

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL
GRUPO DE TRABAJO SOBRE CAPTURA INCIDENTAL

SEGUNDA REUNION

4 a 6 de abril de 2000
La Jolla, California (EE.UU.)

INFORME DEL PRESIDENTE

AGENDA

1. Bienvenida, presentaciones, consideración de la agenda
2. Introducción
 - a. Objetivos de la reunión y términos de referencia para el grupo de trabajo
 - b. Antecedentes de la preocupación sobre las capturas incidentales
 - c. Resolución de la 65ª Reunión sobre captura incidental, octubre 1999
 - d. Incidencia y distribución de las capturas incidentales en la pesquería con red de cerco
3. Resultados del subgrupo sobre estudios y modelado ecológicos
4. Resultados del subgrupo sobre tecnología y técnicas de pesca
5. Análisis y evaluación de modificaciones de prácticas y artes de pesca
 - a. Evitar la captura de determinadas especies
 - b. Liberación de determinadas especies
6. Análisis y evaluación de opciones de administración
 - a. Vedas temporales y de zona
 - b. Límites de captura y de lance
 - c. Incentivos
 - d. Otras opciones
7. Recomendaciones de administración
8. Otros asuntos
9. Clausura

DOCUMENTOS

1. Términos de referencia
2. Informe del Presidente, 1ª Reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental (julio 1998)
3. Informe de la 1ª Reunión del subgrupo sobre tecnología y técnicas de pesca (marzo 1999)
4. Informe de la 1ª Reunión del subgrupo sobre estudios y modelado ecológicos (abril 1999)
5. Opciones para la reducción de capturas incidentales en la pesquería cerquera del Océano Pacífico oriental
6. Resolución sobre capturas incidentales, 65ª Reunión de la CIAT, octubre 1999

ANEXOS

1. Lista de asistentes
2. Informe de avances, subgrupo sobre estudios y modelado ecológicos
3. Resumen de simulaciones, subgrupo sobre estudios y modelado ecológicos

4. Recomendación sobre medidas para reducir las capturas incidentales en la pesquería atunera con red de cerco del Océano Pacífico oriental

1. Bienvenida, presentaciones, consideración de la agenda

La segunda reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental tuvo lugar en La Jolla, California (EE.UU.) del 4 al 6 de abril de 2000. El Dr. Robin Allen, Director de la CIAT, dio la bienvenida a los participantes (detallados en el Anexo 1) y solicitó nombramientos para la presidencia de la reunión. El Sr. William Gibbons-Fly, de Estados Unidos, fue debidamente elegido. Se aprobó la agenda provisional sin modificaciones.

2. Introducción

El Dr. Allen describió el problema de la captura incidental¹ en la pesquería atunera del Océano Pacífico oriental (OPO) y notó que la reducción de estas capturas es una preocupación a nivel mundial. El Grupo de Trabajo fue establecido en 1997 para tratar el problema de la captura incidental en la pesquería con red de cerco en el OPO. Una de las preocupaciones que llevó a su establecimiento fue la posible interacción entre esta pesquería y las pesquerías artesanales de Centroamérica. El Dr. Allen explicó los tres términos de referencia del grupo, y señaló que los dos primeros (definir las relaciones entre las especies objetivo de la pesca y aquellas capturadas incidentalmente, y desarrollar tecnología pesquera para la reducción de la captura incidental) fueron tratados en reuniones de los subgrupos sobre estudios y modelado ecológicos y sobre tecnología y técnicas de pesca. El tercero, “*formular y evaluar programas de manejo para la reducción de capturas incidentales*” no ha sido objeto de mucha consideración y es por lo tanto el foco de esta reunión. El Dr. Allen explicó también los puntos pertinentes en la resolución sobre capturas incidentales de la 65ª reunión de la CIAT en octubre de 1999.

El Dr. Martín Hall, del personal de la CIAT, explicó la incidencia y distribución de las capturas incidentales en lances cerqueros por buques de 363 toneladas de capacidad de acarreo y mayores. Describió los patrones espaciales y temporales de los lances sobre delfines, atunes no asociados, y objetos flotantes, y de las capturas incidentales de atunes y otras especies.

Mapas de capturas y de cocientes de captura incidental/captura presentados señalaron diferencias en la concentración espacial y temporal de las capturas incidentales de las tres especies principales de atún (aleta amarilla, barrilete, y patudo). Las capturas incidentales asociadas con objetos flotantes habían aumentado, especialmente desde 1993 y, para todas las especies, estaban generalmente compuestas de ejemplares más pequeños que las de otros tipos de lance. Ciertas características de los patrones cambiaron durante el evento de ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) de 1997-1998. Las capturas incidentales de las tres especies principales de atún fueron generalmente mayores al sur de 6°N, y mucho más altas en lances sobre objetos flotantes que en lances sobre atunes no asociados y delfines (27,133 toneladas, 2,551 toneladas y 747 toneladas durante 1998, respectivamente).

Los participantes discutieron los efectos de las condiciones comerciales sobre la captura incidental de atún registrada, la necesidad de incluir la captura incidental por buques de menos de 363 toneladas métricas de capacidad de acarreo, y si vedas de zonas seleccionadas con ciertos patrones de captura de barrilete y captura incidental de atún reducirían las capturas incidentales.

Mapas de capturas incidentales, en número estimado de animales, de los principales grupos de especies aparte de atunes (tortugas marinas, tiburones, peces picudos, dorado, otros peces grandes, y mantarrayas)

¹ Se define “captura incidental” como todo animal capturado durante operaciones de pesca que es descartado muerto o en condición tal que se espera que muera a corto plazo.

señalaron patrones diferentes para distintas especies. La mayor parte de la captura incidental de tiburones consiste de tiburones isala, aunque hay problemas con la identificación de esta y otras especies de tiburón. Tortugas golfina forman la mayoría de las capturas incidentales de tortugas marinas, pero incluyen también otras especies. Las capturas incidentales de dorado muestran patrones temporales y espaciales claros. Las capturas incidentales de marlín azul son más frecuentes al sur de 3°N, y las de mantarrayas están concentradas en tres regiones costeras.

Al igual que para los atunes, los lances sobre objetos flotantes producen las mayores capturas incidentales, en algunos casos (peces grandes, tiburones) casi un orden de magnitud mayores que las de lances sobre delfines o atunes no asociados. Se enfocó la atención en grupos que incluyen especies de crecimiento lento y tasas de reproducción bajas (tiburones, tortugas marinas, peces picudos y mantarrayas) y que podrían por lo tanto ser más gravemente afectados por estas capturas incidentales; sin embargo, se señaló que la información sobre la abundancia de las poblaciones de estos grupos es muy limitada, y que esta generalización era útil pero no siempre correcta: por ejemplo, las tasas de reproducción de algunos tiburones son relativamente altas. La mayor parte de la captura incidental de este grupo de especies proviene de la zona al sur de 7°N pero, en relación con la captura de atún con red de cerco (número de animales/tonelaje de atún capturado), la tasa de captura incidental de la zona al norte de 7°N es mayor.

El Grupo de Trabajo notó que las capturas incidentales de la pesquería cerquera eran relativamente bajas a escala mundial en comparación con las de pesquerías que usan otras artes, y consideró la posibilidad de prohibir descartes de atún como medida regulatoria. Se remitió al Grupo de Trabajo Científico la cuestión del impacto de las capturas incidentales de aleta amarilla, barrilete, y patudo sobre los stocks de estas especies.

México presentó un método para estimar las capturas incidentales de buques de menos de 363 toneladas de capacidad de acarreo. El Grupo de Trabajo discutió el método, e hizo varias sugerencias para mejorar la exactitud y precisión del mismo.

3. Resultados del subgrupo sobre estudios y modelado ecológicos

El Dr. Robert Olson, del personal de la CIAT, presentó los resultados recientes de este subgrupo. Se usó un modelado *Ecopath/Ecosim* en el cual se considera la pesquería (capturas de los tres tipos de lance cerquero, palangreros, y barcos de carnada) como el componente más alto de la red alimenticia. Se elaboró el modelo como instrumento para comprender las relaciones entre los distintos componentes del ecosistema. Se modelan explícitamente el ciclo vital, energética, y dinámica para un gran número de especies componentes del ecosistema del OPO tropical. Se modelan también ciertos aspectos del medio ambiente.

En el informe presentado en el Anexo 2 se detallan los avances en el modelado desde la última reunión de este subgrupo en abril de 1999, se comenta el análisis de validación, y se explica la aplicación potencial del modelo para la evaluación de opciones de ordenación de captura incidental.

Se presentó una serie de simulaciones para ilustrar los resultados del modelado. Las simulaciones mostraron los resultados potenciales de, entre otros, cambios en el esfuerzo de pesca de palangreros y de cerqueros pescando sobre delfines, objetos flotantes, y atunes no asociados. Se enfocaron en cambios en la red alimenticia que resultan de aumentos y disminuciones en las tasas de pesca para cada método de pesca, varias combinaciones de vedas espaciales y temporales, interacción con pesquerías artesanales, el uso de rejillas clasificadoras para permitir el escape de peces pequeños, y efectos ambientales impulsados por la temperatura superficial del mar. En el Anexo 3 se presenta un resumen de los resultados principales.

La discusión de este tema se concentró en la conveniencia de elaborar una versión espacial del modelo, en la interpretación cautelosa de los resultados, ya que interacciones entre especies, tal como la depredación, son naturales, en la necesidad de subdividir ciertos grupos, tales como tiburones con características del

ciclo vital distintas, en el análisis, y en el efecto relativo de variabilidad ambiental a largo plazo (por ejemplo, eventos de ENOS) y acciones de ordenación a corto plazo.

4. Resultados del subgrupo sobre tecnología y técnicas de pesca

El Dr. Hall presentó los resultados de este subgrupo, reportados previamente en el informe del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental a la 63ª Reunión de la CIAT en junio de 1999, el que incluyó un análisis de opciones, ya existentes o que se podrían desarrollar, para reducir las capturas incidentales en la pesquería. La primera opción es evitar la captura de ejemplares pequeños de la especie objetivo de la pesca y de especies no deseadas mediante una inspección, con medios acústicos y/o visuales, del cardumen antes de realizar el lance. La segunda opción es liberar ejemplares no deseados vivos después de la captura, junto con el rescate activo de ciertas especies (tortugas marinas, ciertos peces picudos, y posiblemente tiburones); el enfoque más prometedor en este respecto es la modificación del aparejo de pesca, inclusive el uso de rejas clasificadoras. La tercera opción es la retención de ejemplares que mueren en el lance.

No hay resultados nuevos desde la última reunión del subgrupo en marzo de 1999, con la excepción del uso experimental de una reja clasificadora por un buque cerquero pescando actualmente en el OPO. La discusión se centró en la necesidad de un programa de investigación para determinar si eran factibles ciertas opciones y en la importancia de la participación de la industria en el programa.

5 y 6. Análisis y evaluación de modificaciones de prácticas y artes de pesca y opciones de administración

El Dr. Allen repasó las opciones de administración disponibles. La Comisión había asignado la prioridad más alta a la cuestión de las capturas incidentales de atunes, seguidas por las de especies en peligro o amenazadas, y finalmente a las de otras especies no objetivo de la pesca.

A fin de examinar posibles esquemas de administración para reducir las capturas incidentales de especies comerciales de atún y especies no objetivo seleccionadas, se presentaron varias opciones, entre ellas límites absolutos y relativos sobre las capturas incidentales, vedas de temporadas y zonas basadas en estimadores absolutos o relativos, límites sobre el número o características de los lances, especialmente sobre objetos flotantes, e incentivos y desincentivos tales como retención de toda captura de atún y/u otras especies. Con respecto a opciones técnicas y de procedimiento, se hizo hincapié en técnicas para evitar capturas no deseadas y modificaciones del aparejo de pesca para la liberación rápida de ejemplares no deseados. El Grupo de Trabajo aprobó un plan presentado para la reducción y eventual eliminación de las capturas incidentales de tortugas marinas, mediante el cual animales enmallados serían liberados por un tripulante en una lancha en cuanto saliesen del agua.

El Grupo de Trabajo notó la falta de experiencia directa con medidas para reducir las capturas incidentales, con la excepción de la mortalidad incidental de delfines, la necesidad de continuar el seguimiento de la captura incidental, la falta de estimaciones de abundancia para la mayoría de especies aparte de atunes en las capturas incidentales, y la conveniencia de que cualquier medida fuese consistente con instrumentos internacionales tales como la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de Tortugas Marinas y el Plan de Acción Internacional de la FAO para la Conservación y Ordenación de Tiburones.

El Grupo de Trabajo discutió posibles recomendaciones de gestión, enfocando en medidas a largo plazo, investigación que trataría las necesidades de datos y avances tecnológicos, y posibles medidas a corto plazo, basadas en información disponible, para reducir la captura incidental de atunes y especies no objetivo. Los puntos principales de la discusión fueron:

- **Vedas de temporadas y zonas.** Se discutió ampliamente este tema, en particular la posibilidad de vedar a la pesca sobre objetos flotantes la zona al norte de 7°N, en la cual el cociente de captura inci-

dental/captura de atún para buques mayores era más alto y predominaban las capturas incidentales de ciertas especies de tiburones. Se analizó una serie de combinaciones de vedas de zona y/o temporada, especialmente la posibilidad de vedar la pesquería cerquera durante los dos últimos meses del año. Se recalcó que, en general, la base ecológica por proteger ciertas especies no está bien definida, y que se deberían identificar las especies con mayor necesidad de protección. Se notó que la información presentada por el personal no constituía una evaluación formal de los efectos posibles sobre la captura incidental de vedar ciertas zonas a la pesca, sino más bien una indicación general de ciertas consecuencias potenciales, y que era por lo tanto necesario considerar cualquier veda de este tipo con mucha cautela y en consulta con la industria. Se señaló también que los cambios recientes en la pesquería dificultaban la interpretación de información sobre la distribución espacial de las capturas incidentales.

- **Incentivos/desincentivos.** Se discutió extensamente el tema de que si era factible una política de retención completa (prohibir descartes de atunes) como medida de administración de la captura incidental, y se acordó que era potencialmente útil y podría ser probado en un programa piloto. No obstante, se señalaron ciertas preocupaciones importantes, especialmente en relación con la posible creación de un mercado o de precios de apoyo para atunes pequeños.
- **Avances tecnológicos y otros avances a largo plazo.** La discusión se enfocó en los temas de desarrollar y probar en el mar las rejillas clasificadoras y en la posibilidad de desarrollar instrumentos acústicos que permitirían examinar un cardumen de peces antes de realizar un lance. Ecuador ofreció el uso un cerquero para llevar a cabo algunas de las investigaciones necesarias.

El Grupo de Trabajo notó la necesidad de un sistema para reunir datos sobre la captura incidental de todas especies por todas las artes, y de incluir datos de lances sobre atunes no asociados en los análisis.

7. Recomendaciones de administración

El Grupo de Trabajo adoptó una recomendación para la consideración de la reunión de la CIAT en junio de 2000 (Anexo 4).

Anexo 1.

ATTENDEES - ASISTENTES

COSTA RICA

HERBERT NANNE ECHANDI
INCOPECA

ECUADOR

RAFAEL TRUJILLO BEJARANO
LUIS TORRES NAVARRETE
Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización y Pesca

EL SALVADOR

MARGARITA S. DE JURADO
Ministerio de Agricultura y Ganadería

ESPAÑA - SPAIN

JUAN IGNACIO ARRIBAS
Secretaría General de Pesca Marítima
JAVIER ARIZ TELLERIA
Instituto Español de Oceanografía
IGNACIO LACHAGA B.
ALBACORA, S.A.

GABRIEL SARRO
OPAGAC
ESTANISLAO GARAVILLA
Conservas Garavilla

EUROPEAN COMMUNITY- COMUNIDAD EUROPEA

RONAN LONG
Comisión Europea

JAPAN - JAPON

NAOZUMI MIYABE
HIDEKI NAKANO
National Research Institute of Far Seas Fisheries

SALLY CAMPEN
Fed. of Japan Tuna Fisheries Cooperative Associations

MEXICO

MIGUEL ANGEL CISNEROS
ALFREDO SANCHEZ PALAFOX
GUILLERMO COMPEAN JIMENEZ
PEDRO ULLOA RAMIREZ
JUAN GUILLERMO VACA
LUIS SOLANA SANORES
Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente

ALFONSO ROSIÑOL LLITERAS
JOSE JUAN VELAZQUEZ MACOSHAY
CANAINPESCA
GERARDO LOJERO
COMEXTUN, S.A.
MARK ROBERTSON
Janus-Merritt Strategies

PANAMA

ALFONSO PAZ
Autoridad Marítima de Panamá

PERU

GLADYS CARDENAS QUINTANA
Instituto del Mar del Perú

UNITED STATES OF AMERICA - ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

WILLIAM GIBBONS-FLY

BRENT STEWART

Department of State

GARY SAKAGAWA

STEPHEN REILLY

JOHN HUNTER

AL COAN

DALE SQUIRES

National Marine Fisheries Service

DAVID BURNEY

U.S. Tuna Foundation

PAUL KRAMPE

United Tuna Cooperative

EDMUND GANN

Caribbean Fishing

OTTO OBRIST

Ocean Ventures

JOSEPH GLIGO

Tri-Marine International

VENEZUELA

HÉCTOR LÓPEZ ROJAS

Programa Nacional de Observadores

INTERNATIONAL ORGANIZATIONS - ORGANIZACIONES INTERNACIONALES

ANTONY LEWIS

Secretariat of the Pacific Community

JAVIER ARIZ TELLERIA

International Commission for the Conservation of
Atlantic Tunas (ICCAT)

NATIONAL CENTER FOR ECOLOGICAL ANALYSIS AND SYNTHESIS (NCEAS) WORKING GROUP
GRUPO DE TRABAJO DEL CENTRO NACIONAL PARA ANALISIS Y SINTESIS ECOLOGICOS (NCEAS)

KERIM AYDIN

University of Washinton

CRISTOFER BOGGS

National Marine Fisheries Service

FELIPE GALVAN

CICIMAR – Instituto Politécnico Nacional

CARL WALTERS

University of British Columbia

ROBERT OLSON

GEORGE WATTERS

Inter-American Tropical Tuna Commission

NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS - ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES

ANDY OLIVER

MIGUEL JORGE

World Wildlife Fund

IATTC - CIAT

ROBIN ALLEN, Director

PABLO ARENAS

MARTIN HALL

BRIAN HALLMAN

ROBERT OLSON

GEORGE WATTERS

Anexo 2.

SUBGRUPO SOBRE ESTUDIOS Y MODELADO ECOLOGICOS

INFORME DE AVANCES

1. Resumen

En la reunión del subgrupo sobre Estudios y Modelado Ecológicos (EME) del Grupo de Trabajo sobre Capturas Incidentales de la CIAT, celebrada del 26 al 28 de abril de 1999 en La Jolla, los participantes comentaron varios aspectos del ecosistema pelágico en las regiones de alta mar frecuentadas por la pesquería cerquera atunera en el Océano Pacífico oriental (OPO). La variedad de información necesaria para construir modelos sencillos del ecosistema de estado estacionario y dinámicos formó el marco para las discusiones. Se demostró la primera versión de un modelo de ecosistema para el OPO, y los participantes hicieron recomendaciones para perfeccionarlo. El personal de la CIAT siguió varias de estas recomendaciones durante el año subsiguiente. El presente informe fue preparado para poner al grupo de trabajo sobre capturas incidentales al día sobre el modelado realizado desde entonces, comentar un análisis de validación del modelo, explicar la aplicación potencial del modelo a la evaluación de opciones de administración de capturas incidentales, y presentar conclusiones generales derivadas del modelo del OPO en su forma actual.

El personal de la CIAT realizó la mayoría de los análisis, pero contribuyeron considerablemente los miembros de otro grupo de trabajo, "Implicaciones Ecológicas sobre Estrategias Alternativas de Pesca de Depredadores Apice," patrocinado por el Centro Nacional para Análisis y Síntesis Ecológicos (NCEAS) en Santa Barbara, California (www.nceas.ucsb.edu). El NCEAS es subvencionado por la Fundación Nacional para la Ciencia de EE.UU. y el Estado de California.

2. Antecedentes

Hay buena evidencia de que el potencial total de captura por pesca de un ecosistema es menor que la suma total del potencial de captura de las especies componentes consideradas individualmente. Las evaluaciones tradicionales de especies individuales no toman en cuenta las interrelaciones entre especies. Los recursos de alimento son limitados, y los componentes de un ecosistema dependen los unos de los otros a través de interacciones depredador-presa y competitivas representadas por la red alimenticia. Evaluar adecuadamente la condición de un ecosistema requeriría evaluaciones y seguimiento de todas las especies principales. No existen datos de pesca para la mayoría de las especies que no son objetivo de la pesca, estudios científicos en el mar son caros y ocupan mucho tiempo, y un seguimiento continuo podría ser lógicamente imposible. La mejor estrategia, en este momento, es desarrollar modelos que representen los distintos ciclos vitales de los elementos del ecosistema y describir cómo la biomasa fluye entre los mismos, a partir de la mejor información disponible sobre quién come a quién. Los modelos deberían ser capaces de contestar preguntas hipotéticas sobre los resultados probables de distintas políticas pesqueras. Si el modelado indica que ciertos grupos o especies son más sensibles a los efectos ecológicos de la pesca (es decir, cambios sustanciales en la biomasa de especies no objetivo como resultado de un cambio en la tasa de pesca), entonces se podría enfocar estudios futuros, inclusive evaluaciones y seguimiento, en esos grupos. El modelado constituye una herramienta para llegar a conocer el sistema, y potencialmente para indicar cuál de varias opciones de administración disponibles surtiría el mayor efecto. Alternativamente, y quizá igualmente valioso, es que el modelado indique cuáles opciones de administración surtirían el menor efecto.

Tomando lo anterior en cuenta, el personal emprendió un análisis de modelado usando el conjunto de pro-

gramas que incluye *Ecopath* y *Ecosim*. Los participantes en la primera reunión del Grupo de Trabajo sobre Capturas Incidentales, celebrada el 8 y 9 de julio de 1998, decidieron que *Ecopath* y *Ecosim* brindan un punto de partida útil para el modelado de la dinámica del ecosistema en el OPO, dado el amplio uso del método y que requiere que los análisis incluyan todas las partes de un sistema.

3. Modelo *Ecopath* para el OPO

En el informe de la primera reunión del subgrupo sobre EME se detallan las características del ecosistema en el hábitat pelágico del OPO tropical representadas en el modelo. La información necesaria para construir el modelo incluye: 1) definición del alcance espacial del modelo (20°N-20°S, de 150°O al litoral), 2) definición de las principales especies y grupos funcionales de animales, 3) definición de las conexiones tróficas entre los grupos del modelo (matriz de dietas), 4) estimaciones de tasas de consumo o requisitos energéticos para algunos de los grupos¹, 5) estimaciones de biomasa para algunos de los grupos¹, 6) estimaciones de tasas de producción para algunos de los grupos¹, 7) estimaciones de “eficacia ecotrófica” (la proporción de la producción consumida, cosechada, o exportada del sistema) de algunos de los grupos¹, 8) datos de captura (biomasa descargada y descartada) para varias flotas y tipos de lance, 9) inmigración a y emigración del sistema, y 10) parámetros que rigen la transición de grupos ontogénicos pequeños a grandes (funciones de crecimiento, funciones talla-peso, información sobre energética, y parámetros de reclutamiento). Se incluyeron cinco “tipos de arte” en el modelo: buques de carnada, palangres, lances cerqueros sobre delfines, lances cerqueros sobre objetos flotantes, y lances cerqueros sobre atunes no asociados.

Los participantes en el subgrupo hicieron varias recomendaciones para cambiar el modelo y para análisis posteriores. Estas recomendaciones, detalladas en el informe de la primera reunión, se agrupan en dos categorías: 1) revisiones y calibraciones que se podrían efectuar en menos de un año, y 2) recomendaciones a largo plazo para el modelado del OPO tropical. Desde entonces el personal ha tratado las siguientes prioridades a corto plazo:

- Añadir grupos del modelo para pez espada, atún aleta azul, atún albacora, y ballenas barbadas (si se determina que estas ballenas se alimentan sustancialmente en los trópicos).
- Incorporar datos recientes sobre capturas incidentales para la pesquería palangrera.
- Incorporar métodos alternativos para estimar biomazas para ciertas especies capturadas incidentalmente.
- Comparar estimaciones previas de la variabilidad del reclutamiento del atún aleta amarilla en el OPO con aquella producida por el modelo.
- Comparar características “arriba-abajo” y “abajo-arriba” del modelo para evaluar la importancia relativa de influencias ambientales en el ecosistema del OPO.
- Definir de nuevo la zona del modelo (considerando, por ejemplo, provincias oceánicas o la zona principal de la pesquería de superficie).
- Realizar un análisis de sensibilidad sobre el producto de *Ecosim*.

Además, se trató una de las prioridades a largo plazo, la incorporación de impulsos ambientales, especialmente señales de El Niño y La Niña. En lo sucesivo se resumen estos cambios y análisis.

3.1. Cambios en el modelo

A. *Ballenas barbadas.* No se incluyeron las ballenas barbadas en el primer ensayo del modelo del OPO

¹ Se requieren estimaciones para tres de los cuatro componentes: biomasa, tasas de consumo, tasas de producción, o eficacia ecotrófica, para cada grupo del modelo.

porque la conclusión preliminar fue que la mayoría de las especies de estas ballenas no se alimentan en las regiones tropicales del OPO. Algunos participantes expresaron dudas sobre esta conclusión. Aparentemente, hay ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) residentes en la zona del Domo de Costa Rica durante todo el año. Ballenas azules ocupan también el Golfo de California durante ciertas temporadas, y se sabe que se alimentan allí. También hay ballenas de Bryde (*B. edeni*) residentes en zonas costeras del OPO. Las demás ballenas barbadas que ocurren en el OPO tropical, por ejemplo las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), de aleta (*B. physalus*), y sei (*B. borealis*), no se alimentan en los trópicos.

Se añadió ballenas barbadas como grupo al modelo. Se obtuvieron de la literatura científica estimaciones de abundancia, tamaño medio del cuerpo, tasas de consumo, tasas de producción, y composición de dieta. Se supuso que en el OPO tropical no se descargan ni descartan ballenas barbadas, y que no son presas de ninguna otra especie.

B. Pez espada. No se incluyó el pez espada (*Xiphias gladius*) en el primer ensayo del modelo del OPO porque se consideraba que ocurría principalmente en aguas templadas, y que constituía un componente menor en el OPO. Si embargo, con base en un estudio más extenso de la literatura, parece apropiado incluir dos grupos de tamaño de pez espada, pequeño y grande, en el modelo. Se separaron los dos grupos de tamaño en los 150 cm de talla, al igual que para los demás peces de pico, de conformidad con la norma usada en la base de datos de la CIAT sobre capturas incidentales.

No se dispone de estimaciones de la biomasa de pez espada para la zona del modelo, por lo que se estimaron las biomásas requeridas para el balance de masas con el programa *Ecopath*. Se obtuvieron de la literatura científica estimaciones de tasas de consumo, tasas de producción (mortalidad natural + mortalidad por pesca), eficacia ecotrófica, composición de dieta, depredación por otros animales sobre el pez espada, y tasas de crecimiento. Se determinaron las descargas de dos fuentes. Para la flota cerquera, se usaron datos tomados durante 1993-1997 por observadores de la CIAT a bordo de buques atuneros de cerco. Los observadores anotaron el número de peces espada capturado en tres clases de tamaño, y se convirtieron éstos a toneladas métricas multiplicándolos por el peso promedio de cada clase de tamaño. Se ajustaron los datos de captura incidental por la proporción de lances totales/observados para representar las capturas incidentales en lances sobre defines, sobre objetos flotantes, y sobre atunes no asociados para la flota entera. Se examinaron registros recientes de capturas palangreras de peces espada grandes y pequeños, en número de peces, para Corea, Japón, Polinesia Francesa, y Taiwan. Se determinó la talla media para las capturas en los dos estratos de tamaño de datos de frecuencia de talla en la misma base de datos y se convirtieron los números a biomasa usando una relación peso-talla publicada.

C. Atún aleta azul. No se incluyó el atún aleta azul del Pacífico (*Thunnus orientalis*) (PBT) en el primer ensayo del modelo del OPO porque está principalmente distribuido en zonas templadas cuando está en el OPO, y es un componente menor del ecosistema. Sin embargo, con base en un examen más detallado de la literatura, se incluyó un grupo de tamaño de aleta azul en el modelo. Datos de mercado convencional demuestran que muchos PBT realizan una migración transpacífica del Océano Pacífico occidental al oriental de jóvenes. Se estimó que ocurren interacciones ecológicas con PBT en solamente el 7% del área del modelo del OPO, y se supuso que son residentes en esta región durante cuatro meses del año. Se estimó la biomasa de PBT en el Pacífico occidental y oriental durante 1966-1982 a partir de estimaciones de abundancia de análisis de cohortes realizados por el personal de la CIAT, ajustadas para el medio de cada año, multiplicadas por estimaciones de peso promedio por trimestre. Se sumaron estimaciones de mortalidad por pesca de análisis de cohortes y una estimación publicada de mortalidad natural y se calculó una tasa total media de mortalidad ponderada por biomasa (la tasa de mortalidad total es equivalente a la tasa de producción (producción/biomasa)). La composición de la dieta de PBT en el OPO se basó en un estudio publicado, y se supuso que dos tercios del consumo anual ocurre afuera del área del modelo (con base en el supuesto de que pasan solamente cuatro meses del año en el OPO). Se supuso que depreda-

ción sobre el PBT en el OPO es comparable a la de atún aleta amarilla pequeño. Se extrajeron de la base de datos de la CIAT las descargas y capturas incidentales de aleta azul por tipo de lance cerquero. No se registraron capturas por barcos de carnada. Se multiplicó el número de aletas azules capturados por la flota palangrera japonesa durante 1993-1997 en el área del modelo (ninguna otra flota palangrera capturó la especie en esta zona) por el peso medio de PBT capturados en la zona y se promedió sobre esos años.

D. Atún albacora. No se incluyó el atún albacora (*Thunnus alalunga*) en el primer ensayo del modelo del OPO porque está distribuido principalmente en zonas templadas, y es un componente menor en el OPO tropical. Según un informe publicado, se captura albacora con artes de superficie y palangre en el rincón noroeste de la zona abarcada por el modelo del OPO. No obstante, se decidió no incluir albacora en el modelo del OPO porque la red alimenticia en las zonas de altura donde ocurre principalmente la especie es considerablemente diferente de la red alimenticia en la zona principal abarcada por el modelo del OPO (ver Sección G. Redefinición del área del modelo).

E. Aves marinas. En el primer ensayo del modelo, las estimaciones de eficacia ecotrófica (EE) para aves marinas fueron demasiado altas, dado que anidan fuera del área del modelo y que la enorme mayoría de la depredación sobre las mismas ocurre en los sitios de anidación. Valores altos de EE resultaron en cambios grandes y poco realistas en la biomasa de aves marinas durante simulaciones con *Ecosim*. Recientemente se calcularon estimaciones preliminares de biomasa para las aves marinas en los dos grupos del modelo, “Aves de Caza” y “Aves Forrajeras,” a partir de estudios realizados en el mar en el OPO durante 1989 y 1990. Se usaron estas estimaciones en el modelo, y las nuevas EE computadas por el programa fueron más bajas y realistas.

F. Tiburones. Se incorporaron en el modelo nuevos datos sobre capturas incidentales de tiburones por las flotas palangreras de Corea, Japón, Polinesia Francesa, y Taiwan. Se sumó y convirtió a biomasa el número total de tiburones capturados al sur de 35°N y al este de 150°O durante 1993-1997. (35°N es el límite norteño de los datos de captura de atún usados en el modelo.) Se usaron datos de buques de investigación japoneses para dividir los datos de biomasa en descargas y descartes de tiburones pequeños y grandes. Se usaron estimaciones actualizadas de mortalidad por pesca basadas en nuevos datos de captura para mejorar las estimaciones de tasas de producción para tiburones pequeños y grandes.

G. Redefinición del área del modelo. Se determinó que redefinir el área del modelo para que correspondiera más exactamente con la pesquería de superficie del OPO no sería un cambio útil. Reducir el área del modelo eliminaría algunas de las capturas de la flota palangrera, y agrandarla incluiría animales templados que no ocurren en la mayor parte del área del modelo. Muchas de las especies tropicales relativamente cerca de la costa al norte de 20°N ya están representadas en el modelo. Estos incluyen cangrejos, peces espada, atunes (inclusive PBT), peces de pico, tiburones, y mamíferos marinos. No obstante, no se fijó el límite norte del modelo en una latitud más alta porque al norte de 20°N algunas especies templadas se superponen con algunas especies tropicales durante parte del año. El modelo representa óptimamente el sistema al sur de 20°N.

Dividir el modelo en varios modelos más pequeños, correspondientes a provincias oceánicas previamente definidas, presenta el problema de representar adecuadamente los animales móviles. Varios de los grupos de especies y grupos funcionales se trasladan entre distintas provincias oceánicas. Modelar el OPO a escala mayor minimiza este problema.

3.2. Análisis espectral por tamaño del organismo

Uno de los participantes del subgrupo, Dr. Daniel Ware, sugirió que un análisis espectral por tamaño del organismo podría ser útil para calibrar las estimaciones de biomasa y para estimar las biomasa de ciertos grupos del modelo menos conocidos. El personal de la CIAT realizó un análisis, y descubrió que los resul-

tados no eran concluyentes para el modelo del OPO.

El Dr. Ware proporcionó asesoría para la realización del análisis, y sugirió usar un factor de potencia (ecuación 1) de entre $-0,16$ y $-0,19$ para la región oceánica tropical del modelo del OPO, y una pendiente menos empinada para regiones costeras. El personal de la CIAT seleccionó $-0,16$ porque el modelo incluye una proporción pequeña de regiones costeras. Para estimar la constante de proporcionalidad (A),

$$A = \text{Biomasa del productor} / W_p^{-0.16} \quad (1)$$

se usaron estimaciones publicadas de biomasa y peso medio de las células (W_p) para los productores (fitoplancton y bacteria). Para fines comparativos, se computaron también constantes de proporcionalidad a partir de estimaciones de biomasa y peso medio del cuerpo para ballenas barbadas, ballenas dentadas, delfines manchados, delfines mesopelágicos, atún aleta amarilla, atún patudo, y peces mesopelágicos. Se considera que las estimaciones de biomasa para estos grupos son fiables. Se usó la relación,

$$\log B = \log A - 0.16 \log W, \quad (2)$$

para estimar la biomasa (B), en toneladas por millón de km^2 , para los otros grupos del modelo a partir de estimaciones de su masa corporal media (W). Se compararon los valores de biomasa computados con la ecuación 2 y las estimaciones de biomasa consideradas fiables con aquellas requeridas para el balance de masas, computado por *Ecopath*. A fin de determinar si la variabilidad de las estimaciones determinada por *Ecopath* era razonable, se utilizaron estadísticas de error estándar publicadas en la literatura para las pendientes de los espectros de biomasa calculados para siete otros ambientes. Se supuso que el error estándar (SE) de la pendiente para el espectro de biomasa del OPO es igual a la pendiente supuesta ($-0,16$) para el OPO multiplicada por el coeficiente de variación (CV) medio para los siete ambientes. Se graficaron los límites para la relación del OPO como la pendiente supuesta ± 2 el SE supuesto. Hay pocas estimaciones de biomasa de productor en la literatura, y estas estimaciones son importantes para colocar la relación en el eje y. Para solamente unos pocos grupos (pez vela pequeño y grande, pez espada pequeño y grande, marlín pequeño, y aves forrajeras) estimó *Ecopath* biomasa que yacían afuera (debajo de) los límites de las estimaciones del espectro de tamaño de organismo. No se hicieron ajustes en el modelo de las estimaciones de la biomasa, basadas en la relación organismo-tamaño-espectro, debido a incertidumbre en las estimaciones independientes de biomasa de fitoplancton y bacterias para el OPO.

3.3. Impulsos ambientales

Miembros del grupo de trabajo patrocinado por el NCEAS antes mencionado intentaron incorporar impulsos ambientales en el modelo de ecosistema del OPO. Les interesaba saber cómo un ecosistema marino con una estructura trófica compleja responde a impulsos físicos a escala de eventos de El Niño y La Niña (El Niño-Oscilación del Sur, ENOS). Se ha caracterizado el ENOS como la variación climática interanual natural más fuerte en el planeta. El modelado brindó información sobre la escala relativa entre reacciones del ecosistema a pesquerías (arriba-abajo) y transferencias de abajo-arriba de los productores a niveles tróficos más altos.

Varios estudios han documentado un vínculo estrecho entre producción primaria y eventos de ENOS en el OPO. El modelo del OPO puede por lo tanto ser impulsado por variaciones en la biomasa de fitoplancton calculada a partir de relaciones observadas con anomalías de la temperatura superficial del mar (TSM) (desviaciones medias mensuales de las TSM del promedio mensual a largo plazo) para el Pacífico ecuatorial, 5°N a 5°S y desde Galápagos (90°O) al Pacífico central (150°O). La variabilidad interanual de las TSM está estrechamente relacionada con la variabilidad de la temperatura subsuperficial, la profundidad de la termoclina, y los vientos de superficie en el Pacífico tropical. Esta variabilidad física causa variaciones interanuales en la productividad primaria al modificar la disponibilidad de nutrientes debida a afloramiento y mezcla impulsados por el viento. Para el área del modelo del OPO, se estimó la relación entre

biomasa relativa de fitoplancton ($P=1$ bajo condiciones normales) y anomalías de la TSM a partir de tres conjuntos de datos de pigmento de fitoplancton tomados en barcos y por satélite y abarcando tres eventos recientes de agua cálida (El Niño) y fría (La Niña). Cambios interanuales en P versus anomalías de TSM corresponden a $-0,047 \log P/^\circ\text{C}$. Se usó esta relación como índice para ajustar P en *Ecosim*.

Los ensayos de *Ecosim* del modelo del OPO incorporando impulsos físicos demuestran claramente que se pueden detectar cambios en la presión de pesca por la pesquería cerquera por encima de las variaciones interanuales causadas por ENOS. Sin embargo, el modelo demuestra también que es posible que los efectos de medidas de administración sobre el ecosistema tarden varios años en manifestarse, según el grado de cambio introducido. Uno de los motivos por desarrollar *Ecosim* fue para poder predecir aproximadamente cuánto tardarían varias especies o grupos en mostrar reacciones cuantificables a cambios.

3.4. Comparación del modelo con evaluaciones de la CIAT del stock de aleta amarilla

Se realizó un análisis que demuestra que el modelo del ecosistema del OPO produce resultados para el atún aleta amarilla que concuerdan aproximadamente con evaluaciones previas de la CIAT de este stock. Esto sirve para validar el modelo.

Se incorporaron en una simulación datos históricos de esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo de aleta amarilla, anomalías de TSM, y efectos hipotéticos de temperatura sobre la producción de huevos y larvas de aleta amarilla para ver si el modelo de ecosistema podía reproducir las tendencias históricas en la biomasa observadas en el OPO. Se estandarizó al esfuerzo de 1993 el esfuerzo de pesca para 1961-1997, en días de pesca para tres tipos de lance cerquero y para barcos de carnada y en número de anzuelos para artes palangreras. Se usó la relación de impulso físico P-TSM (*supra*) para esos mismos años. Se usó el inverso de la tendencia de impulso ambiental para simular un aumento del reclutamiento de aleta amarilla durante períodos cálidos, conforme a lo indicado por investigaciones anteriores de la CIAT. Las simulaciones fueron bien similares al patrón de captura/esfuerzo de Clase 6 ilustrado en la Figura 31 del Informe Anual de la CIAT de 1997.

3.5. Análisis de sensibilidad

Se consideró la sensibilidad del modelo del OPO en dos niveles, el balance de masas de *Ecopath* y el modelo dinámico de *Ecosim*. Se variaron entre -50% y $+50\%$ los parámetros básicos de entrada, biomasa, razón producción/biomasa (P/B), razón consumo/biomasa (Q/B), y eficacia ecotrófica (EE). Se calculó el efecto de los cambios de cada parámetro de entrada sobre todos los parámetros para cada grupo para el cual se resolvió para lograr balance de masas¹. Se descubrió que cambiar los parámetros de dos grupos, cefalópodos y *Auxis* spp., ejercía una influencia mucho mayor sobre el sistema que cambiar los de otros grupos. Ya que las sensibilidades fueron altas para esos dos grupos, se concentró en los mismos la segunda parte del análisis de sensibilidad.

Se abordó la sensibilidad de las trayectorias de *Ecosim* a cambios en los parámetros básicos para cefalópodos y *Auxis* spp. Se cambiaron P/B , Q/B , y EE para esos dos grupos en un 20%, 30%, y 50%, y se evaluó el ajuste del modelo a los datos de captura de atún aleta amarilla por día de pesca (Figura 31 del Informe Anual de la CIAT de 1997). El análisis de sensibilidad (Tabla 1) demostró que reducciones en la suma de cuadrados (SS) de los ajustes, indicando una mejora con respecto a los valores iniciales, ocurrieron en solamente unos pocos casos, las mejoras en las SS fueron leves, y en la mayoría de los casos los ajustes fueron peores. Para los cefalópodos, cinco de las 14 determinaciones mostraron cambios negativos en las SS con respecto al ajuste con los valores iniciales, pero el cambio máximo fue solamente -3.3% . Cambios positivos en los valores de las SS, indicando un ajuste peor, alcanzaron hasta un 69,7%. Para *Auxis* spp., ninguna de las variaciones de los parámetros produjo un ajuste mejor a los datos de captura/esfuerzo para aleta amarilla (Tabla 1).

4. Aplicaciones del modelo de ecosistema del OPO

Los creadores de *Ecosim* identificaron los siguientes usos potenciales para el modelo, entre otros:

- Probar hipótesis sobre funciones del ecosistema
- Evaluar estrategias propuestas de administración de ecosistemas
- Probar la consistencia de hipótesis sobre el impacto de cambios de régimen a largo plazo

En términos de administración de capturas incidentales, el objetivo del personal de la CIAT fue desarrollar una herramienta de evaluación para el OPO que ayudara a evaluar los efectos ecológicos probables de distintas políticas de administración. El modelo es capaz de tratar los tipos de opciones siguientes:

- Reducir o aumentar el esfuerzo de pesca por buques cerqueros sobre delfines, sobre objetos flotantes, y sobre atunes no asociados, por barcos de carnada, y por buques palangreros. Se pueden modelar simulaciones de cambios en el esfuerzo sobre cualquier “arte” independientemente o en combinación. Se podría usar esto al considerar límites globales sobre el número de lances de un tipo particular o límites sobre el número de dispositivos para agregar peces (plantados) que se puede usar.
- Reducir o aumentar el esfuerzo de pesca sobre especies o grupos, individualmente o en conjunto. Se podría usar esto para evaluar las reacciones en la red alimenticia a vedas estacionales dirigidas hacia especies, a límites de captura para especies o grupos de especies particulares, al uso de rejillas clasificadoras en redes de cerco, y a restricciones sobre características de plantados (si ciertas características están correlacionadas con la atracción de ciertas especies de interés particular).
- Prohibir ciertos tipos de lance durante ciertos meses del año. Un ejemplo es la moratoria sobre lances sobre objetos flotantes a fines de 1999.

Se puede ilustrar la ventaja de la capacidad del modelo de simular cambios en el esfuerzo de pesca para un tipo de lance en lugar de una especie (es decir, la diferencia entre los dos primeros puntos anteriores) con el ejemplo siguiente. El modelo indica que los efectos relativos sobre la red alimenticia de reducir lances sobre delfines y reducir más la mortalidad de delfines en la pesquería son diferentes. Los efectos ecológicos de una reducción mayor de la mortalidad son mínimos porque, según la parametrización del modelo, las poblaciones de delfines no aumentan con suficiente rapidez como para ejercer un efecto de arriba-abajo sobre la red alimenticia. Reducir el número de lances sobre delfines ejerce un efecto mayor sobre el ecosistema porque esto afecta peces con tasas de cambio mayores que la de delfines. Además, el modelo del OPO podría ser útil para evaluar los efectos de establecer o incrementar otros tipos de pesquerías (calamar, por ejemplo) sobre la producción de atún o sobre el ecosistema.

5. Conclusiones generales del modelado

El modelo del ecosistema del OPO indicó los patrones siguientes, entre otros:

- Cambios sustanciales en el esfuerzo de pesca en los tres tipos de lance cerquero afectan la biomasa relativa de distintos componentes de la red alimenticia de distintas formas.
- Cambios sustanciales en el esfuerzo de pesca palangrero ejercen un efecto mayor sobre la red alimenticia que otros tipos de arte y de lance.
- Cambios sustanciales en el esfuerzo de pesca sobre objetos flotantes afectan el atún patudo.
- Tiburones, marlines, y pez espada son sensibles a cambios sustanciales en la pesca.
- Los efectos sobre el ecosistema de medidas de administración pueden no ser aparentes hasta varios años después de ser puestas en vigor, según el grado de cambio introducido, debido a variabilidad ambiental.

TABLE 1. Results of the sensitivity analysis for the EPO *Ecosim* simulations, including the effect of 20%, 30%, and 50% changes of the P/B, Q/B, and EE parameters for cephalopods and *Auxis* spp. on the sum of squares (SS) of the model's fit to catch per day's fishing data for yellowfin tuna.

TABLA 1. Resultados del análisis de sensibilidad para las simulaciones del OPO de *Ecosim*, inclusive el efecto de cambios de 20%, 30%, y 50% en los parámetros P/B, Q/B, y EE para cefalópodos y *Auxis* spp. sobre la suma de cuadrados (SS) del ajuste del modelo a los datos de captura por día de pesca para atún aleta amarilla.

Parameter	Multiplier	Initial value	Modified value	SS	% change in SS
Parámetro	Multiplicador	Valor inicial	Valor modificado	SS	Cambio en SS (%)
Cephalopods - Cefalópodos					
P/B	+0.2	2.0	2.4	2.2357	-0.22
P/B	-0.2	2.0	1.6	2.4269	8.32
P/B	+0.3	2.0	2.6	2.2392	-0.06
P/B	-0.3	2.0	1.4	3.8030	69.74
P/B	+0.5	2.0	3.0	2.2503	0.44
P/B	-0.5	2.0	1.0	-- ¹	
Q/B	+0.2	7.0	8.4	2.2136	-1.20
Q/B	-0.2	7.0	5.6	2.2614	0.93
Q/B	+0.3	7.0	9.1	2.1667	-3.230
Q/B	-0.3	7.0	4.9	2.2713	1.38
Q/B	+0.5	7.0	10.5	3.2558	45.31
Q/B	-0.5	7.0	3.5	2.2900	2.21
EE	+0.2	0.85	1.02	2.2563	0.70
EE	-0.2	0.85	0.68	2.1809	-2.66
EE	-0.3	0.85	0.595	2.5578	14.16
EE	-0.5	0.85	0.425	-- ¹	
<i>Auxis</i> spp.					
P/B	+0.2	2.5	3.0	2.3053	2.89
P/B	-0.2	2.5	2.0	2.3467	4.74
P/B	+0.3	2.5	3.25	2.3586	5.27
P/B	-0.3	2.5	1.75	2.7691	23.59
P/B	+0.5	2.5	3.8	2.4959	11.40
P/B	-0.5	2.5	1.3	-- ¹	
Q/B	+0.2	25.0	30	2.3224	3.65
Q/B	-0.2	25.0	20	2.3234	3.70
Q/B	+0.3	25.0	32.5	2.4556	9.60
Q/B	-0.3	25.0	17.5	2.4272	8.33
Q/B	+0.5	25.0	37.5	3.3352	48.86
Q/B	-0.5	25.0	12.5	2.7900	24.53
EE	+0.2	0.95	1.14	2.2453	0.21
EE	-0.2	0.95	0.76	2.3444	4.64
EE	-0.3	0.95	0.67	2.6630	18.85
EE	-0.5	0.95	0.48	-- ¹	

¹ The model could not balance with this modified parameter value -- El modelo no podía balancear con este valor modificado del parámetro.

Anexo 3.

RESUMEN DE SIMULACIONES

Se presentó una serie de simulaciones del modelo de *Ecopath/Ecosim* para el Océano Pacífico oriental (OPO) para ilustrar los resultados del subgrupo sobre Estudios y Modelado Ecológicos del Grupo de Trabajo sobre Capturas Incidentales de la CIAT. Las simulaciones abarcaron, entre otros, cambios en el esfuerzo de pesca de palangreros, lances sobre delfines por buques cerqueros, lances sobre objetos flotantes por buques cerqueros, y lances sobre atunes no asociados por buques cerqueros en el OPO. No se presentaron simulaciones con barcos de carnada porque doblar la tasa de explotación para ese tipo de barco no ejerció ningún efecto sobre la red alimenticia en el modelo. Se presentaron los siguientes escenarios modelados: 1) añadir impulsos ambientales caracterizados por temperatura superficial del mar (SST) a la base de la red alimenticia; 2) una comparación con datos de captura de aleta amarilla por día de pesca; 3) aumentos en tasas de pesca para cada método de pesca, 4) disminuciones en las tasas de pesca para ciertos métodos de pesca, 5) una prohibición de lances sobre objetos flotantes durante el cuarto trimestre de cada año; 6) una veda del Área de Regulación de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA) durante el cuarto trimestre de cada año; 7) uso de una reja clasificadora rígida en lances cerqueros; y 8) incluir esfuerzo de pesca no considerado de pesquerías artesanales. Se resumen aquí los resultados de un subconjunto de las simulaciones.

En la Tabla 1 y la Figura 1 se presentan las biomásas relativas predichas por el modelo para los varios componentes del sistema bajo varios escenarios. En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan las imágenes en pantalla de *Ecosim* correspondientes a estos ensayos. Para los dos primeros escenarios, se aumentaron las tasas de explotación para lances cerqueros sobre (a) objetos flotantes y (b) delfines en un 100% en el año 10 en simulaciones de 50 años. Para la simulación con aumento de lances sobre objetos flotantes, los grupos con los mayores incrementos porcentuales son Tortugas Marinas, Pez Vela Grande y Pequeño, Piscívoros Misceláneos, y Pez Espada Grande y Pequeño; los grupos con las mayores disminuciones porcentuales son Tiburones Grandes y Pequeños y Patudo Grande y Pequeño. Para la simulación con aumento de lances sobre delfines, los grupos con los mayores incrementos porcentuales son Tortugas Marinas, Aleta Azul, y Pez Vela Grande y Pequeño; los grupos con las mayores disminuciones porcentuales son Aleta Amarilla Grande y Pequeño, Tiburones Grandes y Pequeños, Rayas, y Marlines Grandes y Pequeños.

Para los dos escenarios siguientes, se redujeron las tasas de explotación para lances cerqueros sobre (a) objetos flotantes y (b) delfines en un 100% en el año 10 en simulaciones de 50 años. Para la simulación con reducción de lances sobre objetos flotantes, los grupos con los mayores incrementos porcentuales son Tiburones Grandes y Pequeños, Patudo Grande y Pequeño, Pez Vela Grande y Pequeño y Pez Espada Grande y Pequeño; los grupos con las mayores disminuciones porcentuales son Tortugas Marinas, Pez Vela Grande y Pequeño y Pez Espada Grande y Pequeño. Para la simulación con reducción de lances sobre delfines, los grupos con los mayores incrementos porcentuales son Aleta Amarilla Grande y Pequeño, Tiburones Grandes y Pequeños, y Rayas; los grupos con las mayores disminuciones porcentuales son Aleta Azul, Tortugas Marinas, y Pez Vela Grande y Pequeño.

Por último, se simuló en el modelo un escenario en el cual se vedaba la pesca en el ARCAA durante el cuarto trimestre de cada año. Se supuso que esto resultaría en una reducción de 50% en la tasa de explotación de lances sobre atunes no asociados, y un aumento de 25% en las tasas de explotación de lances sobre objetos flotantes y sobre delfines también. Para simulaciones de 50 años, los cambios en biomasa relativa de los componentes del sistema son leves. Se observaron aumentos de un 5% para Tiburones Grandes y Pequeños y Rayas. El único grupo que disminuyó un 5% o más fue Tortugas Marinas.

TABLA 1. Resultados de las simulaciones de Ecosim para 5 escenarios de pesca. Los valores son cambios relativos en la biomasa ($B_{\text{end}}/B_{\text{initial}}$) para los distintos componentes del modelo del OPO.

Componente del modelo	Tasa de explotación doble, año 10, sobre:		Sin pesca, año 10, sobre:		Veda del ARCAA
	Objetos flotantes	Delfines	Objetos flotantes	Delfines	
Aves de Caza	1.12	1.05	0.91	0.98	0.99
Aves Forrajeras	1.10	1.06	0.92	0.96	0.99
Ballenas Barbadas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Ballenas Dentadas	1.01	1.00	0.99	1.00	1.00
Delfín Manchado	1.04	1.02	0.96	0.99	0.99
Delfines Meso.	1.04	1.04	0.98	0.99	1.00
Tortugas Marinas	1.45	1.33	0.69	0.82	0.95
Aleta Amarilla Grande	0.97	0.54	1.03	1.34	1.03
Patudo Grande	0.79	1.01	1.16	0.99	1.00
Marlines Grandes	1.01	0.88	1.01	1.09	1.01
Pez Vela Grande	1.17	1.14	0.86	0.90	0.99
Pez Espada Grande	1.13	1.04	0.88	0.97	0.99
Dorado Grande	0.97	1.02	1.03	0.99	1.00
Peto Grande	0.99	0.96	1.01	1.03	1.00
Tiburones Grandes	0.54	0.64	1.41	1.26	1.06
Rayas	0.99	0.89	1.01	1.10	1.07
Barrilete	0.91	1.01	1.09	1.00	1.01
Auxis	1.02	1.09	0.98	0.93	0.99
Aleta Azul	1.00	1.30	1.00	0.81	1.00
Aleta Amarilla Peq.	0.97	0.56	1.03	1.25	1.02
Patudo Peq.	0.79	1.01	1.15	0.99	1.00
Marlines Peq.	1.03	0.91	0.99	1.06	1.00
Pez Vela Peq.	1.16	1.14	0.85	0.89	0.99
Pez Espada Peq.	1.13	1.04	0.88	0.97	0.99
Dorado Peq.	0.98	1.02	1.02	0.98	1.00
Peto Peq.	1.01	0.97	1.00	1.02	1.00
Tiburones Peq.	0.55	0.62	1.34	1.27	1.05
Pisc. Misc.	1.14	1.06	0.89	0.96	0.99
Peces Voladores	0.97	0.97	1.02	1.02	1.00
Peces Epi. Misc.	1.00	0.98	1.00	1.02	1.00
Peces Meso. Misc.	1.00	1.01	1.00	0.99	1.00
Cefalópodos	1.02	1.00	0.99	1.00	1.00
Cangrejos	0.97	1.01	1.02	0.99	1.00

Anexo 4.

RECOMENDACION SOBRE MEDIDAS PARA REDUCIR LAS CAPTURAS INCIDENTALES EN LA PESQUERIA ATUNERA CON RED DE CERCO DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

El Grupo de Trabajo sobre Capturas Incidentales, reunido en La Jolla, California, del 4 al 6 de abril de 2000, acuerda recomendar que la Comisión adopte, en su reunión en junio de 2000, medidas para reducir las capturas incidentales de atunes juveniles y especies no objetivo en la pesquería atunera con red de cerco en el Océano Pacífico Oriental. En particular, el Grupo de Trabajo recomienda:

1. Que la Comisión instrumente un programa piloto de un año de duración que requiera que todo buque cerquero retenga a bordo y descargue todo atún patudo, barrilete, y aleta amarilla capturado, a fin de desincentivar la captura de estos peces pequeños. La única excepción será el lance final de un viaje de pesca, cuando no haya suficiente espacio disponible en bodega para cargar todo el atún capturado en dicho lance. Se evaluarán los resultados de este programa al fin de este período. La Comisión debería desarrollar términos de referencia apropiados para la instrumentación y evaluación de dicho programa.
2. Que se requiera de los pescadores en buques cerqueros liberar, lo antes posible e ilesos, al grado factible, toda tortuga marina, tiburón, picudo, raya, dorado y otras especies no objetivo. En este respecto, se insta a los pescadores a elaborar y utilizar técnicas y aparejos para facilitar la liberación rápida y segura de cualquier animal de este tipo.

Las siguientes medidas adicionales se deberán aplicar en el caso de las tortugas marinas:

- Siempre que se observe una tortuga marina en el cerco, se deberá situar una lancha cerca del punto donde la red sale del agua.
 - Si hay una tortuga enmallada, se deberá cesar de subir la red en cuanto la tortuga salga del agua, y no se deberá reanudar hasta que se haya desenmallado y liberado la tortuga.
 - Si una tortuga es subida a bordo del buque, deberá, en caso necesario, ser resucitada antes de ser devuelta al agua.
3. Que la Comisión encargue al Director desarrollar un programa de investigación para profundizar la evaluación del uso de rejas clasificadoras como método para liberar atunes juveniles de las redes de cerco, y facilitar otras investigaciones para evitar la captura incidental, inclusive innovaciones tecnológicas como instrumentos acústicos, así como formas de aplicar las disposiciones de la Sección 2 *supra*. El Grupo de Trabajo recomienda que la Comisión considere un programa de trabajo y presupuesto para este programa en su reunión en junio de 2000. Se debería también alentar a la industria a participar en este programa de investigación y continuar sus esfuerzos por reducir las capturas incidentales de todas especies al nivel más bajo posible.
 4. Que la Comisión encargue al Director continuar la evaluación de la eficacia de otras medidas para reducir las capturas incidentales, tales como: (a) vedas espacio-temporales en el Océano Pacífico Oriental; (b) límites sobre el esfuerzo de pesca, tales como un límite sobre el número de lances sobre objetos flotantes y atunes no asociados; y (c) límites sobre la captura de atunes juveniles. El Director informará a la Comisión de los resultados de esta evaluación, inclusive el análisis de formas prácticas de aplicar estas medidas, por ejemplo, cuotas tales como aquéllas usadas para reducir la mortalidad de delfines, antes del fin del 2000.
 5. Que la Comisión establezca, antes del fin del 2000, un programa para obtener datos sobre capturas incidentales de buques cerqueros no abarcados por el programa actual de observadores y por buques palangreros y otros buques atuneros, incluyendo un programa de observadores para este propósito.
 6. Que la Comisión considere el desarrollo y aplicación de medidas adicionales, según proceda, basadas en una evaluación de las investigaciones realizadas conforme a los Secciones 3 a 5 *supra*.