



ECO CIENCIA

Fundación Ecuatoriana
de Estudios Ecológicos

LA INVESTIGACIÓN
PARA LA CONSERVACIÓN
DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA
EN EL ECUADOR

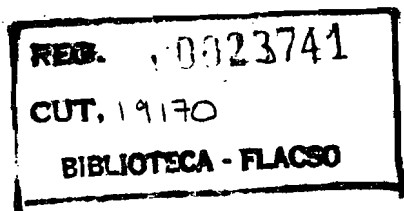
**Memorias del Simposio
llevado a cabo
del 10 al 12 de junio de 1992**

Patricio A. Mena & Luis Suárez
Editores

Quito, 1993

UB:19170

333.95
S57m
ej. 2



EcoCiencia, Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos, es una entidad científica, privada, sin fines de lucro, dedicada a la investigación y la educación ambiental. Los proyectos de EcoCiencia buscan alternativas para el uso y el manejo racionales de los ecosistemas que permitan satisfacer las necesidades humanas y, al mismo tiempo, conservar la diversidad biológica y los recursos naturales del Ecuador.

Las opiniones vertidas en los artículos que integran esta obra son responsabilidad de sus respectivos autores y no necesariamente reflejan la posición institucional de EcoCiencia.

© EcoCiencia 1993

Registro Nacional de Derechos de Autor

Partida de Inscripción No. 007140 (3 de junio de 1993)

ISBN-9978-82-357-3

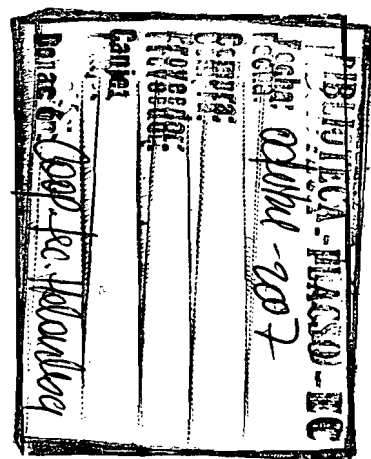
Editores: *Patricio A. Mena y Luis Suárez M.*

Coordinador General del Simposio: *Luis Suárez M.*

Diagramación y Levantamiento de texto: *Patricio A. Mena*

Asistente de Edición: *Nicole Merchán M.*

Diseño de la Portada: *Antonio Mena V.*



Impreso en el Ecuador por Offset Impresores, Telf.: 508-418, Fax: 508-419.

Esta obra debe citarse así:

Mena, P.A. & L. Suárez (Eds.). 1993. La Investigación para la Conservación de la Diversidad Biológica en el Ecuador. EcoCiencia. Quito.

EcoCiencia

Fundación Ecuatoriana de Estudios Ecológicos

P.O. Box 17-12-257

Tamayo 1339 y Colón

Teléfonos: 548-752/526-802 e-mail (internet): ecocia@ecocia.ec

Quito, ECUADOR

TABLA DE CONTENIDOS

Presentación	ix
Agradecimientos	xiii
Autores	xv
PRIMERA PARTE	
CONSERVACIÓN Y BIODIVERSIDAD	
La Biología de la Conservación, una ciencia sintética de emergencia <i>Patricio A. Mena</i>	3
La diversidad biológica del Ecuador <i>Luis Suárez y Roberto Ulloa</i>	13
Extinción biológica en el Ecuador occidental <i>Callaway H. Dodson y Alwyn H. Gentry</i>	27
SEGUNDA PARTE	
LA DOCUMENTACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	
Los inventarios botánicos en el Ecuador: Estado actual y prioridades	61
<i>David Neill y Benjamin Øllgaard</i>	
Inventarios de los vertebrados del Ecuador <i>Luis Albuja, Ana Almendáriz,</i> <i>Ramiro Barriga y Patricio Mena Valenzuela</i>	83
La organización de la información sobre biodiversidad: el Centro de Datos para la Conservación <i>Aída Álvarez y Tarcisio Granizo</i>	105

**TERCERA PARTE
CONOCIMIENTO TRADICIONAL Y CONSERVACIÓN**

La investigación social en la
conservación de la biodiversidad
Teodoro Bustamante 115

Diversidad biológica y cultural
en la Amazonía ecuatoriana
Lucy Ruiz 129

**CUARTA PARTE
INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN *IN SITU***

Investigación en Galápagos:
un aporte a la conservación
Alfredo Carrasco 151

Investigación y conservación en la
Reserva de Producción Faunística Cuyabeno
*Tjitte de Vries, Felipe Campos, Stella de la Torre,
Eduardo Asanza, Ana Cristina Sosa y Fabián Rodríguez* 167

**QUINTA PARTE
INVESTIGACIÓN Y CONSERVACIÓN *EX SITU***

Investigación y conservación de los recursos fitogenéticos:
Las experiencias del INIAP
Jaime Estrella y César Tapia 225

Manejo en cautiverio y conservación de
reptiles en las Islas Galápagos
Linda J. Cayot y Arturo Izurieta 237

**SEXTA PARTE
INVESTIGACIÓN Y MANEJO**

La investigación y el manejo
de los recursos marinos en el Ecuador
Günther Reck y Mario Hurtado 261

Investigación y manejo forestal en el Ecuador
Walter A. Palacios 283

La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador: el Proyecto SUBIR <i>Jody R. Stallings</i>	305
--	-----

SÉPTIMA PARTE

LA INVESTIGACIÓN PARA LA CONSERVACIÓN: PRIORIDADES Y DESAFÍOS

Prioridades de investigación en las áreas protegidas <i>Oswaldo Báez</i>	325
--	-----

La conservación de la diversidad biológica en el Ecuador: Prioridades de investigación <i>Luis Suárez</i>	333
---	-----

BIBLIOGRAFÍA	343
---------------------------	-----

ÍNDICE	365
---------------------	-----

SEXTA PARTE

INVESTIGACIÓN Y MANEJO

LA INVESTIGACIÓN Y EL MANEJO DE LOS RECURSOS MARINOS

Günther Reck y Mario Hurtado

INTRODUCCIÓN

La diversidad de la vida en los mares corresponde a la variedad de áreas marinas de características diferentes según su ubicación geográfica y a las condiciones oceanográficas y geomorfológicas existentes.

En este trabajo presentamos —en forma comprimida— una caracterización de los recursos del mar, para a través de ello aclarar la complejidad de su manejo y las bases de la investigación antes que hacer una evaluación del estado actual de las actividades científicas relacionadas a los recursos marinos del Ecuador y de las prioridades del futuro.

Al hablar de los recursos marinos en el contexto de este simposio, consideramos en primer lugar a aquellas especies de plantas y animales marinos que son de interés comercial como alimento para el hombre y sobre los cuales, por la misma razón, se ha concentrado la investigación y se han obtenido los mayores conocimientos.

CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO MARINO

Los océanos cubren el 71% de la superficie del globo terrestre. La transición entre los continentes y el océano profundo esta formada por la plataforma continental. Esta se extiende aproximadamente hasta los 200 m de profundidad y luego se prolonga con el talud continental que llega hasta profundidades de alrededor de los 2.500 m. La extensión de la plataforma es muy variable. La totalidad de plataformas de los océanos del mundo no ocupa más del 7% de su superficie total. La superficie de plataformas y taludes en conjunto es del 20% de la superficie cubierta por los océanos. En el Ecuador, la plataforma continental es estrecha, con excepción del Golfo de Guayaquil (Figuras 1 y 2).

Los movimientos y mezclas de agua más importantes en el área marina se presentan por encima de la plataforma continental. Esto permite la renovación de nutrientes en la superficie del mar, donde está limitado el proceso de fotosíntesis, y por lo tanto una considerable productividad en estas áreas altamente dinámicas. Es importante también el aporte en sedimentos y aguas nutritivas por parte de los ríos. Los estuarios se comparan en productividad con los bosques húmedos tropicales. Eso explica porque más del 90% de las capturas de recursos marinos se realizan sobre el margen continental (Plataforma y talud) de los océanos (Anónimo, 1979).

Los océanos abiertos, lejos de los continentes, tienen condiciones mucho más estables y por lo general tienen muy baja productividad por la falta de nutrientes en las capas superficiales. La excepción son áreas fértiles a lo largo de la línea equinoccial, donde se producen surgencias de agua fría de profundidad que fomentan la producción marina. Ésta es una observación importante para un país como el Ecuador, cuya área marina se encuentra justamente sobre la línea equinoccial (Tait, 1968).

Para entender a los recursos marinos, su explotación y su manejo, es necesario resumir la distribución de los organismos en el océano. Los organismos que flotan o nadan en la columna de agua se llaman pelágicos. Cuando viven en las aguas costeras son neríticos, y en el océano abierto se denominan oceánicos. Los organismos que viven sobre el fondo del mar son organismos bénticos. Una transición forman los organismos demersales, los cuales, teniendo libertad de movimiento, se mantienen cerca del fondo del mar. Los organismos bénticos y demersales están concentrados en los mares costeros (a pesar de encontrarse en muy baja densidad hasta 10.000 m de profundidad), ya que dependen del abastecimiento de alimentos desde la superficie.

Entre los organismos pelágicos existen dos formas fundamentales:

- los organismos planctónicos (fito y zooplancton), de tamaño muy pequeño o microscópico, los cuales tienen una capacidad de movimiento reducida y son arrastrados por corrientes y flujos marinos.
- los organismos pertenecientes al Necton tienen poder de movimiento grande y no se dejan arrastrar por las corrientes (por ejemplo calamares, peces, aves marinas y ballenas).

El fitoplancton está conformado por algas marinas unicelulares, responsables de la transformación de la energía solar en carbohidratos (fotosíntesis) y de la transformación de nutrientes inorgánicos disueltos en el agua. Las algas fitoplanctónicas son la base de la producción orgánica de los mares. Los organismos del plancton que son elementos de las comunidades pelágicas durante toda su existencia se llaman holoplancton (las algas y los crustáceos copépodos, por ejemplo). Pero también hay muchas especies bénticas o nectónicas que pasan una parte de su vida en forma de huevos, larvas o juveniles como parte del plancton (meroplancton). Este aspecto es importante, ya que particularmente los organismos bénticos dependen de esta fase pelágica de su vida para dispersarse y encontrar los hábitats aptos para su estableci-

miento. Ya que particularmente en las fases larvarias y juveniles están indefensos a los depredadores, las áreas inaccesibles y que ofrecen refugios, tales como estuarios, arrecifes y manglares, son las zonas más importantes de cría para muchos organismos marinos.

De esta manera, los tres grupos: plancton, necton y bentos, están interrelacionados en redes alimenticias complejas y variables, de acuerdo al lugar y a la fase de vida en la cual se encuentran las poblaciones de cada grupo.

PROVINCIAS BIOGEOGRÁFICAS

Las comunidades de organismos planctónicos, nectónicos y bénticos varían de una región a otra de acuerdo a las condiciones ambientales (temperatura y salinidad de agua). De esta manera, se ha podido diferenciar a múltiples Provincias Biogeográficas marinas (Briggs, 1974).

La separación de las provincias biogeográficas marinas esta marcada por el encuentro de las corrientes o masas de agua que tienen características diferentes. Eso ocurre principalmente en las zonas costeras o a lo largo de las áreas ecuatoriales, mientras las áreas oceánicas mantienen condiciones uniformes.

Las costas del Ecuador se encuentran en un área de transición entre aguas subtropicales del sur y las aguas tropicales del norte (Figura 3). Las aguas tropicales, asociadas al Golfo de Panamá, están caracterizadas por baja salinidad y altas temperaturas (> 25°C). Las aguas subtropicales son más frías (22°C) y más salinas (35‰), son transportadas por la corriente Humboldt, y contienen influencia de surgencias costeras frías frente a las costas peruanas. La zona de encuentro de estas dos masas de agua se llama "Frente Ecuatorial". Esta zona, caracterizada por fuertes gradientes termohalinos superficiales de norte a sur, fluctúa periódicamente en su posición latitudinal y a veces se disuelve, produciendo características variables frente a la costa del Ecuador, donde en ciertas épocas predominan condiciones tropicales y en otras subtropicales (Wellington, 1976; Cucalón, 1986).

Las provincias marinas frente a las costas ecuatorianas (Figura 4) pueden caracterizarse de acuerdo a Hurtado (1991): "En el área marina continental, las afinidades biogeográficas están relacionadas con la Provincia Panámica (Tropical) y Mexicana (Subtropical) en el norte, y con la Provincia Peruano-Chilena (Subtropical) en el sur. El área marina insular (Galápagos) constituye otra Provincia Biogeográfica. En síntesis, en el Ecuador confluyen los principales sistemas bióticos de la región, lo cual es un factor determinante para que se registren características ambientales singulares que influyen en los procesos naturales que se observan en nuestras costas." (véanse también Briggs, 1974 y Wellington, 1976).

Los recursos marinos forman naturalmente parte de estos sistemas bióticos. Las especies sujetas a la explotación por el hombre son parte de las comunidades característi-

cas de su provincia biogeográfica y en muchos casos son endémicas de ellas. Su captura altera e influencia de múltiples maneras a estas comunidades.

LOS RECURSOS MARINOS

La información sobre los recursos marinos del Ecuador es fragmentaria. Wellington (1976), en su trabajo sobre las Islas Galápagos, presenta una bibliografía sobre algunos grupos de la vida marina que cubre al Pacífico Este Tropical en su totalidad. En el presente trabajo no entramos en una revisión detallada de la información existente y nos circunscribimos a los recursos de interés pesquero.

Cabe recordar que, a nivel mundial, el 64% de las capturas de recursos marinos corresponde a especies neríticas (pelágico-costeras). Otro 32% de las capturas mundiales corresponde a especies bénticas o demersales. Las especies oceánicas, tales como atunes, constituyen solamente 4% de las capturas (Anónimo, 1979).

En el Ecuador, las proporciones son similares. En los últimos años, los desembarques de atún constituyeron aproximadamente 3 a 8% de las capturas totales. Algunas especies pelágicas costeras como sardinas y macarelas hacen alrededor del 80% de las capturas totales (Tabla 1). Las estadísticas pesqueras por lo general son demasiado genéricas y poco confiables en relación con capturas artesanales. Inclusive en la pesca clasificada como artesanal, las especies pelágicas predominan, y particularmente las especies oceánicas que periódicamente ingresan hacia las áreas costeras, tales como merlines (40-70% de las capturas artesanales).

Las principales especies pelágicas costeras explotadas son las sardinas (*Sardinops sagax*), la pinchagua (*Opisthonema* sp.), anchoas como el chuhueco (*Cetengraulis mysticetus*), los jureles (*Trachinotus* sp.) y las macarelas (*Scomber japonicus*). Las especies oceánicas tropicales como los atunes (Thunnidae), los merlines (Istiophoridae) y los dorados (*Coryphaena* sp.) incursionan regularmente hacia aguas costeras en sus extensas migraciones. Existe una importante flota atunera que con frecuencia visita también el área de Galápagos.

En los desembarques de la pesca artesanal en el Ecuador se han reportado 45 especies de peces, 10 especies de crustáceos y 12 especies de moluscos (Martínez *et al.*; 1991). Los principales grupos de especies demersales y bénticas explotadas en el Ecuador (en mucho menos cantidad) son camarones del género *Penaeus*, Langostas (*Panulirus* sp.), calamares (Ommastrephidae), almejas (Veneridae), conchas (Arcidae) y entre los peces, particularmente meros y cabrillas (Serranidae), Corvinas (Sciaenidae), Pargos (Lutjanidae) y Roncadores (Haemulidae), todos pertenecientes a los Perciformes.

Las especies pelágicas generalmente se encuentran en grandes cardúmenes en la zona nerítica y, en menor grado, en la oceánica, y su captura se realiza con redes grandes o con espineles de gran tamaño. Para realizar las faenas se requiere de barcos grandes

con equipos y maquinaria sofisticados. En el Ecuador, la pesca de sardinas y similares se realiza en noches sin luna, cuando el reflejo de la poca luz existente permite a los hombres de mar localizar los cardúmenes. La pesca de atunes en el océano abierto sigue dependiendo parcialmente de la ubicación de cardúmenes por la asociación con delfines o aves marinas. En la actualidad, se ha podido eliminar la mortalidad de delfines, que en el pasado se ahogaron en las redes en grandes números.

Las especies demersales en aguas someras pueden capturarse con redes de arrastre de fondo, y la pesca puede realizarse a nivel industrial y artesanal (en escala pequeña por unidades familiares).

Los recursos béntico-demersales de las aguas someras o en las zonas entre mareas, viven en su mayoría en áreas con fondos irregulares, pedregosos o rocosos, o en profundidades donde las embarcaciones mayores no pueden operar sin peligro. Los métodos de pesca aplicables en estas áreas de poca profundidad son equipos de menor tamaño, tales como redes flotantes, cordeles, trampas, palangres pequeños, atarrayas, arpones o la recolección a mano. En estas áreas se desarrolla la actividad pesquera artesanal a pequeña escala. La inversión en equipos es considerable, pero mucho menor que en la pesca de altura (pelágica a distancia de la costa). Los costos de movilización también son más bajos. Esta pesca es de gran importancia social para las poblaciones pesqueras de la Costa.

Con esta corta descripción queríamos demostrar cómo la biología de las especies que forman parte de los recursos marinos y la forma de su explotación condicionan a la forma de vida de los pescadores y sus comunidades.

EL MANEJO DE LOS RECURSOS MARINOS

La pesca es un sistema o una gama de actividades interrelacionadas que incluyen: cosecha, procesamiento, mercadeo y demanda de peces por parte del consumidor. Se realizan dentro de condiciones sociales, económicas y políticas que determinan e influyen las formas de su explotación. El manejo pesquero debe compatibilizar las condiciones biológicas de los recursos con las aspiraciones sociales y económicas de los pescadores (Stevenson *et al.*, 1982).

La pesca corresponde a una cacería o recolección de poblaciones de animales salvajes. Los recursos marinos son recursos de "acceso abierto", compartidos por los pescadores de una región. Los pescadores quienes trabajan en forma individual, potencialmente compiten por el recurso. La pesca es una actividad parcialmente al azar. Los recursos marinos no se distinguen visualmente antes de su captura. La selección de los recursos puede realizarse solamente en forma indirecta, a través de los conocimientos del pescador sobre áreas de permanencia y comportamiento de "su presa".

La especialización está en las características y limitaciones de embarcaciones y equipamiento que cada tipo de pesca utiliza. Cada pescador influye sobre el resultado de

la pesca a través de su experiencia y de sus aparejos. Además de los aspectos biológicos, el investigador de recursos marinos no puede dejar de lado todos estos factores, que influyen en los recursos y su manejo en forma decisiva.

El manejo de los recursos marinos en el contexto biológico, debe ser orientado a que se mantenga el tamaño de una población de una especie explotada a niveles de suficiente capacidad de reproducción. El peso total de las capturas no debe exceder los aumentos en biomasa producidos por crecimiento e ingreso de los individuos jóvenes. Estos principios fueron desarrollados en la pesca hace más de cuatro décadas y en realidad son la base de toda explotación de recursos renovables.

Mucho antes de que se empiecen a utilizar ampliamente los términos de desarrollo sostenible o uso sostenible de recursos, que son derivados de las mismas consideraciones, los científicos pesqueros utilizaron como concepto de manejo el *Rendimiento Máximo Sostenible* (MSY, por sus siglas en inglés), el cual se basa en el cálculo del incremento de biomasa de una población versus las pérdidas naturales y las causadas por la pesca (Hempel, 1992).

En su forma integral, la pesca puede ser comparada a una pirámide alimenticia, en la cual el hombre ocupa el papel del superdepredador, cosechando a diferentes niveles de herbívoros hasta carnívoros del segundo y tercer nivel. Para su sostenimiento, el rol principal juega la disponibilidad de los recursos. Mejorar las técnicas de captura, rango y eficiencia de acción es solamente útil, si existen los recursos en suficiente cantidad, para que las capturas no excedan su capacidad natural de recuperación.

A pesar de los serios fracasos en pesquerías de importancia en el mundo, y a pesar de los conocimientos disponibles para orientar al desarrollo pesquero en forma integral, sigue persistiendo la idea de que los recursos marinos son inagotables y que el desarrollo pesquero es básicamente un asunto de organización social (cooperativas), mejoramiento de equipos y embarcaciones y de sistemas de mercadeo, entre otros. Las políticas de desarrollo pesquero, hasta hace poco, eran orientadas al fomento de la actividad como tal y su crecimiento, basándose únicamente en necesidades sociales y económicas, mas no en el potencial de los recursos naturales disponibles. Los conceptos de "Pesca Responsable" y de la conservación de áreas marinas y costeras que se están discutiendo actualmente, no están reflejados en la legislación ni se han integrado aún en la planificación nacional de los países. En el Ecuador, por ejemplo, la Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero, elaborada en 1974, es un reflejo de esta actitud. Si bien anota en algunos párrafos la posibilidad de establecer Reservas y de regular la explotación, la mayor parte de la Ley esta dedicada a aspectos de orden desarrollista, comercial y administrativo.

En el momento actual, se han reforzado las normas de protección para zonas costeras, manglares y algunas especies en particular, pero la práctica ha demostrado que los controles son insuficientes. No obstante el avance de los estudios recientes, los resultados de la investigación de los recursos han aportado poco en las decisiones de manejo.

LA INVESTIGACIÓN DE LOS RECURSOS MARINOS

La investigación pesquera debe ser orientada hacia el manejo de las poblaciones de los recursos acuáticos y la predicción de su rendimiento y, de esa forma, debe ser una de las bases para las decisiones dirigidas a la administración de la actividad pesquera y su desarrollo. Existen muchos métodos de investigación para evaluar la condición de los recursos explotados que toman en consideración parámetros ambientales, poblacionales y aspectos técnicos de la actividad (artes de pesca, embarcaciones, etc.)

Como toda población, las poblaciones marinas están determinadas en su tamaño por el ingreso de individuos por nacimiento e inmigración, y por las pérdidas debido a la muerte o la emigración de una zona de pesca. Una parte importante de la investigación pesquera se basa en la consideración de que las capturas en su composición y volumen son reflejos de las poblaciones enteras, su estructura de edad, y de la abundancia del recurso. El pescador, que no puede ver los peces antes de capturarlos, en términos estadísticos realiza un muestreo de la población total de una especie capturada. Por lo tanto, el análisis de las capturas en los barcos o en los lugares de desembarque (los puertos pesqueros) es parte fundamental de las investigaciones.

De allí que los puertos constituyan una forma de embudos en los cuales se concentran los resultados de las actividades en una región marina. Al registrar las capturas de muchos pescadores en el punto de desembarque, el investigador puede obtener información cualitativa y cuantitativa sobre los recursos de toda una región.

Una parte de estas investigaciones consiste en el registro, el muestreo y la medición directa de los desembarques por parte de los investigadores o sus ayudantes.

La otra parte imprescindible en estas investigaciones son los mismos pescadores, los inspectores de pesca, los comerciantes, su participación y su apoyo. El pescador, por ejemplo, no solamente debe permitir el registro detallado de sus capturas (lo que significa una pérdida de tiempo para él) sino que también debe aportar con datos adicionales en cuanto a las áreas visitadas y el tiempo dedicado a la pesca y no a otras actividades (transporte, procesamiento, etc.). Por todas estas razones, la investigación de los recursos marinos implica una estrecha vinculación del investigador con los pescadores, lo que debe ser un ejemplo de cooperación con los actuales interesados en el manejo de los recursos.

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Pesca, ha desarrollado desde hace 10 años un sistema de bitácoras de pesca entre los pescadores de la flota camaronera, sardinera, atunera y, más recientemente, de los pescadores artesanales. A través de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (ITTTC, por sus siglas en inglés) se tienen registros pormenorizados de la pesca de las diferentes especies de atún en la región. Los datos obtenidos permiten ahora informes regulares sobre las áreas de pesca en cada mes del año, pero no se han hecho análisis del esfuerzo pesquero ni cálculos poblacionales.

La investigación de los recursos marinos en el Ecuador debe descentralizarse y se deben establecer centros y laboratorios en diferentes sitios de la Costa, no solamente dedicados a estudios de acuicultura, si no de las comunidades bióticas costeras y de la dinámica de los ecosistemas costeros en forma general. En forma definitiva, eso retribuirá a largo plazo en el mejor manejo de los recursos.

Captura por Unidad de Esfuerzo

El registro de los desembarques y su análisis es el primer paso en una investigación. La información sobre volúmenes de pesca a **largo plazo** ha sido sumamente importante en el manejo pesquero. Al igual que en los sistemas de monitoreo ambiental, los datos aislados no dicen mucho. ¿Cómo se puede llegar a la estimación del tamaño de las poblaciones naturales a partir de estos datos?

Al relacionar el tiempo dedicado a la pesca, el tamaño y las características de las artes de pesca y el volumen de la captura, se obtiene un indicador de la densidad de la población, sin aun tener conocimiento del tamaño absoluto de la población. Esta relación la llamamos **Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE)**. Si la densidad de la población disminuye, se supone que se debe gastar más tiempo para capturar la misma cantidad de peces. El problema radica en la multitud de métodos y artes de pesca que se utilizan particularmente en las pesquerías tropicales, difícilmente comparables entre si. Superar estas dificultades, entre otras, es el reto para la biología pesquera en áreas tropicales.

Pesca de bacalao en Galápagos

Un ejemplo de la aplicación del método del "rendimiento por excedente" y CPUE es el análisis de la pesca de bacalao en Galápagos (Reck, 1984). Entre 1977 y 1981 se hizo un seguimiento detallado de la pesca artesanal en las islas. Aparte de los muestreos en puerto, el método consistió en utilizar un sistema de bitácoras y entrevistas con pescadores que fue adaptado a su nivel de instrucción, que no permitía indicaciones exactas sobre áreas de pesca. Sobre esta base se pudieron establecer datos base sobre la intensidad de pesca en varias áreas del archipiélago, la composición de capturas según área de pesca y, lo más importante, la **Captura por Unidad de Esfuerzo**, tomando como unidad base el trabajo de un pescador con línea de cordel en un día de pesca. Todos los viajes de pesca resultaron tener aproximadamente la misma duración, por lo cual los datos se pudieron extrapolar a otros años de los cuales solo se conocía el número de viajes.

Los datos fueron utilizados para un modelo de cálculo del rendimiento pesquero (Figura 5). La captura sube con el esfuerzo pesquero. La CPUE, sin embargo, baja cuando aumenta el número de viajes, lo cual implica que la pesca disminuye las poblaciones en forma medible. Al determinarse que la pesca se encontraba en el rango antes del máximo, y al hacer un análisis de los costos, se pudo deducir que la pesca, por simple

inercia y sin intervención del estado, se realizaba a niveles económicos óptimos: una advertencia para aquellos quienes insistían en una mejora substancial de la flota, y el aumento de las actividades.

Estos datos permiten una primera aproximación a la realidad pesquera, pero es necesario tener en cuenta las limitaciones del método: el modelo de Schaeffer no toma en cuenta las fluctuaciones ambientales en el reclutamiento debido a variaciones ambientales (El Niño, por ejemplo). Además, la pesca artesanal en Galápagos es una pesquería multiespecífica, y todas las especies en conjunto fueron consideradas en el cálculo sin diferenciación. La aplicación del modelo en esta situación es solo aceptable, por que todas las especies son de un mismo nivel trófico (depredadores).

Aspectos biológicos

En el punto anterior se mostró cómo, con relativamente pocos datos, se pueden obtener estimaciones iniciales del estado de una pesquería, y que no en todos los casos se necesitan embarcaciones y equipamiento sofisticados para llegar a resultados que pueden apoyar al manejo de los recursos. Naturalmente, es deseable y necesario disponer de más información sobre la biología de las especies, su reproducción, su crecimiento, sus requerimientos alimenticios, sus condiciones térmicas y otros parámetros que permiten la evaluación con modelos analíticos mucho más finos que el arriba demostrado. Algunos de estos datos es posible conseguirlos en puerto, si los animales son desembarcados en estado fresco y no eviscerado. En otros casos es necesario realizar viajes de pesca experimental más o menos costosos (análisis de contenidos estomacales, por ejemplo). A continuación queremos analizar brevemente algunos de los parámetros y tópicos importantes que constituyen parte o complemento de la investigación de los recursos marinos.

Crecimiento

La mayoría de los recursos marinos tiene crecimiento continuo. Después de fases iniciales de rápido crecimiento, la tasa de crecimiento se reduce paulatinamente hasta llegar a un tamaño final. La biomasa de una población está determinada por la composición de clases anuales (o mensuales en algunos grupos como camarones y anchovetas) y su respectiva fase de crecimiento. Para poder analizar una población a través del tiempo, es necesario determinar la edad de los moluscos, los crustáceos o los peces capturados y asociarla con el tamaño. Sin embargo, eso es un aspecto difícil de resolver. En aguas tropicales no existen fases determinadas de crecimiento, y por lo tanto, tampoco existen marcas claras en los otolitos de los peces. En los moluscos se puede a veces identificar zonas de crecimiento, pero en los crustáceos las mudas no dejan marcas. El Ecuador, afortunadamente, tiene una estacionalidad marcada, si bien mucho más tenue que en aguas templadas, que *puede* expresarse en la formación de anillos anuales en los otolitos. Los parámetros del crecimiento del bacalao de Galápa-

gos (*Mycteroperca olfax*) fueron determinados de esta manera (Reck 1984, Rodríguez 1984).

Los peces de similar tamaño máximo dentro de un grupo taxonómico relacionado (los Serranidae, por ejemplo), tienen similares coeficientes de crecimiento y de *mortalidad* natural (que es otro factor importante de estimar), si viven en condiciones térmicas similares. Las listas por él elaboradas sirven como guía útil para estimar parámetros iniciales. Los programas ELEFAN (siglas en inglés de "Análisis electrónico de frecuencias de tamaño"), desarrollados por el mismo autor, permiten el análisis poblacional electrónico de peces e invertebrados marinos, basándose en la estructura de los tamaños de los peces, cuando la determinación de la edad no es posible por otros medios.

Reproducción y alimentación

El registro del estado de las gónadas permite determinar la fase de reproducción de una población. La estimación de huevos y larvas en el agua permite deducir el tamaño del stock de adultos de algunas especies pelágicas con áreas muy definidas de desove. En todos estos casos, los costos de investigación son considerables, ya que implican mantenimiento y operación de los barcos específicamente equipados.

Los contenidos estomacales de los peces indican su posición trófica, su forma de vida y su dependencia alimenticia de otras especies de fitonecton, plancton o bentos. Idealmente, sería necesario complementar estos datos con estimaciones de las poblaciones (plancton, bentos) que sirven como alimento a los recursos de interés comercial. Nuevamente, eso se puede hacer solamente en base a viajes de recolección específicamente realizadas con este fin, frecuentemente combinados con el registro de datos oceanográficos. En el caso de algunos recursos costeros, sin embargo, se pueden acumular datos importantes en las áreas litorales accesibles por tierra y con equipos sencillos. Las investigaciones de pesca en Galápagos, más allá de algunos equipos disponibles en todas las instituciones, no demandaron muchos fondos.

Donde no existen datos básicos sobre los recursos, como es el caso para muchísimas especies explotadas comercialmente en el Ecuador, es importante insistir que éstas pueden ser adquiridas con pocos equipos y en cooperación con los mismos pescadores, empresas pesqueras y autoridades pesqueras en los lugares de desembarque, o solicitando la toma de datos sencillos en el mar. Donde el espacio lo permite, los investigadores pueden acompañar a los barcos comerciales en sus faenas, como es la costumbre en los barcos atuneros.

Particularmente en el caso de la Pesca Artesanal en la cual, más allá de estudios taxonómicos y sociales existe muy poca información cuantitativa, queda todo por hacer. Los corales, los moluscos, los crustáceos y los peces de la pesca a pequeña escala han sido identificados, pero no se han hecho análisis poblacionales en detalle.

Taxonomía y conservación de los recursos

Debido a la elevada fecundidad y muchas veces amplia distribución de las especies marinas, se ha estimado que no sería probable su extinción en muchos casos. Pero sabemos que algunas de las poblaciones del arenque del Mar del Norte, después de una cacería intensiva, han sido extinguidas por completo. Hay que tener en cuenta que en los ambientes tropicales la cantidad de especies es mayor, pero que las poblaciones son más pequeñas. La forma de vida de muchas especies pelágicas se da en cardúmenes que son vulnerables a los artes de pesca eficientes, y particularmente con métodos de detección modernos. Por lo tanto, las extinciones de subespecies, razas o poblaciones en vías de diferenciación genética se consideran posibles.

Los conocimientos taxonómicos frecuentemente son deficientes aún en recursos bien registrados en cuanto a estadísticas pesqueras. En el Ecuador continental se han descrito tres especies diferentes de la pinchagua, entre los recursos pesqueros más importantes de las pesquerías ecuatorianas (Berry & Berret, 1963). Estas tres especies de *Opisthonema* se pueden distinguir por caracteres merísticos en la estructura de sus branquias, pero no externamente. No se conoce nada sobre la biología ni las características ecológicas de cada una de ellas, ni sobre su condición poblacional, ya que los muestreos no las distinguen (Maridueña, 1989). Este ejemplo nos hace reflexionar sobre cuán importante sería una identificación clara de todas las especies capturadas y de un seguimiento regular de su presencia en las capturas.

En Galápagos, las especies más importantes de la pesca son endémicas del archipiélago (Reck, 1986). La reducción drástica del bacalao en las capturas da lugar a preocupación por la capacidad actual de regeneración de la población.

Naturalmente, sería importante dirigir investigaciones específicas para dilucidar la situación de subpoblaciones genéticamente distintas y de especies endémicas del área biogeográfica que sufren explotación pesquera.

Aspectos ecológicos

Hábitats críticos

Otro aspecto esencial es el estudio de las secciones de las poblaciones que no aparecen en las capturas comerciales. Cada animal pasa, entre el tiempo de su nacimiento (desove y eclosión como larva) y el momento de alcanzar su tamaño de pesca, por una fase juvenil y una preadulta, durante las cuales los animales están expuestos a la depredación, la deriva y la muerte por otras causas naturales. Las condiciones ambientales en esta fase son críticas para el tamaño del stock adulto. La cantidad de animales juveniles sobrevivientes en un área es determinante para la densidad de los peces o crustáceos que pueden ser explotados posteriormente. El estudio de las poblaciones

de larvas y juveniles en las zonas costeras, y del hábitat que necesitan para su desarrollo, es esencial y tiene que hacerse en forma directa.

Se sabe, por ejemplo, sobre la relación que existe entre la existencia de humedales, estuarios y manglares y la producción de camarones a nivel mundial. Turner (1977, 1989) demostró la importancia de los manglares para la producción de camarones. Este autor indica que una hectárea de mangle puede producir 600 kg de camarón al año. En este sentido, las investigaciones básicas sobre el funcionamiento de los ecosistemas litorales-costeros pueden ser un importante apoyo a las ciencias pesqueras. Las investigaciones sobre la productividad de los manglares o sobre las condiciones fluctuantes en los estuarios pueden producir información esencial sin la necesidad de barcos grandes. Los estudios de contaminación realizados en los últimos años indican los altos grados de contaminación, particularmente en las áreas de mayor productividad marina, sin que se conozca aún mucho sobre la concentración de contaminantes en organismos costeros.

En general se ha dado poca prioridad a la investigación "preventiva" sobre hábitats críticos para las fases juveniles o para especies amenazadas, con el efecto de que no se dispone de información adecuada para tomar medidas de protección basadas en información científica sólida, ni siquiera en áreas protegidas.

En Galápagos, por ejemplo, la principal área de anidación de las tortugas marinas en el Pacífico Oriental, al sur de la Isla Isabela, está cada vez más amenazada por el desarrollo económico en el asentamiento humano cercano, propulsado por el mismo Estado. En el Parque Nacional Machalilla, que incluye un área marina importante y en el cual existe una muestra representativa de la diversidad de tortugas marinas presentes en el Pacífico Oriental, ningún énfasis se ha dado a los aspectos de investigación y conservación marina y a las amenazas a la vida costera que están creciendo.

Investigación de la biodiversidad marina

Mientras que las Aves, los reptiles y los Mamíferos marinos de las Islas Galápagos han sido estudiados detalladamente, en las costas continentales existen muy pocos datos más allá de referencias bibliográficas históricas, como en el caso de los Mamíferos marinos (Hurtado, 1990), las aves marinas (Duffy & Hurtado, 1984) y las tortugas marinas (Hurtado, 1992). En todos los casos se evidencia la necesidad de actualizar inventarios y patrones de distribución de las especies a través de sistemas de monitoreo sistemático. En un Seminario-Taller sobre los efectos biológicos del fenómeno El Niño en ecosistemas costeros del Pacífico sureste (realizado en Galápagos en 1989, Arntz 1990), se puso énfasis en el estudio de Mamíferos marinos, Aves y reptiles, parcialmente por el hecho que estas especies podrían constituir importantes indicadores e informantes tempranos sobre anomalías climáticas y oceanográficas. Estos grupos fueron los únicos recursos costeros cuya investigación fue directamente relacionada con los propósitos de conservación (Hurtado, 1991, 1992).

Opinamos que la investigación y el manejo de los recursos marinos deben considerar, en forma integral, todos los usos diferentes y que la evaluación no debe realizarse de manera sectorial solamente desde el punto de vista pesquero. El turismo subacuático, científico y educativo puede ser una forma importante de aprovechamiento de los recursos marino-costeros, y en este sentido el estudio y la conservación de la biodiversidad adquieren particular significado.

PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Existen algunos esfuerzos aislados y limitados de integración de la dispersa información disponible en los ambientes marino-costeros (Maridueña, 1989; Martínez, 1989; Estrada, 1989). El énfasis de la investigación estuvo principalmente en las especies de utilización comercial, y solo poco en las especies amenazadas. Sin embargo, Wellington (1976) resumió la información existente para Galápagos, que parcialmente puede servir como referencia para la diversidad en general por el alto nivel de afinidad existente entre las islas y las costas continentales.

Si bien las investigaciones de los recursos marinos se han concentrado en las especies de valor comercial, en buena parte por razones económicas, aún en estos casos existen considerables vacíos. La información es más abundante en aspectos taxonómicos, distribución, abundancia y crecimiento individual, pero los vacíos son grandes en lo concerniente a los análisis poblacionales en relación con el manejo.

La información sobre los peces estuarinos, los moluscos y los crustáceos costeros es fragmentaria y no se han hecho esfuerzos para determinar las prioridades de investigación. Los organismos bénticos litorales también pueden servir como indicadores, como lo demuestran los trabajos de Arntz en Perú. En el Seminario mencionado sobre "El Niño" se ha recomendado una serie de especies de diferentes formas de vida cuyo monitoreo poblacional serviría como indicador de las fluctuaciones ambientales. Particularmente, la información sobre las comunidades bénticas de las costas continentales del Ecuador es pobre y dispersa.

INVESTIGACIÓN Y MANEJO A NIVEL INTERNACIONAL

Los recursos marinos no reconocen fronteras. En muchos casos, las migraciones a través de grandes áreas de distribución (como en el caso de atunes y cetáceos) hacen imposible un manejo eficiente por parte de un solo país. De igual manera, la investigación de estos recursos tiene que ser llevada a nivel internacional para obtener datos válidos en todo el rango de distribución y movimiento de las especies migratorias.

El principal grupo de integración científica en la región es la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) que inició sus actividades de coordinación en relación con los principales y muy móviles recursos pelágicos, pero actualmente se preocupa también

de los recursos costeros-demersales y de aspectos de conservación de la biodiversidad marina.

Tabla 1. Resumen de Desembarques pesqueros entre 1985 y 1989 en el Ecuador, en toneladas métricas

Año	1985	1986	1987	1988	1989
Total	1517606	1019304	679335	871985	681666
Atún	54204	59204	51166	49378	58470
Pelágicos- Costeros	1260664	796302	479732	635779	508371
Otros peces (demersales)	157100	104107	66373	101553	34325
Crustáceos sin cultivo	9695	11835	11262	8978	8499*
Camarón cultivo	30205	43628	69153	74480	70063
Moluscos	5178	3513	1649	1817	1916*

* estos datos poco confiables se reproducen para orientar sobre ordenes de magnitud únicamente.

Fuente: Dirección General de Pesca (1991)

