardy, and R. Hofman. 1995. Environmental effects of marine fishing. *Aquat. Cons. Mar. Fresh. Ecosys.* 5:1-28.
39. Dehadrai, P. V. 1993. Conservation of biodiversity in fisheries. *Indian Farming* (October):55-58.
40. Edwards, P., D. D. Hiep, P. M. Anh, and G. Mair. 2000. Traditional culture of indigenous common carp in rice fields in northern Vietnam: does it have a future role in poverty reduction? *World Aquaculture*, December:34-40.
41. Entis, E. 1999. Policy implications for commercialization of transgenic fish. Pages 35-42, in R. S. V. Pullin, D. M. Bartley and J. Kooiman (Eds.). *Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources*. ICARM Conf. Proc. 59.
42. FAO. 1981. Conservation of the genetic resources of fish: problems and recommendations. FAO fisheries technical paper No.217. Report of the expert consultation on the genetic resources of fish, 9-13 June, 1980. Rome, Italy. 43 p.
43. FAO. 1993. FAO fisheries report No.491. Report of the expert consultation on utilization and conservation of aquatic genetic resources, 9-13 November, 1992. Grottaferrata, Italy. 45 p.
44. FAO. 1995. Code of conduct for responsible fisheries. Rome, FAO. 41 p.
45. FAO. 1996. Precautionary approach to capture fisheries and species introductions. Elaborated by the Technical Consultation on the Precautionary Approach to Capture Fisheries (including species introductions), 6-13 June, 1995. Lysekil, Sweden. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, No. 2. Rome, FAO. 54 p.
46. FAO. 1997a. The state of world fisheries and aquaculture 1996. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
47. FAO. 1997b. Review of the state of world fishery resources: marine fisheries. FAO Fisheries Circular No. 920. FAO Marine Resources Service, Fishery Resources Division, Rome. 173 p.
48. FAO. 1997c. Fisheries management. FAO Fishery Resources Division and Fishery Policy and Planning Division. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 4. Rome, FAO. 82 p.
49. FAO. 1999a. Review of the state of world fishery resources: inland fisheries. FAO Fisheries Circular No. 942. FAO Inland Water Resources and Aquaculture Service, Fishery Resources Division. Rome, FAO. 53 p.
50. FAO. 1999b. The state of world fisheries and aquaculture 1998. FAO Fisheries Department. Rome, FAO. 112 p.
51. Fleischer, S., G. Andersson, and Y. Brodin. 1993. Acid water research in Sweden - knowledge for tomorrow? *Ambio*. 22:258-263.
52. Folkerts, G. W. 2001. State and fate of the world's aquatic fauna. Chapter 1, in G. W. Benz and D. E. Collins (Eds.). *Aquatic fauna in peril: the southeastern perspective*. www.sherpaguides.com/southeast/aquatic_fauna/chapter_1.
53. Fondriest, S. 2000. Spliced salmon on rye: gene-altered fish raise concerns about environmental risks and regulatory oversight. *Nucleus* (WINTER 2000-2001):1-3.

54. Garibaldi, L. and D. M. Bartley. 1998. The database on introductions of aquatic species (DIAS). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Aquaculture Newsletter (FAN) no. 20. Online at: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/fishery/statist/fishoft/dias/index.htm>.
55. Godinho, H. P. 1998. Fisheries management and conservation in Southeastern Brazil: current status and needs. Pages 187-203, in B. Harvey, C. Ross, D. Greer, and J. Carolsfeld (Eds.). 1998. Proceedings of Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic resources, 16-18 February, 1998. Vancouver, Canada. World Fisheries Trust.
56. Gopalakrishnan, A., K. K. Lal, and A. G. Ponniah. 1999. Conservation of the Nilgiri Rainbow Trout in India. *Naga, The ICLARM Quarterly* 22(3):16-19.
57. Goulding, M., N. J. H. Smith, and D. J. Mahar. 1995. Floods of fortune: ecology and economy along the Amazon. Columbia University Press. 184 p.
58. Gross, M. R. 2000. Will farmed Atlantic salmon invade the ecological niches of wild Pacific salmon? Pages 25-28, in P. Gallagher and C. Orr (Eds.). *Aquaculture and the protection of wild salmon. Continuing Studies in Science workshop proceedings*, July, 2000. Simon Fraser University, BC.
59. Hamre, J. 1994. Biodiversity and exploitation of the main fish stocks in the Norwegian-Barents Sea ecosystem. *Biodiversity and Conservation* 3:473-492.
60. Hanna, S. S. 1996. User participation and fishery management performance within the Pacific Fishery Management Council. *Ocean & Coastal Management* 28(1-3):23-44. Eisevier Science Ltd. Printed in Northern Ireland.
61. Hanna, S. S. 1999. From single-species to biodiversity - making the transition in fisheries management. *Biodiversity and Conservation* 8:45-54.
62. Harvey, B. 1998. World Fisheries Trust's experience in fish genetic conservation. Pages 175-178, in B. Harvey, C. Ross, D. Greer, and J. Carolsfeld (Eds.). 1998. Proceedings of Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic resources, 16-18 February, 1998. Vancouver, Canada. World Fisheries Trust.
63. Harvey, B., M. MacDuffie and S. Thomson (Eds). 2001. Status of salmon on the North and central coasts of British Columbia. Raincoast Conservation Society in press.
64. Hengeveld, H. G. 2000. Climate change digest: protections for Canada's climate future. Environment Canada. 27 p.
65. Hey, E. 1996. Global fisheries regulations in the first half of the 1990s. *The International Journal of Marine and Coastal Law* 11(4):459-490.
66. Hilborn, R. 1997. The frequency and severity of fish stock declines and increases. Pages 36-38, in D. A. Hancock, D. A. Smith, D. C. Grant and J.P. Beumer (Eds.). *Developing and sustaining world fisheries resources: the state of science and management*. CSIRO: Collingwood, Australia.
67. Hindar, K. 1992. Conservation and sustainable use of Atlantic salmon. Pages 168-185, in O. T. Sandlund, K. Hindar, and A. H. D. Brown (Eds). *Conservation of biodiversity for sustainable development*. Scandinavian University Press. Oslo.
68. Hindar, K., and B. Jonsson. 1995. Impacts of aquaculture and hatcheries on wild fish. Pages 70-87, in D. I. P. Philipp, J. M. Epifanio, J. E. Marsden, and J. E. Claussen (Eds). *Protection of aquatic biodiversity. Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 3*. Science Publishers Inc., Lebanon, U.S.A.
69. Hoel, A. H. 1998. Political uncertainty in international fisheries management. *Fisheries Research* 37:239-250.
70. Holmlund, C. M., and M. Hammer. 1999. Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics* 29(2):253-268.

71. Hughes, R. M., and R. F. Noss. 1992. Biological diversity and biological integrity: current concerns for lakes and streams. *Fisheries* (Bethesda) 17(3):11-19.
72. Hugues-Dit-Ciles, E. K. 2000. Developing a sustainable community-based aquaculture plan for the lagoon of Cuyutlàn through a public awareness and involvement process. *Coastal Management* 28:365-383.
73. Hutchings, J. A. 2000. Collapse and recovery of marine fishes. *Nature* 406:882-885.
74. Hutchings, J. A. 2001. Conservation biology of marine fishes: perceptions and caveats regarding assignment of extinction risk. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:108-121.
75. Hutchings J. A., and R. A. Myers. 1994. What can be learned from the collapse of a renewable resource? Atlantic cod, *Gadus morhua*, of Newfoundland and Labrador. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 51:2126-2146.
76. Jackson, J., M. Kirby, W. Berger, K. Bjorndal, L. Botsford, B. Bourque, R. Bradbury, R. Cooke, J. Erlandson, J. Estes, T. Hughes, S. Kidwell, C. Lange, H. Lenihan, J. Pandolfi, C. Peterson, R. Steneck, M. Tegner and R. Warner. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293 (5530): 629.
77. James, A., K. J. Gaston, and A. Balmford. 2001. Can we afford to conserve biodiversity? *BioScience* 51(1):43-52.
78. Jamieson, G. S., and C. O. Levings. 2001. Marine protected areas in Canada - implications for both conservation and fisheries management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:138-156.
79. Kasulo, V. 2000. The loss of biodiversity in aquatic ecosystems: the case of demersal and gillnet fisheries in Malawi. Pages 79-114, *in* C. Perrings (Ed.). *The economics of biodiversity conservation in Sub-Saharan Africa: mending the ark*. Edward Eigar Publishing.
80. Kaufman, L. 1992. Catastrophic change in species-rich freshwater ecosystems: the lessons of Lake Victoria. *BioScience* 42(11):846-858.
81. Keleher, C. J., and F. J. Rahel. 1996. Thermal limits to salmonid distributions in the Rocky Mountain Region and potential habitat loss due to global warming: a geographic information system (GIS) approach. *Translations of the American Fisheries Society* 125(1):1-13.
82. Kelleher, G., C. Bleakley, and S. Wells. 1995. A global representative system of marine protected areas, Volume I. A joint publication of the World Bank, The Great Barrier Reef Marine Park Authority and the World conservation Union (IUCN). The World Bank, Washington, D.C.
83. Kincaid, H. L. 1993. Selective breeding and domestication. Pages 307-309, *in* J. G. Cloud, and G. H. Thorgaard (Eds.). *Genetic conservation of salmonid fishes*. Plenum Press, New York and London. Published in cooperation with NATO Scientific Affairs Division. 314 p.
84. Klyashtorin, L. 1998. Long-term climate change and main commercial fish production in the Atlantic and Pacific. *Fisheries Research* 37:115-125.
85. Kooiman, J. 1999. Governance, and the conservation and sustainable use of aquatic genetic resources. Pages 175-186, *in* R. S. V. Pullin, D. M. Bartley and J. Kooiman (Eds.). *Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources*. ICARM Conf. Proc. 59.
86. Laevastu, T., D. L. Alverson, and R. J. Marasco. 1996. Exploitable marine ecosystems: their behaviour and management. *The nature and dynamics of marine ecosystems: their productivity, bases for fisheries, and management*. Fishing News Books, a division of Blackwell Science Ltd. 316 p.

87. Lake, P. S., M. A. Palmer, P. Biro, J. Cole, A. P. Covich, C. Dahm, J. Gibert, W. Goedkoop, K. Martens, and J. Verhoven. 2000. Global change and the biodiversity of freshwater ecosystems: impacts on linkages between above-sediment and sediment biota. *BioScience* 50(12): 1099-1107
88. Lauck, T., C. W. Clark, M. Mangel, and G. R. Munro. 1998. Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. *Ecological Applications* 8(1) supplement: 72-78.
89. Lévêque, C. 1998. Biodiversity and management of inland aquatic ecosystems. *Rev. Sci. Eau*, special issue: 211-221.
90. Levin, P. S., and M. H. Schiewe. 2001. Preserving salmon biodiversity. The number of Pacific salmon has declined dramatically. But the loss of genetic diversity may be a bigger problem. *American Scientist* 89: 220-227.
91. Lodge, D. M. 2000. Responses of lake biodiversity to global changes. *in* F. S. Chapin III, O. E. Sala, and E. Huber-Sannwald (Eds.). *Future scenarios of global biodiversity*. New York: Springer-Verlag. Forthcoming.
92. Mangel, M. *et al.* 1996. Principles for the conservation of wild living resources. *Ecological Applications* 6:338-362.
93. May, R. M. 1988. How many species are there on earth? *Science* 241: 1441-1449.
94. Mazumder, D., and K. Lorenzen. 1999. Developing aquaculture of small native species (SNS) in Bangladesh: village level agroecological change and the availability of SNS. *Naga, The ICLARM Quarterly* 22(3):20-23.
95. McAllister, D. E., A. L. Hamilton, and B. Harvey. 1997. Global freshwater biodiversity: striving for the integrity of freshwater ecosystems. *Sea Wind*, bulletin of Ocean Voice International 11(3). Produced for Strategy for International Fisheries Research, International Development Research Centre, Ottawa, Canada. 140 p.
96. McConney, P., A. Watson, and E. Williams. 2001. Promotion of fisherfolk participation in fisheries management planning in Barbados. *in* *Balancing People and Resources: Interdisciplinary Research and Management of Coastal Areas in the Caribbean*. Canadian International Development Agency, in press. Presented at the Community Based Coastal Resource Management meeting, 18-21 June, 2001. Merida Yucatan, Mexico.
97. McDaniels, T. L., M. Healey, and R. K. Paisley. 1994. Cooperative fisheries management involving First Nations in British Columbia: an adaptive approach to strategy design. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51:2115-2125.
98. McNeely, J. A. 1988. Economics and biological diversity. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.
99. Meffe, G. K. 1987. Conserving fish genomes: philosophies and practices. *Environmental Biology of Fishes* 18(1):3-9.
100. Meisner, J. D., J. L. Goodier, *et al.* 1987. An assessment of the effects of climate warming on Great Lakes Basin fishes. *Journal of Great Lakes Research* 13:340-352.
101. Montgomery, D. R., J. M. Buffington, N. P. Peterson, D. Schuett-Hames, and T. P. Quinn. 1996. Stream-bed scour, egg burial depths, and the influences of salmonid spawning on bed surface mobility and embryo survival. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53:1061-1070.
102. Moss, B. 2000. Biodiversity in fresh waters - an issue of species preservation or system functioning? *Environmental Conservation* 27(1):1-4.
103. Moyle, P. B. 1994. Biodiversity, biomonitoring, and the structure of stream fish communities. Pages 171-186, *in* S. E. Loeb, and A. Spacle (Eds.). *Biological monitoring of aquatic systems*. Lewis Publishers.
104. Moyle, P. B., and R. A. Leidy. 1992. Loss of biodiversity in aquatic ecosystems: evidence from fish faunas, Pages 127-169, *in* P. L. Fielder and S. K. Jain (Eds.). *Conservation biology: the theory and practice of conservation, preservation and management*. Chapman and Hall, London, NY.

105. Murawski, S. A. 2000. Definitions of overfishing from an ecosystem perspective. *ICES Journal of Marine Science* 57:649-658.
106. Murray, S. N., R. F. Ambrose, J. A. Bohnsack, L. W. Botsford, M. H. Carr, G. E. Davis, P. K. Dayton, D. Gotshall, D. R. Gunderson, M. A. Hixon, J. Lubchenco, M. Mangel, A. MacCall, D. A. McArdle, J. C. Ogden, J. Roughgarden, R. M. Starr, M. J. Tegner, and M. M. Yoklavich. 1999. No-take reserve networks: sustaining fishery populations and marine ecosystems. *Fisheries* 24(11):11-25.
107. Musick, J. A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries (Bethesda)* 24:6-14.108. Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the World*, 3rd edition. John Wiley & Sons, Inc. 600 p.
109. Nilsson, C., R. Jansson, and U. Zinko. 1997. Long-term responses of river-margin vegetation to water-level regulation. *Science* 276:798-800.
110. Ogutu-Ohwayo, R. 1990. The decline of the native fishes of lakes Victoria and Kyoga (East Africa) and the impact of introduced species, especially the Nile perch, *Lates niloticus*, and the Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Environmental Biology of Fishes* 27:81-96.
111. Olson, D., E. Dinerstein, P. Canevari, I. Davidson, G. Castro, V. Morisset, R. Abell, and E. Toledo (Eds.). 1998. Freshwater biodiversity of Latin America and the Caribbean: a conservation assessment. Biodiversity Support Program, Washington, D.C.
112. O'Neill, C. R. 1996. Economic impact of zebra mussels: the 1995 national zebra mussel information clearinghouse study. New York Sea Grant Extension.
113. Pauly, D. 1998. Large marine ecosystems: analysis and management, Pages 487-499, in S. C. Pillar, C. L. Moloney, A. I. L. Payne, and F. A. Shilington (Eds). *Benguela Dynamics*. S. Afr. J. mar. Sci. 19.
114. Pauly, D., and V. Christensen. 1995. Primary production required to sustain global fisheries. *Nature* 374:255-257.
115. Pauly, D., V. Christensen, J. Dalsgaard, R. Froese, and F. Torres, Jr. 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279:860-863.
116. Pauly, D., V. Christensen, and C. Waiters. 2000. Ecopath, Ecosim and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. *ICES J. Mar. Sci.* 57:697-706.
117. Pauly, D., R. Froese, L. Y. Liu, and P. Tyedmers. 2001a. Down with fisheries, up with aquaculture? Implications of global trends in the mean trophic levels of fish. Presented at AAAS-sponsored mini symposium The Aquaculture Paradox: Does Fish Farming Supplement or Deplete World Fisheries, 18 February, 2001. San Francisco. 12 p.
118. Pauly, D. Ma. L. Palomares, R. Froese, P. Sa-a, M. Vakily, D. Preikshot, and S. Wallace. 2001b. Fishing down Canadian aquatic food webs. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:51-62.
119. Perez, J. F., and J. J. Mendoza. 1998. Marine fisheries, genetic effects and biodiversity. *Naga, The ICLARM Quarterly* 21(4):7-14.
120. Pimentel, D., C. Willson, C. McCullum, R. Huang, P. Dwen, J. Flack, W. Tran, T. Saltman, and B. Cliff. 1997. Economic and environmental benefits of biodiversity. *BioScience* 47:747-757.
121. Poff, N. L., P. L. Angermeier, S. D. Cooper, P. S. Lake, K. D. Fausch, K. O. Winemiller, L. A. K. Mertes, and M. W. Oswood. 2000. Global change and stream fish diversity. in F. S. Chapin III, O. E. Sala, and E. Huber-Sannwald (Eds.). *Future scenarios of global biodiversity*. New York: Springer-Verlag. Forthcoming.
122. Powles, H., M. J. Bradford, R. G. Bradford, W. G. Doubleday, S. Innes, and C. D. Levings. 2000. Assessing and protecting endangered marine species. *ICES Journal of Marine Science* 57:669-676.

123. Pullin, R. S. V. (Ed.). 1988. Tilapia genetic resources for aquaculture. Proceedings of the workshop on Tilapia genetic resources for aquaculture, 23-24 March, 1987. Bangkok, Thailand. International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines. 108 p.
124. Pullin, R. S. V., M. L. Palomares, C. V. Casal, M. M. Dey, and D. Pauly. 1997. Environmental impacts of Tilapias. Pages 554-570, *in* K. Fitzsimmons (Ed.). Tilapia Aquaculture. Proceedings of 4th International Symposium on Tilapia in Aquaculture, 9-12 November, 1997. Orlando, Florida, USA.
125. Pullin, R. S. V., D. M. Bartley, and J. Kooiman (Eds.). 1999. Towards policies for conservation and sustainable use of aquatic genetic resources. ICLARM Conf. Proc. 59. 277 p.
126. Pullin, R. S. V., D. M. Bartley, and B. Harvey. 2000. Aquatic animal diversity: sailing new seas of information. Overview of FAO/WFT/ ICRAM Expert Consultation on the Development of an Aquatic Animal Diversity Information and Communication System, 13- 16 November, 2000. FAO, Rome, Italy. 31 p. (draft document).
127. Reaka-Kudla, M. L. 1997. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. Pages 83-108, *in* M. L. Reaka-Kudla, D. E. Wilson, and E. O. Wilson (Eds.). Biodiversity II: understanding and protecting our biological resources. Joseph Henry Press, Washington, D.C.
128. Reid, G. M. 1989. The living waters of Korup rainforest: a hydrobiological survey report and recommendations, with emphasis on fish and fisheries. WWF for Nature Publication 3206/A8(1). Godalming.
129. Revenga, C., J. Brunner, N. Henninger, K. Kassem, and R. Payne. 2000. Pilot analysis of global ecosystems: freshwater systems. World Resources Institute, Washington, DC. 83 p.
130. Ricciardi, A., and J. B. Rasmussen. 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology* 15 (5):1220-1222.
131. Richards, L. J., and J. J. Maguire. 1998. Recent international agreements and the precautionary approach: new directions for fisheries management science. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55: 1545-1552.
132. Roberts, C. M. 1998. Sources, sinks and the design of marine reserve networks. *Fisheries* (Bethesda) 23: 16-19.
133. Roberts, C., and J. Hawkins. 2000. Fully-protected marine reserves: a guide. WWF Endangered Seas Campaign, 1250 24th Street, NW, Washington, DC 20037, USA and Environment Department, University of York, York, YO10 5DD, UK.
134. Rutherford, D. T., C. C. Wood, M. Cranny, and B. Spilsted. 1999. Biological characteristics of Skeena River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and their utility for stock composition analysis of test fishery samples. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2295. 14 p.
135. Ryder, R. A., and W. B. Scott. 1994. Effects of fishing on biodiversity in Canadian waters. Pages 121-144, *in* Biodiversity Science Assessment Team (Eds.). Biodiversity in Canada: a science assessment for Environment Canada. Environment Canada, Ottawa.
136. Ryman, N., F. Utter, and L. Laikre. 1995. Protection of intraspecific biodiversity of exploited fishes. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 5:417-446.
137. Sala, O. E. *et al.* 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
138. Santiago, E., and A. Caballero. 2000. Application of reproduction technologies to the conservation of genetic resources. *Conservation Biology* 14(6): 1831-1836.
139. Sanyanga, R. A. 1995. Management of the Lake Kariba inshore fishery and some thoughts on biodiversity and conservation issues, Zimbabwe. *Environmental Conservation* 22(20): 111-116.

140. Schindler, D. W. 2001. The cumulative effects of climate warming and other human stresses on Canadian freshwaters in the new millennium. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 18-29.
141. Sherman, K. 1995. Achieving regional cooperation in the management of marine ecosystems: the use of the large marine ecosystem approach. *Ocean & Coastal Management* 29(1-3): 165-185.
142. Sherman, K., and L. M. Alexander (Eds.). 1986. Variability and management of large marine ecosystems. AAAS Selected Symposium Series #99. Westview Press Inc., Boulder, Colorado.
143. Sherman, K., and A. M. Duda. 1999. Large marine ecosystems: an emerging paradigm for fishery sustainability. *Fisheries* 24(12): 15-26
144. Smith, P.J. 1994. Genetic diversity of marine fisheries resources: possible impacts of fishing. FAO Fisheries Technical Paper No. 344. Rome, FAO. 53 p.
145. Smith, P.J., R. I. C. C. Francis, and M. McVeagh. 1991. Loss of genetic diversity due to fishing pressure. *Fish. Res.* 10: 308-316.
146. Sodsuk, S., B. J. McAndrew, and D. J. Penman. 1994. Genetic population structure of the giant tiger prawn (*Penaeus monodon*) in the Gulf of Thailand and the Andaman Sea (1992). Pages 161-164, *in* D. J. Penman, N. Roongratri, and B. J. McAndrew (Eds.). Proceedings of the International Workshop on Genetics In Aquaculture and Fisheries Management. University of Stirling, AADCP/PROC/3. Bangkok, Thailand.
147. Soulé, M. E. 1985. What is conservation biology? *BioScience* 35:727-734.
148. Soulé, M. E. (Ed.). 1986. Conservation biology. The science of scarcity and diversity. Snauer Associates, Sunderland. 584 p.
149. Soulé, M. E., and D. Simberloff. 1986. What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserves? *Biol. Conserv.* 35:19-40.
150. Soutar, A., and J. D. Isaacs. 1969. A history of fish populations inferred from fish scales in anaerobic sediments off California. *California Marine Research Committee CalCOFI* 13:63-70.
151. Sparholt, H. 1994. Fish species interactions in the Baltic Sea. *Dana* 10:131-162.
152. Spencer, C. N., B. R. McClelland, and J. A. Stanford. 1991. Shrimp stocking, salmon collapse, and eagle displacement. *BioScience* 41:14-21.
153. Stephenson, R. L. 1999. Stock complexity in fisheries management: a perspective of emerging issues related to population sub-units. *Fisheries Research* 43:247-249.
154. Stiassny, M. L. J. 1996. An overview of freshwater biodiversity: with some lessons from African fishes. *Fisheries* 21(9):7-13.
155. Svennevig, N., H. Reinertsen, and M. New (Eds.). 1999. Sustainable aquaculture: food for the future? Proceedings of the Second International Symposium on Sustainable Aquaculture, 2- 5 November, 1997. Oslo, Norway. A. A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands. 348 p.
156. Tegner, M. J., P. K. Dayton, P. B. Edwards, and K. L. Riser. 1997. Large-scale, low-frequency oceanographic effects on kelp forest succession: A tale of two cohorts. *Marine Ecology Progress Series* 146:117-134.
157. Ticco, P. C. 1995. The use of marine protected areas to preserve and enhance marine biological diversity: a case study approach. *Coastal Management* 23:309-314.
158. Ueberschär, B., and M. Teltow. 1999. FishBase goes fishing. *EC Fish. Coop. Bull.* 12(2-3):38-41.

159. UN. 1995. Agreement for the implementation of the provisions of United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December relating to the conservation and management of straddling fish stocks and high fish stocks. United Nations General Assembly Document A/CONF.164/37. 8 September, 1995. New York.
160. UNDP/UNEP/World Bank/World Resources Institute. 2000. World resources 2000-2001 people and ecosystems: the fraying web of life. World Resources Institute, Washington, D.C. 389 p.
161. Vakily, J. M., R. Froese, Ma. L. D. Palomares, and D. Pauly. 1997. European Union supports project to strengthen fisheries and biodiversity management in African, Caribbean, and Pacific (ACP) countries. *Naga, the ICLARM Quarterly* 20(1):4-7.
162. Walso, Ø. 1998. The Norwegian gene bank program for Atlantic Salmon (*Salmo Salar*). Pages 97-103, in B. Harvey, C. Ross, D. Greer, and J. Carolsfeld (Eds.). 1998. Proceedings of Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic resources, 16-18 February, 1998. Vancouver, Canada. World Fisheries Trust.
163. Waples, R. S. 1995. Genetic effects of stock transfers of fish. Pages 51-69, in D. I. P. Philipp, J. M. Epifanio, J. E. Marsden, and J. E. Claussen (Eds.). Protection of aquatic biodiversity. Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 3. Science Publishers Inc., Lebanon, U.S.A.
164. Warren, M. L., Jr., B. M. Burr, S. J. Walsh, H. L. Bart, Jr., R. C. Cashner, D. A. Etnier, B. J. Freeman, B. R. Kuhajda, R. L. Mayden, H. W. Robison, S. T. Ross, and W. C. Starnes. 2000. Diversity, distribution, and conservation status of the native freshwater fishes of the southern United States. *Fisheries* 25(10): 7-31.
165. Waugh, J. 1996. The global policy outlook for marine biodiversity conservation. *Global Biodiversity* 6(1): 23-30.
166. WCD. 2000. Dams and development: a framework for decision-making. The Report of the World Commission on Dams. CD-ROM. Earthscan Publications Ltd., London.
167. WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1996. The diversity of the seas: a regional approach. WCMC Biodiversity Series No.4. Groombridge, B., and M. D. Jenkins (Eds.). World Conservation Press, Cambridge, UK. 132 p.
168. WCMC (World Conservation Monitoring Centre). 1998. Freshwater biodiversity: a preliminary global assessment. WCMC Biodiversity Series No.8. By B. Groombridge and M. Jenkins. World Conservation Press, Cambridge, UK. vii + 104 p. + 14 maps.
169. Welcomme, R. L., and D. M. Bartley. 1998. An evaluation of present techniques for the enhancement of fisheries. Pages 1-36, in T. Petr (Ed.). Inland fishery enhancements. FAO Fisheries Technical Paper 374. Rome, FAO.
170. Williams, N. J. 1999. The role of fisheries and aquaculture in the future supply of animal protein. Pages 5-18, in N. Svennevig, H. Reinertsen, and M. New (Eds.). Sustainable aquaculture: food for the future? Proceedings of the Second International Symposium on Sustainable Aquaculture, 2- 5 November, 1997. Oslo, Norway. A. A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands.
171. Wilson, E. O. 1992. The diversity of life. W. W. Norton & Company Inc., New York. 424 p.
172. Winemiller, K. O. 1995. The structural and functional aspects of fish biodiversity. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 337/338/339:23-45.
173. Winemiller, K. O. 1996. Chronicling changing biological diversity. *Environmental Biology of Fishes* 45: 211-213.
174. Wolfenden, J., F. Cram, and B. Kirkwood. 1994. Marine reserves in New Zealand: a survey of community reactions. *Ocean Coast. Manag.* 25:31-51.
175. World Fisheries Trust. 2000. Annotated bibliography on the effects of dams on fish and fisheries. Prepared for the Inland Water Resources Division of FAO.

176. WRI/UNEP/UNDP/World Bank (World Resources Institute /United Nations Environment Programme /United Nations Development Programme /World Bank). 1998. World resources 1998-99. New York: Oxford University Press.
177. WWF International. 2001. Governments should act to save wild Atlantic Salmon, says new report. 31 May, 2001 Press Release. <http://www.panda.org/news/press/news>.
178. Zaniboni Filho, E. 1998. Brazilian freshwater fishes: their environment and present status. Pages 205-207, in B. Harvey, C. Ross, D. Greer, and J. Carolsfeld (Eds.). 1998. Proceedings of Action before extinction: an international conference on conservation of fish genetic resources, 16-18 February, 1998. Vancouver, Canada. World Fisheries Trust.
179. Case studies undertaken as part of this study, and referenced in the text, can be found on the Biodiversity Planning Support Program website, at <http://www.undp.org/bpsp>. The different case studies include:
- Alcala, A.C., Marine Reserves as Tools for Fishery Management and Biodiversity Conservation: Natural Experiments in the Central Philippines, 1974-2000;
- Agostinho, A.A. and L. C. Gomes, Biodiversity and Fisheries Management in the Paraná River Basin: Successes and Failures
- Coates, D., Biodiversity and Fisheries Management Opportunities in the Mekong River Basin
- MacKay, K.T., Managing Fisheries for Biodiversity: Case Studies of Community Approaches to Fish Reserves among the Small Island States of the Pacific
- McConney, P., Multi-objective Management of Inshore Fisheries in Barbados: A Biodiversity Perspective
- Ogutu-Ohwayo, R. Efforts to incorporate Biodiversity Concerns in Management of the Fisheries of Lake Victoria, East Africa
- Ruffino, M.L., Strategies for Managing Biodiversity in Amazonian Fisheries
- Smith, P.J., Managing biodiversity: Invertebrate by-catch in seamount fisheries in the New Zealand Exclusive Economic Zone
- Swales, S. Fish and Fisheries of the Fly River, Papua New Guinea: Population Changes Associated with Natural and Anthropogenic Factors and Lessons to be Learned
- van Zyl, B. J., A Decade of Namibian Fisheries and Biodiversity Management
- Wood, C. C. Managing Biodiversity in Pacific Salmon: The Evolution of the Skeena River Sockeye Salmon Fishery in British Columbia