

# **INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**Fishery Status Report-Informe de la Situación de la Pesquería  
No. 7**

**TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2008  
LOS ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2008**

La Jolla, California  
2010



**COVER PHOTOGRAPH BY WAYNE PERRYMAN**  
**FOTOGRAFÍA EN LA PORTADA POR WAYNE PERRYMAN**

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION  
COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

Fishery Status Report—Informe de la Situación de la Pesquería  
No. 7

**TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2008  
LOS ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2008**

La Jolla, California  
2010



## FISHERY STATUS REPORT 7

### TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2008

|  |     |
|--|-----|
| A. The fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean ..... | 7   |
| B. Yellowfin tuna .....  | 63  |
| C. Skipjack tuna .....   | 77  |
| D. Bigeye tuna .....   | 81  |
| E. Pacific bluefin tuna .....  | 95  |
| F. Albacore tuna .....   | 98  |
| G. Swordfish .....   | 103 |
| H. Blue marlin .....   | 106 |
| I. Striped marlin .....  | 109 |
| J. Ecosystem considerations .....  | 112 |

#### INTRODUCTION

This report provides a summary of the fishery for tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO), assessments of the major stocks of tunas and billfishes that are exploited in the fishery, and an evaluation of the pelagic ecosystem in the EPO, in 2008.

The report is based on data available to the IATTC staff in April 2009. The section on bluefin (E) and the three sections on billfishes (G, H, I) are essentially the same as the corresponding sections of IATTC [Fishery Status Report 6](#), published in 2008, except for updates of the figures.

All weights of catches and discards are in metric tons (t). In the tables, 0 means no effort or catch <0.5 t; - means no data collected; \* means data missing or not available. The following acronyms are used:

#### Species:

|     |   |
|-----|---|
| ALB | Albacore tuna ( <i>Thunnus alalunga</i> )                 |
| BET | Bigeye tuna ( <i>Thunnus obesus</i> )                     |
| BIL | Unidentified istiophorid billfishes                       |
| BKJ | Black skipjack ( <i>Euthynnus lineatus</i> )              |
| BLM | Black marlin ( <i>Makaira indica</i> )                    |
| BUM | Blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> )                  |
| BZX | Bonito ( <i>Sarda</i> spp.)                               |
| CAR | Chondrichthyes, cartilaginous fishes nei <sup>1</sup>     |
| CGX | Carangids (Carangidae)                                    |
| DOX | Dorado ( <i>Coryphaena</i> spp.)                          |
| MLS | Striped marlin ( <i>Tetrapturus audax</i> )               |
| MZZ | Osteichthyes, marine fishes nei                           |
| PBF | Pacific bluefin tuna ( <i>Thunnus orientalis</i> )        |
| SFA | Indo-Pacific sailfish ( <i>Istiophorus platypterus</i> )  |
| SKJ | Skipjack tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> )               |
| SKX | Unidentified elasmobranchs                                |
| SSP | Shortbill spearfish ( <i>Tetrapturus angustirostris</i> ) |
| SWO | Swordfish ( <i>Xiphias gladius</i> )                      |
| TUN | Unidentified tunas  |
| YFT | Yellowfin tuna ( <i>Thunnus albacares</i> )               |

#### Fishing gears:

|     |                    |
|-----|--------------------|
| FPN | Trap               |
| GN  | Gillnet            |
| HAR | Harpoon            |
| LL  | Longline           |
| LP  | Pole and line      |
| LTL | Troll              |
| LX  | Hook and line      |
| OTR | Other <sup>2</sup> |
| NK  | Unknown            |
| PS  | Purse seine        |
| RG  | Recreational       |
| TX  | Trawl              |

#### Set types:

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| DEL | Dolphin                      |
| NOA | Unassociated school          |
| OBJ | Floating object              |
|     | FLT: Flotsam                 |
|     | FAD: Fish-aggregating device |

<sup>1</sup> not elsewhere included

<sup>2</sup> Used to group known gear types

---

|                          |                                  |
|--------------------------|----------------------------------|
| <b>Stock assessment:</b> |                                  |
| MSY                      | Maximum sustainable yield        |
| B                        | Biomass                          |
| C                        | Catch                            |
| CPUE                     | Catch per unit of effort         |
| <i>F</i>                 | Coefficient of fishing mortality |
| <i>S</i>                 | Index of spawning biomass        |
| SBR                      | Spawning biomass ratio           |
| SSB                      | Spawning stock biomass           |

---

|                     |                                   |
|---------------------|-----------------------------------|
| <b>Ocean areas:</b> |                                   |
| EPO                 | Eastern Pacific Ocean             |
| WCPO                | Western and Central Pacific Ocean |

---

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Flags:</b>                 |  |
| <b>IATTC CPCs<sup>3</sup></b> |  |

---

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| BLZ | Belize                   |
| CAN | Canada                   |
| CHN | China                    |
| COK | Cook Islands             |
| COL | Colombia                 |
| CRI | Costa Rica               |
| ECU | Ecuador                  |
| ESP | Spain                    |
| GTM | Guatemala                |
| HND | Honduras                 |
| JPN | Japan                    |
| KOR | Republic of Korea        |
| MEX | Mexico                   |
| NIC | Nicaragua                |
| PAN | Panama                   |
| PER | Peru                     |
| PYF | French Polynesia         |
| SLV | El Salvador              |
| TWN | Chinese Taipei           |
| USA | United States of America |
| VEN | Venezuela                |
| VUT | Vanuatu                  |

---

|                    |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| <b>Other flags</b> |                                |
| BMU                | Bermuda                        |
| BOL                | Bolivia                        |
| CHL                | Chile                          |
| COG                | Congo                          |
| CYM                | Cayman Islands                 |
| CYP                | Cyprus                         |
| FSM                | Federated States of Micronesia |
| LBR                | Liberia                        |
| NLD                | Netherlands                    |
| NZL                | New Zealand                    |
| PRT                | Portugal                       |
| RUS                | Russia                         |

---

|     |                                |
|-----|--------------------------------|
| SEN | Senegal                        |
| VCT | St. Vincent and the Grenadines |
| UNK | Unknown                        |

---

<sup>3</sup> IATTC Parties, Cooperating non-Parties, and Cooperating Fishing Entities

## INFORME DE LA SITUACIÓN DE LA PESQUERÍA 7

### LOS ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2008

|  |     |
|--|-----|
| A. La pesquería de atunes y peces picudos en el Océano Pacífico oriental ..... | 54  |
| B. Atún aleta amarilla .....   | 75  |
| C. Atún barrilete .....  | 80  |
| D. Atún patudo .....   | 92  |
| E. Atún aleta azul del Pacífico .....  | 97  |
| F. Atún albacora .....   | 101 |
| G. Pez espada .....  | 105 |
| H. Marlín azul .....   | 108 |
| I. Marlín rayado .....   | 111 |
| J. Consideraciones ecosistémicas .....   | 129 |

### INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene un resumen de la pesquería de atunes en el Océano Pacífico oriental (OPO), evaluaciones de las poblaciones principales de atunes y peces picudos que son explotadas en la pesquería, y una evaluación del ecosistema pelágico en el OPO, en 2007.

El informe se basa en datos disponibles al personal de la CIAT en marzo de 2008. Las secciones sobre los atunes aleta azul (E), y las tres secciones sobre peces picudos (G, H, I), son esencialmente iguales a las secciones correspondientes del Informe de la Situación de la Pesquería 5, publicado en 2007, salvo actualizaciones de las figuras.

Se expresa el peso de capturas y descartes en toneladas métricas (t). En las tablas, 0 en una casilla significa ningún esfuerzo o una captura de menos de 0,5 t; - significa que no se tomaron datos, y \* significa datos faltantes o no disponibles. Se usan las abreviaturas siguientes:

#### Especies:

|     |   |
|-----|---|
| ALB | Atún albacora ( <i>Thunnus alalunga</i> )                     |
| BET | Atún patudo ( <i>Thunnus obesus</i> )                         |
| BIL | Peces picudos istiofóridos no identificados                   |
| BKJ | Atún barrilete negro ( <i>Euthynnus lineatus</i> )            |
| BLM | Marlín negro ( <i>Makaira indica</i> )                        |
| BUM | Marlín azul ( <i>Makaira nigricans</i> )                      |
| BZX | Bonito ( <i>Sarda</i> spp.)                                   |
| CAR | Chondrichthyes, peces cartilagosos nep <sup>4</sup>           |
| CGX | Carángidos (Carangidae)                                       |
| DOX | Dorados ( <i>Coryphaena</i> spp.)                             |
| MLS | Marlín rayado ( <i>Tetrapturus audax</i> )                    |
| MZZ | Osteichthyes, peces marinos nep                               |
| PBF | Atún aleta azul del Pacífico ( <i>Thunnus orientalis</i> )    |
| SFA | Pez vela del Indo-Pacífico ( <i>Istiophorus platypterus</i> ) |
| SKJ | Atún barrilete ( <i>Katsuwonus pelamis</i> )                  |
| SKX | Elasmobranchios no identificados                              |
| SSP | Marlín trompa corta ( <i>Tetrapturus angustirostris</i> )     |
| SWO | Pez espada ( <i>Xiphias gladius</i> )                         |
| TUN | Atunes no identificados                                       |
| YFT | Atún aleta amarilla ( <i>Thunnus albacares</i> )              |

#### Artes de pesca:

|     |                    |
|-----|--------------------|
| FPN | Almadraba          |
| GN  | Red de transmalle  |
| HAR | Arpón              |
| LL  | Palangre           |
| LP  | Caña               |
| LTL | Curricán           |
| LX  | Sedal y anzuelo    |
| OTR | Otras <sup>5</sup> |
| NK  | Desconocido        |
| PS  | Red de cerco       |
| RG  | Deportivo          |
| TX  | Red de arrastre    |

#### Tipos de lance:

|     |                    |
|-----|--------------------|
| DEL | Delfín             |
| NOA | Peces no asociados |
| OBJ | Objeto flotante    |
|     | FLT: Natural       |
|     | FAD: Plantado      |

<sup>4</sup> no especificado en otra partida

<sup>5</sup> Usado para agrupar artes conocidas

| <b>Evaluación de poblaciones:</b> |                                      | VCT | St. Vicente y Granadinas |
|-----------------------------------|--------------------------------------|-----|--------------------------|
| MSY                               | Rendimiento máximo sostenible        | UNK | Desconocido              |
| B                                 | Biomasa                              |     |                          |
| C                                 | Captura                              |     |                          |
| CPUE                              | Captura por unidad de esfuerzo       |     |                          |
| <i>F</i>                          | Coefficiente de mortalidad por pesca |     |                          |
| <i>S</i>                          | Índice de biomasa reproductora       |     |                          |
| SBR                               | Cociente de la biomasa reproductora  |     |                          |
| SSB                               | Biomasa de la población reproductora |     |                          |
| <b>Áreas oceánicas</b>            |                                      |     |                          |
| EPO                               | Océano Pacífico oriental             |     |                          |
| WCPO                              | Océano Pacífico occidental y central |     |                          |
| <b>Banderas:</b>                  |                                      |     |                          |
| <b>CPC de la CIAT<sup>6</sup></b> |                                      |     |                          |
| BLZ                               | Belice                               |     |                          |
| CAN                               | Canadá                               |     |                          |
| CHN                               | China                                |     |                          |
| COK                               | Islas Cook                           |     |                          |
| COL                               | Colombia                             |     |                          |
| CRI                               | Costa Rica                           |     |                          |
| ECU                               | Ecuador                              |     |                          |
| ESP                               | España                               |     |                          |
| GTM                               | Guatemala                            |     |                          |
| HND                               | Honduras                             |     |                          |
| JPN                               | Japón                                |     |                          |
| KOR                               | República de Corea                   |     |                          |
| MEX                               | México                               |     |                          |
| NIC                               | Nicaragua                            |     |                          |
| PAN                               | Panamá                               |     |                          |
| PER                               | Perú                                 |     |                          |
| PYF                               | Polinesia Francesa                   |     |                          |
| SLV                               | El Salvador                          |     |                          |
| TWN                               | Taipei Chino                         |     |                          |
| USA                               | Estados Unidos de América            |     |                          |
| VEN                               | Venezuela                            |     |                          |
| VUT                               | Vanuatu                              |     |                          |
| <b>Otras banderas</b>             |                                      |     |                          |
| BMU                               | Bermuda                              |     |                          |
| BOL                               | Bolivia                              |     |                          |
| CHL                               | Chile                                |     |                          |
| COG                               | Congo                                |     |                          |
| CYM                               | Islas Caimón                         |     |                          |
| CYP                               | Chipre                               |     |                          |
| FSM                               | Estados Federados de Micronesia      |     |                          |
| LBR                               | Liberia                              |     |                          |
| NLD                               | Países Bajos                         |     |                          |
| NZL                               | Nueva Zelanda                        |     |                          |
| PRT                               | Portugal                             |     |                          |
| RUS                               | Rusia                                |     |                          |
| SEN                               | Senegal                              |     |                          |

<sup>6</sup> Partes de la CIAT, no Partes Cooperantes, y Entidades Pesqueras Cooperantes



## A. THE FISHERY FOR TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Catches and landings of tunas, billfishes, and associated species .....      | 7  |
| 1.1. | Catches by species .....   | 8  |
| 1.2. | Distributions of the catches of tunas .....                                  | 10 |
| 1.3. | Size compositions of the catches of tunas .....                              | 10 |
| 1.4. | Catches of tunas and bonitos, by flag and gear .....                         | 12 |
| 1.5. | Landings of tunas and bonitos by purse-seine and pole-and-line vessels ..... | 12 |
| 2.   | Fishing effort.....  | 13 |
| 2.1. | Purse seine.....   | 13 |
| 2.2. | Longline .....   | 13 |
| 3.   | The fleets .....   | 13 |
| 3.1. | The purse-seine and pole-and-line fleets.....                                | 13 |
| 3.2. | Other fleets of the EPO.....   | 14 |

This section summarizes the fisheries for species covered by the IATTC Convention (tunas and other fishes caught by tuna-fishing vessels) in the eastern Pacific Ocean (EPO). The most important of these are the scombrids (Family Scombridae), which include tunas, bonitos, seerfishes, and mackerels. The principal species of tunas caught are yellowfin, skipjack, bigeye, and albacore, with lesser catches of Pacific bluefin, black skipjack, and frigate and bullet tunas; other scombrids, such as bonitos and wahoo, are also caught.

This report also covers other species caught by tuna-fishing vessels in the EPO: billfishes (swordfish, marlins, shortbill spearfish, and sailfish) carangids (yellowtail, rainbow runner, and jack mackerel), dorado, elasmobranchs (sharks, rays, and skates), and other fishes.

Most of the catches are made by the purse-seine and longline fleets; the pole-and-line fleet and various artisanal and recreational fisheries account for a small percentage of the total catches.

Detailed data are available for the purse-seine and pole-and-line fisheries; the data for the longline, artisanal, and recreational fisheries are incomplete.

The IATTC [Regional Vessel Register](#) contains details of vessels authorized to fish for tunas in the EPO. The IATTC has detailed records of most of the purse-seine and pole-and-line vessels that fish for yellowfin, skipjack, bigeye, and/or Pacific bluefin tuna in the EPO. The Register is incomplete for small vessels. It contains records for most large (overall length >24 m) longline vessels that fish in the EPO and in other areas.

The data in this report are derived from various sources, including vessel logbooks, observer data, unloading records provided by canners and other processors, export and import records, reports from governments and other entities, and estimates derived from the species and size composition sampling program.

### 1. CATCHES AND LANDINGS OF TUNAS, BILLFISHES, AND ASSOCIATED SPECIES

Estimating the total catch of a species of fish is difficult, for various reasons. Some fish are discarded at sea, and the data for some gear types are incomplete. Data for fish discarded at sea by purse-seine vessels with carrying capacities greater than 363 metric tons (t) have been collected by observers since 1993, which allows for better estimation of the total amounts of fish caught by the purse-seine fleet. Estimates of the total amount of the catch that is landed (hereafter referred to as the retained catch) are based principally on data from unloadings. Beginning with Fishery Status Report 3, which reports on the fishery in 2004, the unloading data for purse-seine and pole-and-line vessels have been adjusted, based on the species composition estimates for yellowfin, skipjack, and bigeye tunas. The current species composition sampling program, described in Section 1.3.1, began in 2000, so the catch data for 2000-2008 are adjusted, based on estimates obtained for each year, by flag. The catch data for the previous years were adjusted by applying the average ratio by species from the 2000-2004 estimates, by flag, and summing over all flags. This has tended to increase the estimated catches of bigeye and decrease those of yellowfin and/or skipjack. These adjustments are all preliminary, and may be improved in the future. All of the purse-seine and pole-and-line data for 2008 are preliminary.

Data on the retained catches of most of the larger longline vessels are obtained from the governments of the nations that fish for tunas in the EPO. Longline vessels, particularly the larger ones, direct their effort primarily at bigeye, yellowfin, albacore, or sword-

fish. Data from smaller longliners, artisanal vessels, and other vessels that fish for tunas, billfishes, dorado, and sharks in the EPO were gathered either directly from the governments, from logbooks, or from reports published by the governments. Data for the western and central Pacific Ocean (WCPO) were provided by the Ocean Fisheries Programme of the Secretariat of the Pacific Community (SPC). All data for catches in the EPO by longlines and other gears for 2007 and 2008 are preliminary.

The data from all of the above sources are compiled in a database by the IATTC staff and summarized in this report. In recent years, the IATTC staff has increased its effort toward compiling data on the catches of tunas, billfishes, and other species caught by other gear types, such as trollers, harpooners, gillnetters, and recreational vessels. The estimated total catches from all sources mentioned above of yellowfin, skipjack, and bigeye in the entire Pacific Ocean are shown in Table A-1, and are discussed further in the sections below.

Estimates of the annual retained and discarded catches of tunas and other species taken by tuna-fishing vessels in the EPO during 1979-2008 are shown in Table A-2. The catches of yellowfin, bigeye, and skipjack tunas, by gear and flag, during 1979-2008 are shown in Tables A-3a-e, and the purse-seine and pole-and-line catches of tunas and bonitos during 2007-2008 are summarized by flag in Tables A-4a and A-4b. There were no restrictions on fishing for tunas in the EPO during 1988-1997, but the catches of most species have been affected by restrictions on fishing during some or all of the last six months of 1998-2008. Furthermore, regulations placed on purse-seine vessels directing their effort at tunas associated with dolphins have affected the way these vessels operate, especially since the late 1980s, as discussed in Section 3.

The catches have also been affected by climate perturbations, such as the major El Niño events that occurred during 1982-1983 and 1997-1998. These events made the fish less vulnerable to capture by purse seiners due to the greater depth of the thermocline, but had no apparent effect on the longline catches. Yellowfin recruitment tends to be greater after an El Niño event. The effects of El Niño events and other environmental conditions on the fisheries of the EPO are discussed further in Section J.5,

## **1.1. Catches by species**

### **1.1.1. Yellowfin tuna**

The annual catches of yellowfin during 1979-2008 are shown in Table A-1. Overall, the catches in both the EPO and WCPO have increased during this period. In the EPO, the El Niño event of 1982-1983 led to a reduction in the catches in those years, whereas the catches in the WCPO were apparently not affected. Although the El Niño episode of 1997-1998 was greater in scope, it did not have the same effect on the yellowfin catches in the EPO. The catch of yellowfin in the EPO, in 2002, 444 thousand t, was the greatest on record, but in 2004, 2005, 2006 and 2007 it decreased substantially, and the catch during 2008, 188 thousand t, was greater than the catches in 2006 and 2007, but less than the catches during 1985-2005. In the WCPO, the catches of yellowfin reached 353 thousand t in 1990, peaked at 457 thousand t in 1998, and remained high through 2003; they fell to 370 thousand t in 2004, increased in 2005 to 436 thousand t, and in 2006 and 2007 to 437 and 433 thousand t, respectively.

The annual retained catches of yellowfin in the EPO by purse-seine and pole-and-line vessels during 1979-2008 are shown in Table A-2a. The average annual retained catch during 1993-2007 was 267 thousand t (range: 167 to 413 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch in 2008, 187 thousand t, was 9% greater than that of 2007, but 30% less than the average for 1993-2007. The average amount of yellowfin discarded at sea during 1993-2007 was about 2% of the total purse-seine catch (retained catch plus discards) of yellowfin (range: 1 to 3%) (Table A-2a).

The annual retained catches of yellowfin in the EPO by longliners during 1979-2008 are shown in Table A-2a. During 1993-2007 they remained relatively stable, averaging about 19 thousand t (range: 8 to 30 thousand t), or about 7% of the total retained catches of yellowfin. Yellowfin are also caught by recreational vessels, as incidental catch in gillnets, and by artisanal fisheries. Estimates of these catches are shown in Table A-2a, under "Other gears" (OTR); during 1993-2007 they averaged about 1 thousand t.

### **1.1.2. Skipjack tuna**

The annual catches of skipjack during 1979-2008 are shown in Table A-1. Most of the skipjack catch in the Pacific Ocean is taken in the WCPO. The greatest reported catch in the WCPO, about 1.7 million t, occurred in 2007, and the greatest total catch in the EPO, 311 thousand t, occurred in 2006.

The annual retained catches of skipjack in the EPO by purse-seine and pole-and-line vessels during 1979-2008 are shown in Table A-2a. During 1993-2007 the annual retained catch averaged 181 thousand t (range 73 to 298 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch in 2008, 296 thousand t, is 64% greater than the average for 1993-2007, and 1% less than the previous record-

high retained catch of 2006. The average amount of skipjack discarded at sea during 1993-2007 was about 11% of the total catch of skipjack (range: 3 to 20%) (Table A-2a).

Small amounts of skipjack are caught with longlines and other gears (Table A-2a).

### **1.1.3. Bigeye tuna**

The annual catches of bigeye during 1979-2008 are shown in Table A-1. Overall, the catches in both the EPO and WCPO have increased, but with considerable fluctuation. The catches in the EPO reached 105 thousand t in 1986, and have fluctuated between about 73 and 148 thousand t since then, with the greatest catch in 2000. In the WCPO the catches of bigeye increased to more than 77 thousand t during the late 1970s, decreased during the 1980s, and then increased, with lesser fluctuations, until 1999, when the catches reached more than 115 thousand t. Catches of bigeye in the WCPO increased significantly in 2004 to 146 thousand t. In 2005, 2006 and 2007 the catches of bigeye in the WCPO were 130, 134, and 138 thousand t, respectively.

Prior to 1994, the average annual retained catch of bigeye taken by purse-seine vessels in the EPO was about 8 thousand t (range 1 to 22 thousand t) (Table A-2a). Following the development of fish-aggregating devices (FADs), placed in the water by fishermen to aggregate tunas, the annual retained catches of bigeye increased from 35 thousand t in 1994 to between 44 and 95 thousand t during 1995-2007. A preliminary estimate of the retained catch in the EPO in 2008 is 76 thousand t. The average amount of bigeye discarded at sea during 1993-2007 was about 5% of the purse-seine catch of the species (range: 2 to 9%). Small amounts of bigeye have been caught in some years by pole-and-line vessels, as shown in Table A-2a.

During 1979-1993, prior to the increased use of FADs and the resulting greater catches of bigeye by purse-seine vessels, the longline catches of bigeye in the EPO ranged from 46 to 104 thousand t (average: 74 thousand t) about 89%, on average, of the retained catches of this species from the EPO. During 1994-2007 the annual retained catches of bigeye by the longline fisheries ranged from about 31 to 74 thousand t (average: 51 thousand t), an average of 45% of the total catch of bigeye in the EPO (Table A-2a). The preliminary estimate of the longline catch in the EPO in 2008 is 19 thousand t (Table A-2a).

Small amounts of bigeye are caught by other gears, as shown in Table A-2a.

### **1.1.4. Bluefin tuna**

The catches of Pacific bluefin in the entire Pacific Ocean, by flag and gear, are shown in Table A-5. The data, which were obtained from the International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean (ISC), are reported by fishing nation or entity, regardless of the area of the Pacific Ocean in which the fish were caught.

The catches of Pacific bluefin in the EPO during 1979-2008, by gear, are shown in Table A-2. During 1993-2007 the annual retained catch of bluefin from the EPO by purse-seine and pole-and-line vessels averaged 3,700 t (range 600 t to 10 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch of bluefin in 2008, 4,200 t, is 500 t greater than the average for 1993-2007. Small amounts of bluefin are discarded at sea by purse-seine vessels (Table A-2a).

### **1.1.5. Albacore tuna**

The catches of albacore in the entire Pacific Ocean, by gear and area (north and south of the equator) are shown in Table A-6. The catches of albacore in the EPO, by gear, are shown in Table A-2a. A significant portion of the albacore catch is taken by troll gear, included under "Other gears" (OTR) in Table A-2a. The catch data were obtained from IATTC data for the EPO and from data compiled by the SPC for the WCPO.

### **1.1.6. Other tunas and tuna-like species**

While yellowfin, skipjack, and bigeye tunas comprise the most significant portion of the retained catches of the purse-seine and pole-and-line fleets in the EPO, other tunas and tuna-like species, such as black skipjack, bonito, wahoo, and frigate and bullet tunas, contribute to the overall harvest in this area. The estimated annual retained and discarded catches of these species during 1979-2008 are presented in Table A-2a. The catches reported in the unidentified tunas category (TUN) in Table A-2a contain some catches reported by species (frigate or bullet tunas) along with the unidentified tunas. The total retained catch of these other species by these fisheries was about 11 thousand t in 2008, which is greater than the 1993-2007 annual average retained catch of about 4 thousand t (range: 500 t to 19 thousand t).

Black skipjack are also caught by other gears in the EPO, mostly by coastal artisanal fisheries. Bonitos are also caught by artisanal

fisheries, and have been reported as catch by longline vessels in some years.

#### **1.1.7. Billfishes**

Catch data for billfishes (swordfish, blue marlin, black marlin, striped marlin, shortbill spearfish, and sailfish) are shown in Table A-2b.

Swordfish are caught in the EPO with large-scale and artisanal longline gear, gillnets, harpoons, and occasionally with recreational gear. The average annual longline catch of swordfish during 1993-2007 was 10 thousand t, but during 2001-2004 was about 17 thousand t. It is not clear whether this is due to increased abundance of swordfish or increased effort directed toward that species.

Other billfishes are caught with large-scale and artisanal longline gear and recreational gear. The average annual longline catches of blue marlin and striped marlin during 1993-2007 were about 5 thousand and 3 thousand t, respectively. Smaller amounts of other billfishes are taken by longline.

Unfortunately, little information is available on the recreational catches of billfishes, but they are believed to be substantially less than the commercial catches for all species.

Small amounts of billfishes are caught by purse seiners, but these are considered to be discarded, although some may be landed but not reported. These data are also included in Table A-2b.

#### **1.1.8. Other species**

Data on the catches and discards of carangids (yellowtail, rainbow runner, and jack mackerel), dorado, elasmobranchs (sharks, rays, and skates), and other fishes caught in the EPO are shown in Table A-2c.

Dorado are unloaded mainly in ports in South and Central America. Although the catches are greater than 10 thousand t in some years, the gear types used are often not reported.

### **1.2. Distributions of the catches of tunas**

#### **1.2.1. Purse-seine catches**

The average annual distributions of the purse-seine catches of yellowfin, skipjack, and bigeye, by set type, in the EPO during 1998-2007, are shown in Figures A-1a, A-2a, and A-3a, and preliminary estimates for 2008 are shown in Figures A-1b, A-2b, and A-3b. The catch of yellowfin in 2008, as in 2006 and 2007, was significantly less than the average of 1998-2007. Yellowfin catches from sets associated with dolphins in the Northern areas off Mexico and Central America have been significantly lower for the past several years. The yellowfin catches in the Equatorial region off South America decreased in 2008, as they did in 2007. The skipjack catch in 2008 was greater than the average of 1998-2007. Significant catches of skipjack were taken in unassociated sets around the Galapagos Islands and in the nearshore areas off Ecuador and Peru. Greater catches of skipjack were also observed in floating-object sets in the offshore areas between 0° and 10°S and around 140°W to 150°W. The bigeye catch in 2008 was greater than that of 2007, and was also greater than the 1998-2007 average. Bigeye are not often caught north of about 7°N, and the catches of bigeye have decreased in the inshore areas off South America for several years. With the development of the fishery for tunas associated with FADs, the relative importance of the inshore areas has decreased, while that of the offshore areas has increased. Most of the bigeye catches are taken in sets on FADs between 5°N and 5°S.

#### **1.2.2. Longline catches**

Data on the spatial and temporal distributions of the catches in the EPO by the distant-water longline fleets of China, Chinese Taipei, French Polynesia, Japan, the Republic of Korea, Spain, the United States, and Vanuatu are maintained in databases of the IATTC. Bigeye and yellowfin tunas make up the majority of the catches by most of these vessels. The distributions of the catches of bigeye and yellowfin tunas in the Pacific Ocean by Japanese, Korean, and Chinese Taipei longline vessels during 2003-2007 are shown in Figure A-4. Data for the Japanese longline fishery in the EPO during 1956-2003 are available in IATTC Bulletins describing that fishery.

### **1.3. Size compositions of the catches of tunas**

#### **1.3.1. Purse-seine, pole-and-line, and recreational fisheries**

Length-frequency samples are the basic source of data used for estimating the size and age compositions of the various species of fish in the landings. This information is necessary to obtain age-structured estimates of the populations for various purposes, includ-

ing the integrated modeling that the staff has employed during the last several years. The results of such studies have been described in several IATTC Bulletins, in its Annual Reports for 1954-2002, and in its Stock Assessment Reports.

Length-frequency samples of yellowfin, skipjack, bigeye, Pacific bluefin, and, occasionally, black skipjack from the catches of purse-seine, pole-and-line, and recreational vessels in the EPO are collected by IATTC personnel at ports of landing in Ecuador, Mexico, Panama, the USA, and Venezuela. The catches of yellowfin and skipjack were first sampled in 1954, bluefin in 1973, and bigeye in 1975. Sampling has continued to the present.

The methods for sampling the catches of tunas are described in the IATTC Annual Report for 2000 and in IATTC Stock Assessment Reports 2 and 4. Briefly, the fish in a well of a purse-seine or pole-and-line vessel are selected for sampling only if all the fish in the well were caught during the same calendar month, in the same type of set (floating-object, unassociated school, or dolphin), and in the same sampling area. These data are then categorized by fishery (Figure A-5), based on the staff's most recent stock assessments.

Data for fish caught during the 2003-2008 period are presented in this report. Two sets of length-frequency histograms are presented for each species, except bluefin and black skipjack; the first shows the data by stratum (gear type, set type, and area) for 2008, and the second shows the combined data for each year of the 2003-2008 period. For bluefin, the histograms show the 2003-2008 catches by commercial and recreational gear combined. For black skipjack, the histograms show the 2003-2008 catches by commercial gear. Only a small amount of catch was taken by pole-and-line vessels in 2008, and no samples were obtained from these vessels.

For stock assessments of yellowfin, nine purse-seine fisheries (four associated with floating objects, three associated with dolphins, and two unassociated) and one pole-and-line fishery are defined (Figure A-5). The last fishery includes all 13 sampling areas. Of the 1,027 wells sampled, 630 contained yellowfin. The estimated size compositions of the fish caught during 2008 are shown in Figure A-6a. The majority of the yellowfin catch was taken in sets associated with dolphins and in unassociated sets. Most of the larger yellowfin (>100 cm) were caught throughout the year in the Inshore dolphin fishery, during the first, second, and third quarters in the Northern dolphin-associated fishery, and during the first and fourth quarters in the Southern dolphin-associated fishery. Larger yellowfin were also caught during the first and fourth quarters in the Southern unassociated fishery. A small amount of large yellowfin was taken in the Southern floating-object fishery throughout the year, and in the Equatorial floating-object fishery in the first and second quarters. Yellowfin, ranging from 40 to 60 cm in length, was evident in all the floating-object fisheries during the year, and in the first, second and third quarters in the Northern unassociated fishery. Small amounts of yellowfin in the 50- to 70-cm size range were taken by pole-and-line vessels, mostly during the third and fourth quarters.

The estimated size compositions of the yellowfin caught by all fisheries combined during 2003-2008 are shown in Figure A-6b. The average weights of the yellowfin caught in 2008 were greater than those of 2006 and 2007, but considerably less than those of the 2003-2004 period.

For stock assessments of skipjack, seven purse-seine fisheries (four associated with floating objects, two unassociated, one associated with dolphins) and one pole-and-line fishery are defined (Figure A-5). The last two fisheries include all 13 sampling areas. Of the 1,027 wells sampled, 837 contained skipjack. The estimated size compositions of the fish caught during 2008 are shown in Figure A-7a. Large amounts of skipjack in the 40- to 50-cm size range were caught in all of the floating-object fisheries and in the Southern unassociated fishery throughout the year. Larger skipjack in the 50- to 70-cm size range were caught primarily during the third and fourth quarters in all of the floating-object fisheries. Negligible amounts of skipjack were caught by pole-and-line vessels.

The estimated size compositions of the skipjack caught by all fisheries combined during 2003-2008 are shown in Figure A-7b. The average weight of skipjack in 2008, 2.2 kg, was less than the average weights for the previous five years.

For stock assessments of bigeye, six purse-seine fisheries (four associated with floating objects, one unassociated, one associated with dolphins) and one pole-and-line fishery are defined (Figure A-5). The last three fisheries include all 13 sampling areas. Of the 1,027 wells sampled, 271 contained bigeye. The estimated size compositions of the fish caught during 2008 are shown in Figure A-8a. In 2000 the majority of the catch was taken in floating-object sets in the Equatorial area, whereas from 2001 to 2003 the majority of the bigeye catch was taken in sets on floating objects in the Southern area. In 2008, as in 2004-2007, nearly equal amounts of bigeye were taken in the Northern, Equatorial, and Southern floating-object fisheries. Smaller bigeye in the 40- to 80-cm size range were caught throughout the year in the Southern floating-object fishery, in the second quarter in the Equatorial floating-object fishery, and during the second, third and fourth quarters in the Northern floating-object fishery. Larger bigeye (>100 cm.) were caught primarily in the first and second quarters in the Equatorial and Southern floating-object fisheries. Small amounts of bigeye were caught in unassociated sets, and in floating-object sets in the Inshore area. There were no recorded catches of bigeye by pole-and-

line vessels.

The estimated size compositions of the bigeye caught by all fisheries combined during 2003-2008 are shown in Figure A-8b. The average weight of bigeye in 2008 was considerably higher than in the previous 5 years.

Pacific bluefin are caught by purse-seine and recreational gear off California and Baja California from about 23°N to 35°N, with most of the catch being taken during May through October. During 2008 bluefin were caught between 26°N and 32°N from May through September. The majority of the catches of bluefin by both commercial and recreational vessels were taken during May, June and July. Prior to 2004, the sizes of the fish in the commercial and recreational catches have been reported separately. During 2004-2008, however, small sample sizes made it infeasible to estimate the size compositions separately. Therefore, the sizes of the fish in the commercial and recreational catches of bluefin were combined for each year of the 2003-2008 period. The average weight of the fish caught during 2008 was considerably less than those of the previous five years. The estimated size compositions are shown in Figure A-9.

Black skipjack are caught incidentally by fishermen who direct their effort toward yellowfin, skipjack, and bigeye tuna. The demand for this species is low, so most of the catches are discarded at sea, but small amounts, mixed with the more desirable species, are sometimes retained. Twenty-nine samples of black skipjack were taken in 2008. The estimated size compositions for each year of the 2003-2008 period are shown in Figure A-10.

### **1.3.2. Longline fishery**

The estimated size compositions of the catches of yellowfin and bigeye by the Japanese longline fishery in the EPO during 2003-2007 are shown in Figures A-11 and A-12. The average weights of both yellowfin and bigeye taken by that fishery have remained about the same throughout its existence. Information on the size compositions of fish caught by the Japanese longline fishery in the EPO during 1958-2003 is available in IATTC Bulletins describing that fishery.

### **1.4. Catches of tunas and bonitos, by flag and gear**

The annual retained catches of tunas and bonitos in the EPO during 2004-2008, by flag and gear, are shown in Tables A-3a-e. These tables include all of the known catches of tunas and bonitos compiled from various sources, including vessel logbooks, observer data, unloading records provided by canners and other processors, export and import records, estimates derived from the species and size composition sampling program, reports from governments and other entities, and estimates derived from the species- and size-composition sampling program. Similar information on tunas and bonitos prior to 2001, and historic data for tunas, billfishes, sharks, carangids, dorado, and miscellaneous fishes are available on the [IATTC web site](#). The purse-seine and pole-and-line catches of tunas and bonitos in 2007 and 2008, by flag, are summarized in Tables A-4a and A-4b (top panels).

### **1.5. Landings of tunas and bonitos by purse-seine and pole-and-line vessels**

The landings are fish unloaded from fishing vessels during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is that in which the fish were unloaded or, in the case of transshipments, the country that received the transshipped fish. Preliminary landings data for 2007 and 2008 (Tables A-4a and A-4b, lower panels) indicate that, of the 569 thousand t of tunas and bonitos landed in 2008, 53% was landed in Ecuador and 22% in Mexico. Other countries with significant landings of tunas and bonitos caught in the EPO included Colombia and Venezuela with 10% and 4% respectively. It is important to note that, when final information is available, the landings currently assigned to various countries may change due to exports from storage facilities to processors in other nations.

## 2. FISHING EFFORT

### 2.1. Purse seine

Estimates of the numbers of purse-seine sets of each type (associated with dolphins, associated with floating objects, and unassociated) in the EPO during the 1993-2008 period, and the retained catches of these sets, are shown in Table A-7 and in Figure 1. The estimates for vessels  $\leq 363$  t carrying capacity were calculated from logbook data in the IATTC statistical data base, and those for vessels  $>363$  t carrying capacity were calculated from the observer data bases of the IATTC, Colombia, Ecuador, the European Union, Mexico, Nicaragua, Panama, the United States, and Venezuela. The greatest numbers of sets associated with floating objects and unassociated sets were made from the mid-1970s to the early 1980s. Despite opposition to fishing for tunas associated with dolphins and the refusal of U.S. canners to accept tunas caught during trips during which sets were made on dolphin-associated fish, the numbers of sets associated with dolphins decreased only moderately during the mid-1990s, and in 2003 were the greatest recorded.

There are two types of floating objects, flotsam and FADs. The occurrence of the former is unplanned from the point of view of the fishermen, whereas the latter are constructed by fishermen specifically for the purpose of attracting fish. FADs have been widely used for about 14 years, and their relative importance has increased during this period, while that of flotsam has decreased, as shown by the data in Table A-8.

### 2.2. Longline

The reported nominal fishing effort (in thousands of hooks) by longline vessels in the EPO, and their catches of the predominant tuna species, are shown in Table A-9.

## 3. THE FLEETS

### 3.1. The purse-seine and pole-and-line fleets

The IATTC staff maintains detailed records of gear, flag, and fish-carrying capacity for most of the vessels that fish with purse-seine or pole-and-line gear for yellowfin, skipjack, bigeye, and/or Pacific bluefin tuna in the EPO. The fleet described here includes purse-seine and pole-and-line vessels that have fished all or part of the year in the EPO for any of these four species.

Historically, the owner's or builder's estimates of carrying capacities of individual vessels, in tons of fish, were used until landing records indicated that revision of these estimates was required.

Since 2000, the IATTC has used well volume, in cubic meters ( $m^3$ ), instead of weight, in metric tons (t), to measure the carrying capacities of the vessels. Since a well can be loaded with different densities of fish, measuring carrying capacity in weight is subjective, as a load of fish packed into a well at a higher density weighs more than a load of fish packed at a lower density. Using volume as a measure of capacity eliminates this problem.

The IATTC staff began collecting capacity data by volume in 1999, but has not yet obtained this information for all vessels. For vessels for which reliable information on well volume is not available, the estimated capacity in metric tons was converted to cubic meters.

Until about 1960, fishing for tunas in the EPO was dominated by pole-and-line vessels operating in coastal regions and in the vicinity of offshore islands and banks. During the late 1950s and early 1960s most of the larger pole-and-line vessels were converted to purse seiners, and by 1961 the EPO fishery was dominated by these vessels. From 1961 to 2008 the number of pole-and-line vessels decreased from 93 to 4, and their total well volume from about 11 thousand to about  $380 m^3$ . During the same period the number of

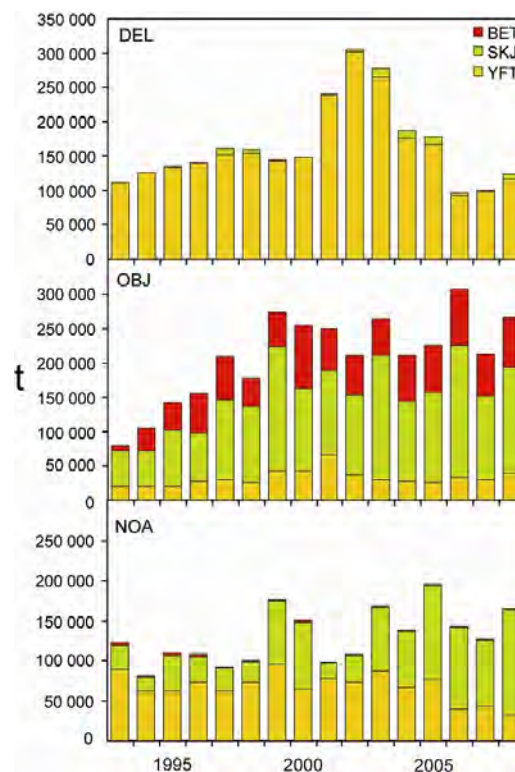
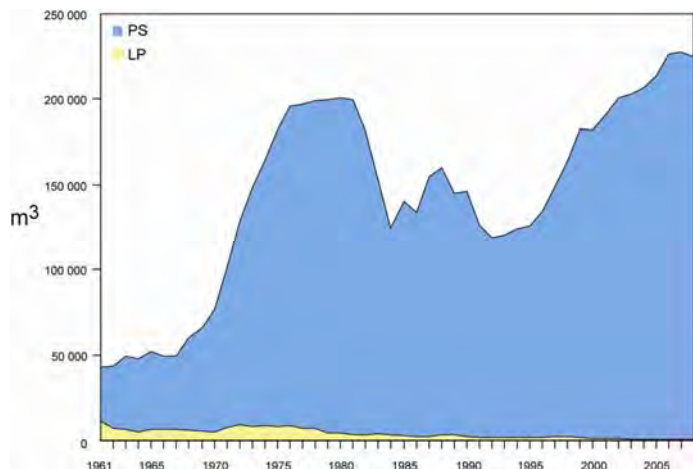


Figure 1. Purse-seine catches of tunas, by species and set type, 1993-2008



**Figure 2.** Carrying capacity, in cubic meters of well volume, of the purse-seine and pole-and-line fleets in the EPO, 1961-2008

in other areas, primarily the western Pacific Ocean, and in 1984 it reached its lowest level since 1971, about 122 thousand  $m^3$ . In early 1990 the U.S. tuna-canning industry adopted a policy of not purchasing tunas caught during trips during which sets on tunas associated with dolphins were made. This caused many U.S.-flag vessels to leave the EPO, with a consequent reduction in the fleet to about 117 thousand  $m^3$  in 1992. With increases in participation of vessels of other nations in the fishery, the total well volume has increased steadily since 1992, and in 2008 was 225 thousand  $m^3$ .

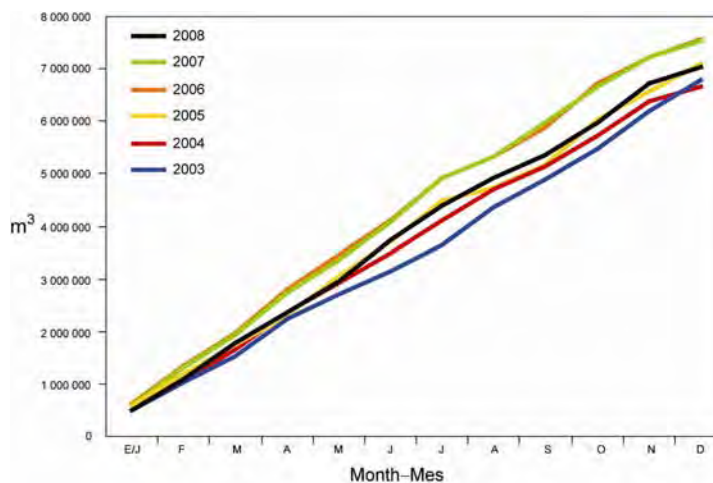
The 2007 and preliminary 2008 data for numbers and total well volumes of purse-seine and pole-and-line vessels that fished for tunas in the EPO are shown in Tables A-11a and A-11b. During 2008, the fleet was dominated by vessels operating under the Ecuadorian and Mexican flags, with about 27% and 24%, respectively, of the total well volume; they were followed by Panama (16%), Venezuela (13%), Colombia (7%), Spain (5%), El Salvador, and Nicaragua, (3% each), and Vanuatu (2%).

The cumulative capacity at sea during 2008 is compared to those of the previous five years in Figure 3.

The monthly average, minimum, and maximum total well volumes at sea (VAS), in thousands of cubic meters, of purse-seine and pole-and-line vessels that fished for tunas in the EPO during 1998-2007, and the 2008 values, are shown in Table A-12. The monthly values are averages of the VAS estimated at weekly intervals by the IATTC staff. The fishery was regulated during some or all of the last four months of 1998-2008, so the VAS values for September-December 2008 are not comparable to the average VAS values for those months of 1998-2007. The average VAS values for 1998-2007 and 2008 were 122 thousand  $m^3$  (61% of total capacity) and 135 thousand  $m^3$  (60% of total capacity), respectively.

### 3.2. Other fleets of the EPO

Information on other types of vessels that fish for tunas in the EPO is available on the IATTC's Regional Vessel Register, on the [IATTC web site](#). The Register is incomplete for small vessels. In some cases, particularly for large longline vessels, the Register contains information for vessels authorized to fish not only in the EPO, but also in other oceans, and which may not have fished in the EPO during 2008, or ever.

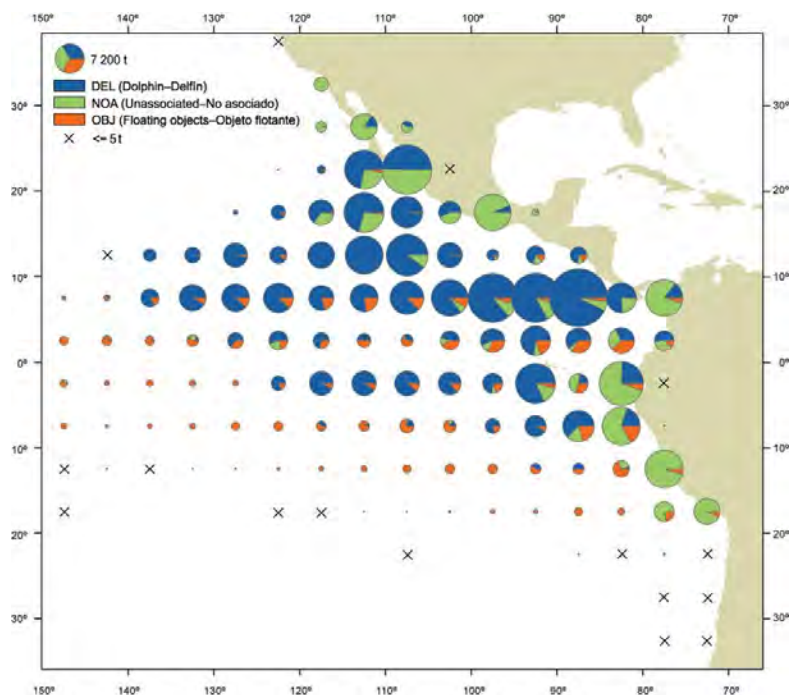


**Figure 3.** Cumulative capacity of the purse-seine and pole-and-line fleet at sea, by month, 2003-2008

purse-seine vessels increased from 125 to 218, and their total well volume from about 32 thousand to about 225 thousand  $m^3$ , an average of about 1,000  $m^3$  per vessel. An earlier peak in numbers and total well volume of purse seiners occurred from the mid-1970s to the early 1980s, when the number of vessels reached 282 and the total well volume about 195 thousand  $m^3$ , an average of about 700  $m^3$  per vessel (Table A-10; Figure 2).

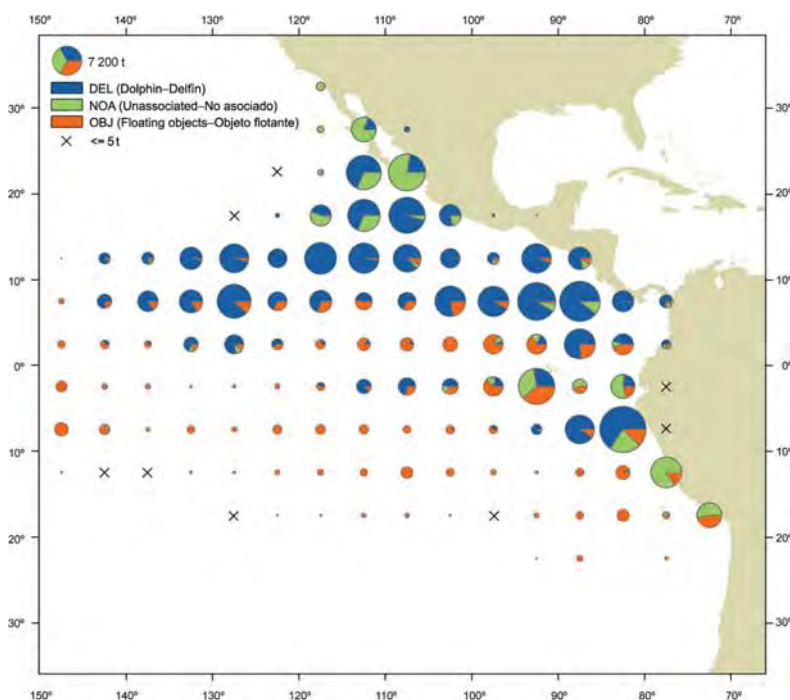
The catch rates in the EPO were low during 1978-1981, due to concentration of fishing effort on small fish, and the situation was exacerbated by a major El Niño event, which began in mid-1982 and persisted until late 1983 and made the fish less vulnerable to capture. The total well volume of purse-seine and pole-and-line vessels then declined as vessels were deactivated or left the EPO to fish





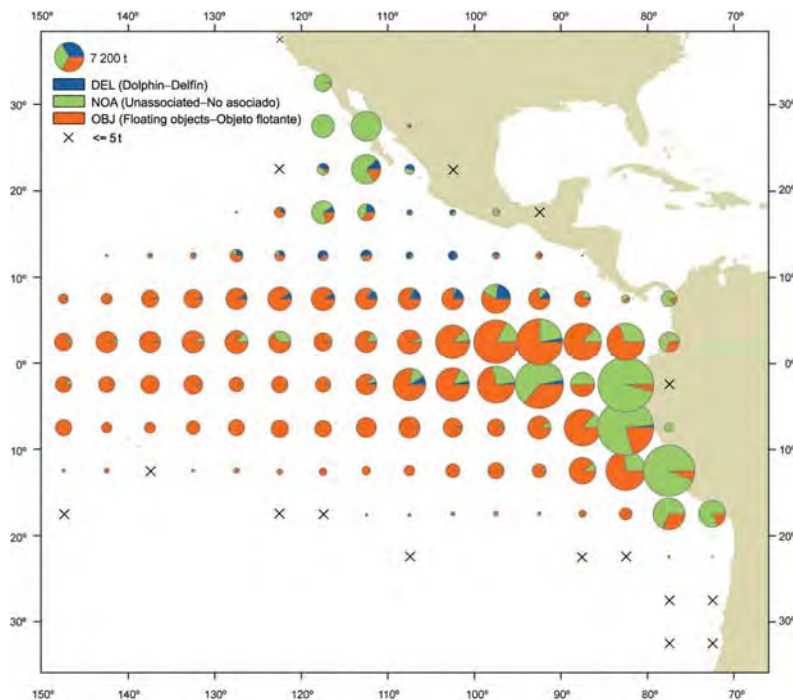
**FIGURE A-1a.** Average annual distributions of the purse-seine catches of yellowfin, by set type, 1998-2007. The sizes of the circles are proportional to the amounts of yellowfin caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-1a.** Distribución media anual de las capturas cerqueras de aleta amarilla, por tipo de lance, 1998-2007. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de aleta amarilla capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.



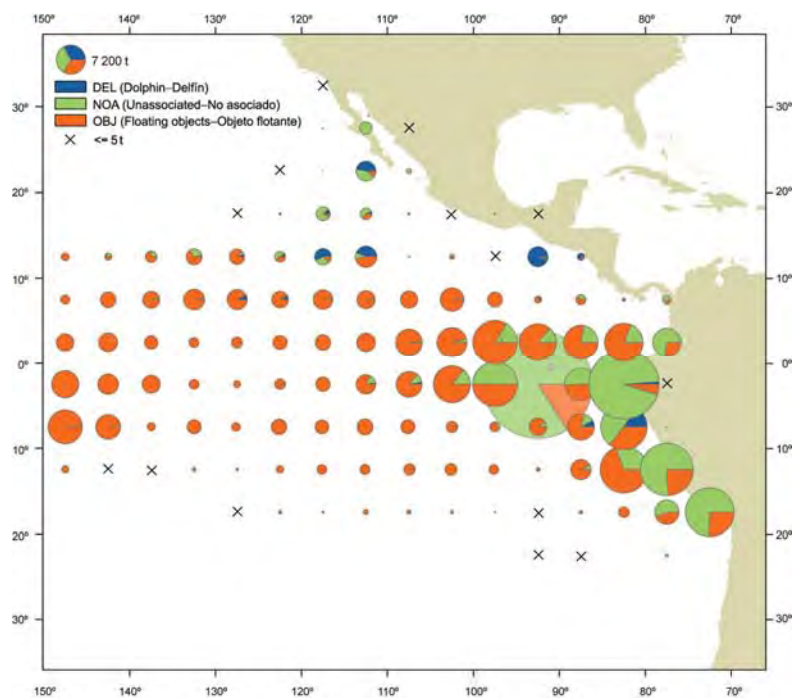
**FIGURE A-1b.** Annual distributions of the purse-seine catches of yellowfin, by set type, 2008. The sizes of the circles are proportional to the amounts of yellowfin caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-1b.** Distribución anual de las capturas cerqueras de aleta amarilla, por tipo de lance, 2008. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de aleta amarilla capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.



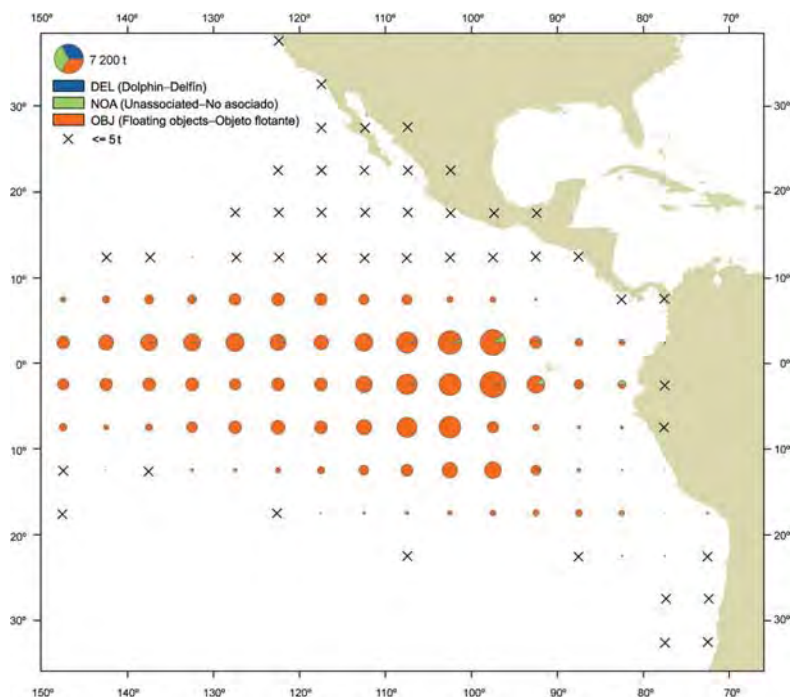
**FIGURE A-2a.** Average annual distributions of the purse-seine catches of skipjack, by set type, 1998-2007. The sizes of the circles are proportional to the amounts of skipjack caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-2a.** Distribución media anual de las capturas cerqueras de barrilete, por tipo de lance, 1998-2007. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de barrilete capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.



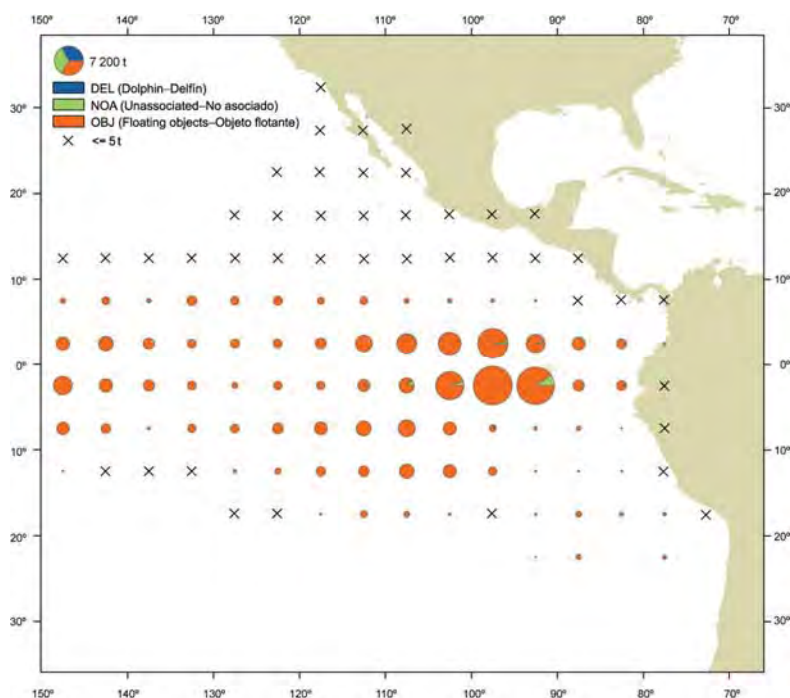
**FIGURE A-2b.** Annual distributions of the purse-seine catches of skipjack, by set type, 2008. The sizes of the circles are proportional to the amounts of skipjack caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-2b.** Distribución anual de las capturas cerqueras de barrilete, por tipo de lance, 2008. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de barrilete capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.



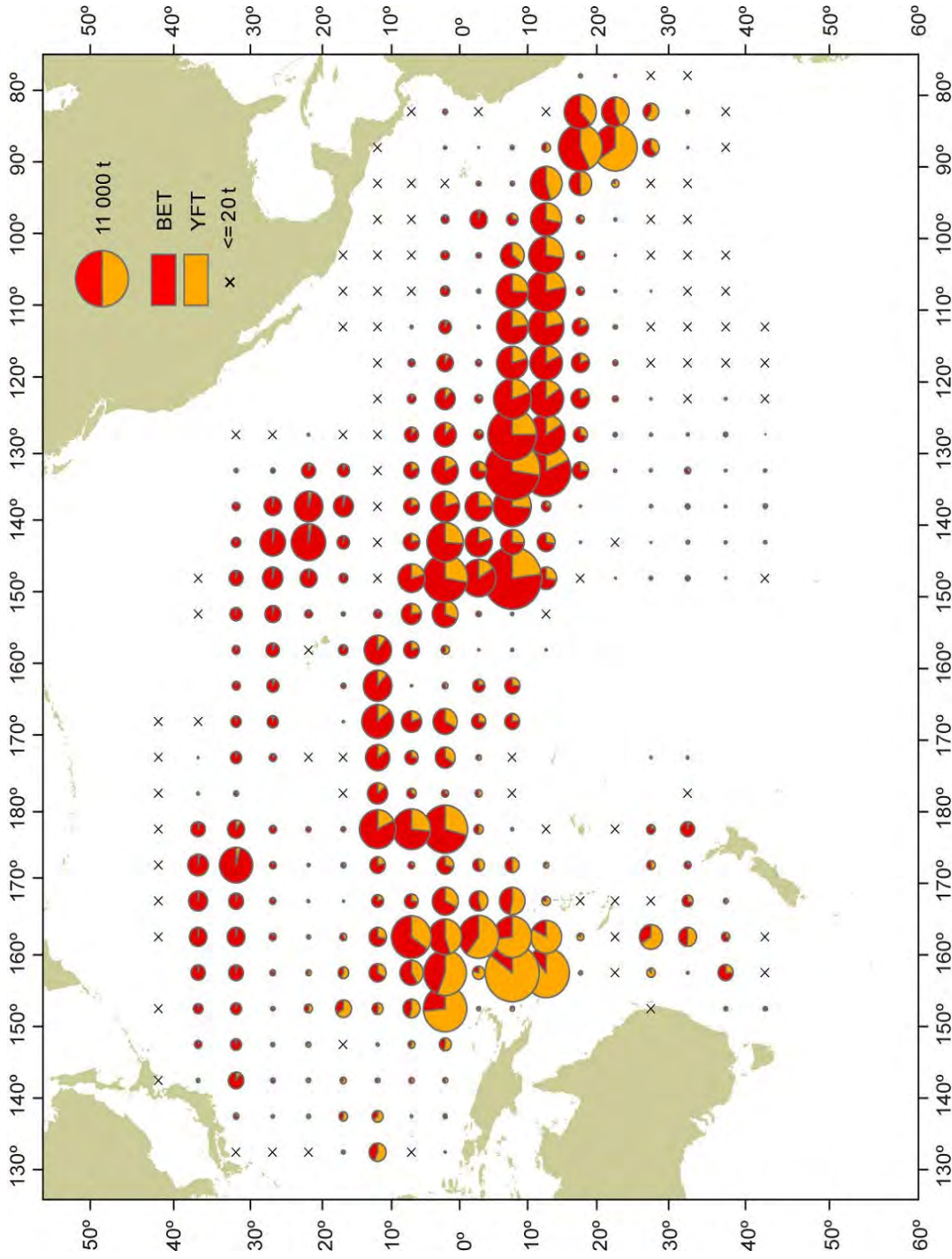
**FIGURE A-3a.** Average annual distributions of the purse-seine catches of bigeye, by set type, 1998-2007. The sizes of the circles are proportional to the amounts of bigeye caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-3a.** Distribución media anual de las capturas cerqueras de patudo, por tipo de lance, 1998-2007. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de patudo capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.



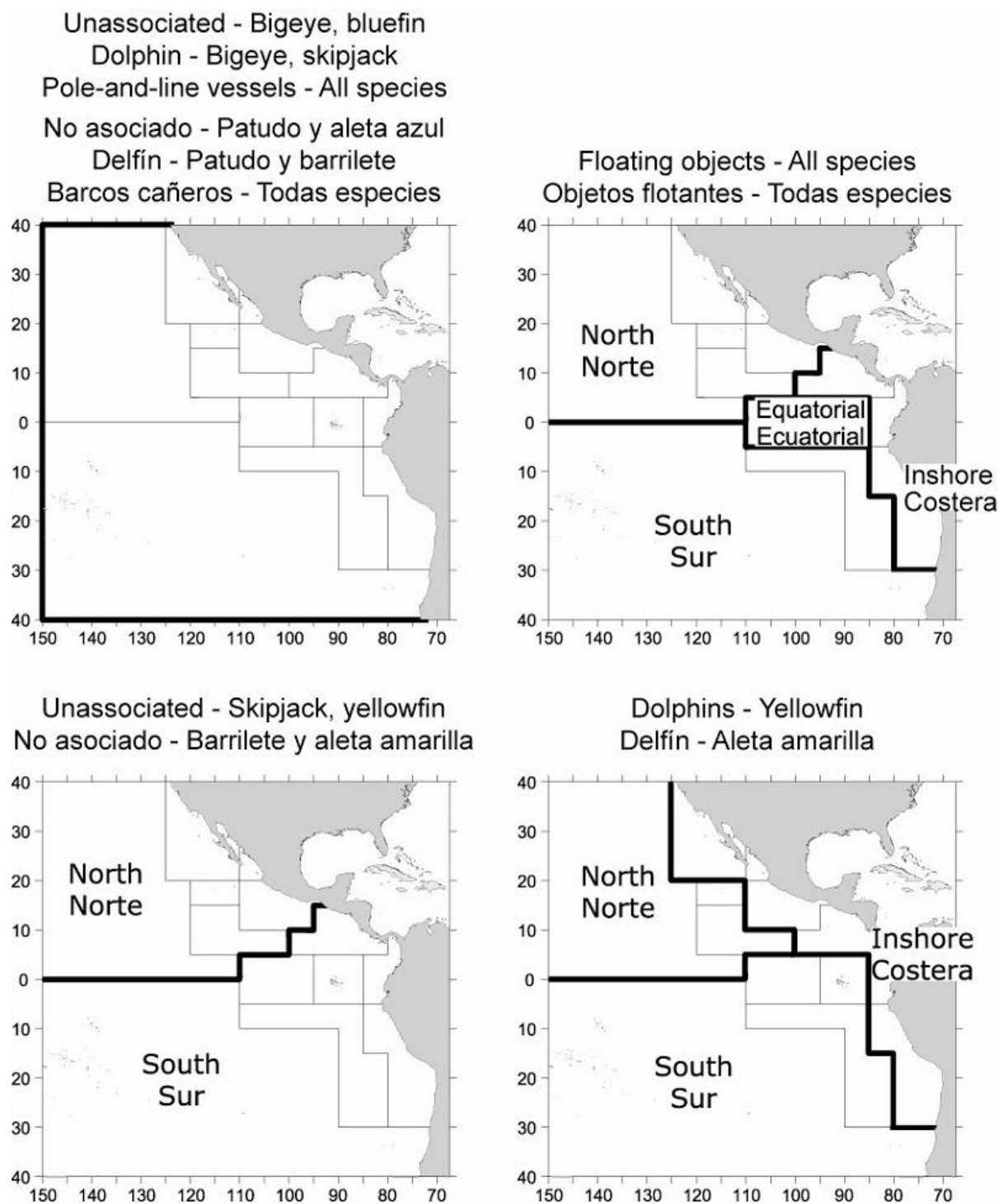
**FIGURE A-3b.** Annual distributions of the purse-seine catches of bigeye, by set type, 2008. The sizes of the circles are proportional to the amounts of bigeye caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-3b.** Distribución anual de las capturas cerqueras de patudo, por tipo de lance, 2008. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de patudo capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente.

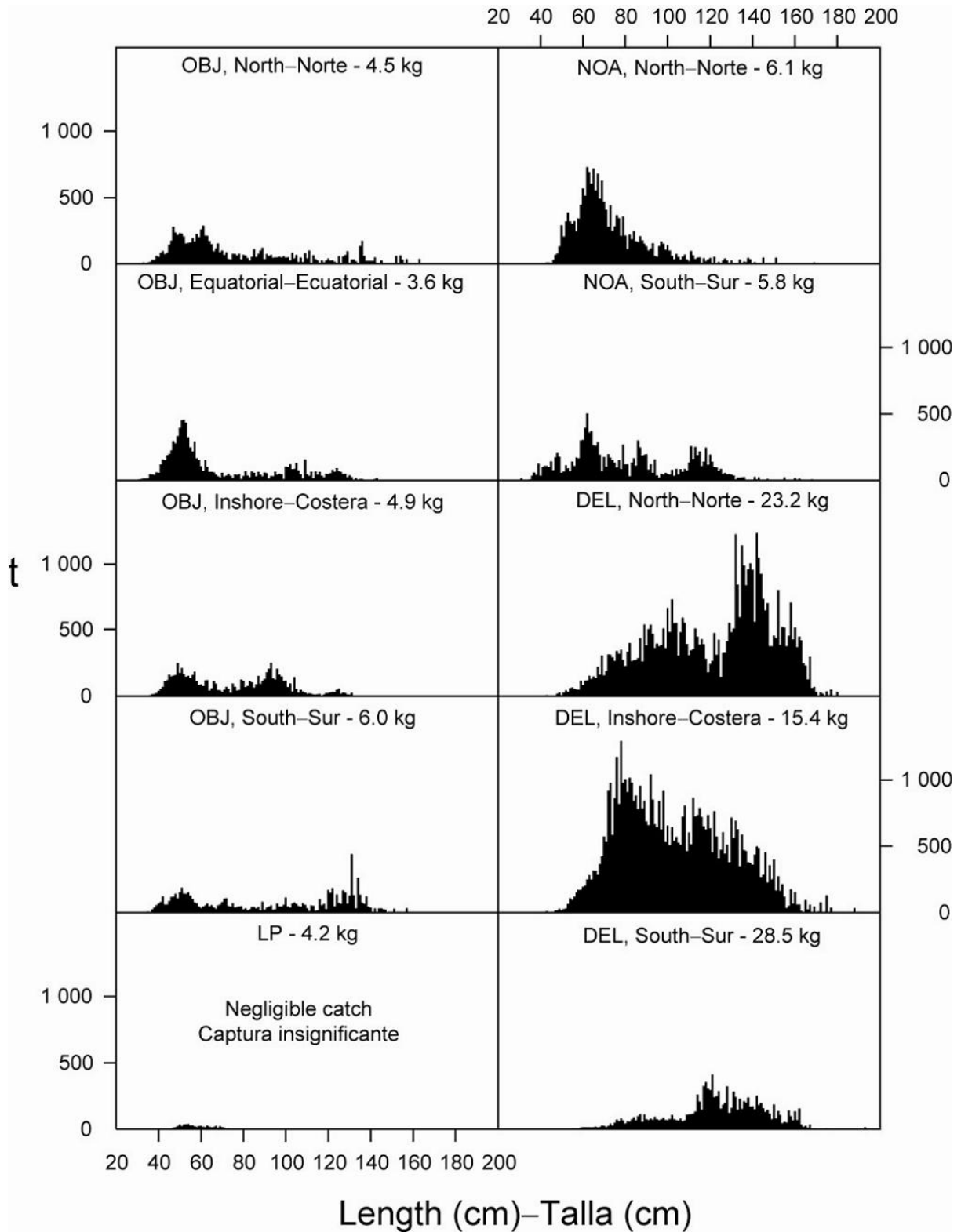


**FIGURE A-4.** Distributions of the average annual catches of bigeye and yellowfin tunas in the Pacific Ocean, in metric tons, by Chinese Taipei, Japanese and Korean longline vessels, 2003-2007. The sizes of the circles are proportional to the amounts of bigeye and yellowfin caught in those 5° by 5° areas.

**FIGURA A-4.** Distribución de las capturas anuales medias de atunes patudo y aleta amarilla en el Océano Pacífico, en toneladas métricas, por buques palangeros de Corea, Japón y Taipei Chino 2003-2007. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de patudo y aleta amarilla capturado en la cuadrícula de 5° x 5° correspondiente

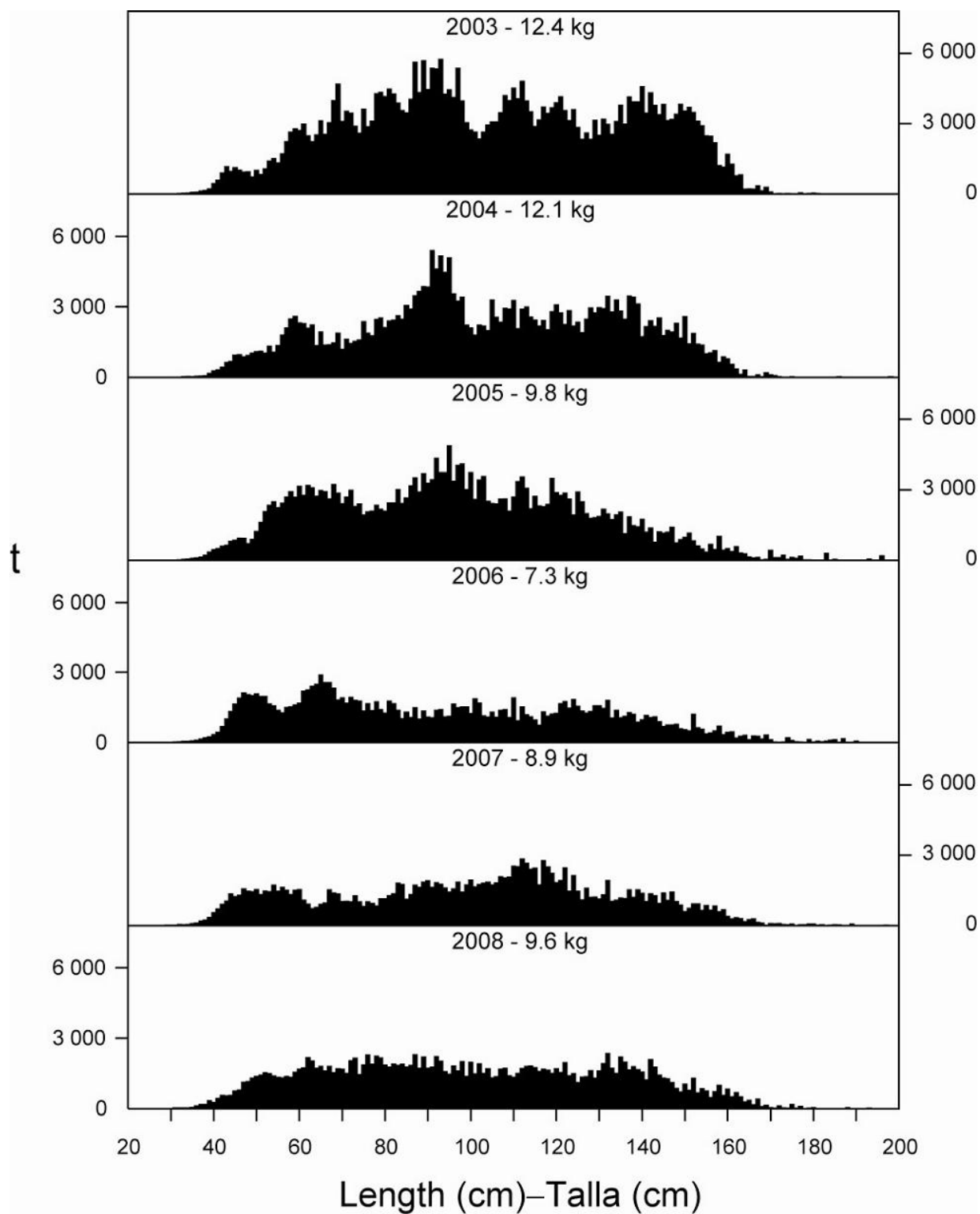


**FIGURE A-5.** The fisheries defined by the IATTC staff for stock assessment of yellowfin, skipjack, and bigeye in the EPO. The thin lines indicate the boundaries of the 13 length-frequency sampling areas, and the bold lines the boundaries of the fisheries.  
**FIGURA A-5.** Las pesquerías definidas por el personal de la CIAT para la evaluación de las poblaciones de atún aleta amarilla, barrilete, y patudo en el OPO. Las líneas delgadas indican los límites de las 13 zonas de muestreo de frecuencia de tallas, y las líneas gruesas los límites de las pesquerías.



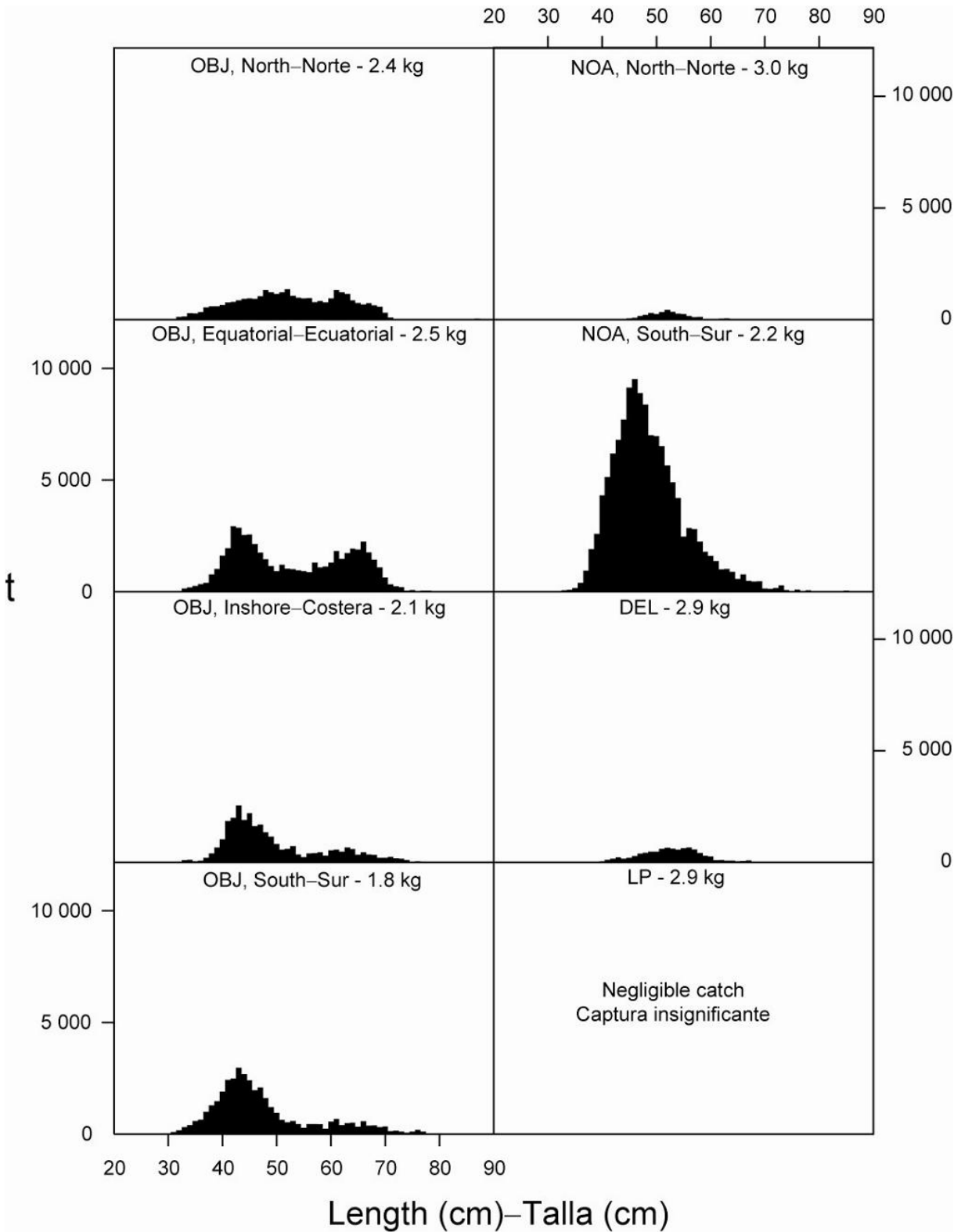
**FIGURE A-6a.** Estimated size compositions of the yellowfin caught in the EPO during 2008 for each fishery designated in Figure A-5. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURA A-6a.** Composición por tallas estimada del aleta amarilla capturado en el OPO durante 2008 en cada pesquería ilustrada en la Figura A-5. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



**FIGURE A-6b.** Estimated size compositions of the yellowfin caught by purse-seine and pole-and-line vessels in the EPO during 2003-2008. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

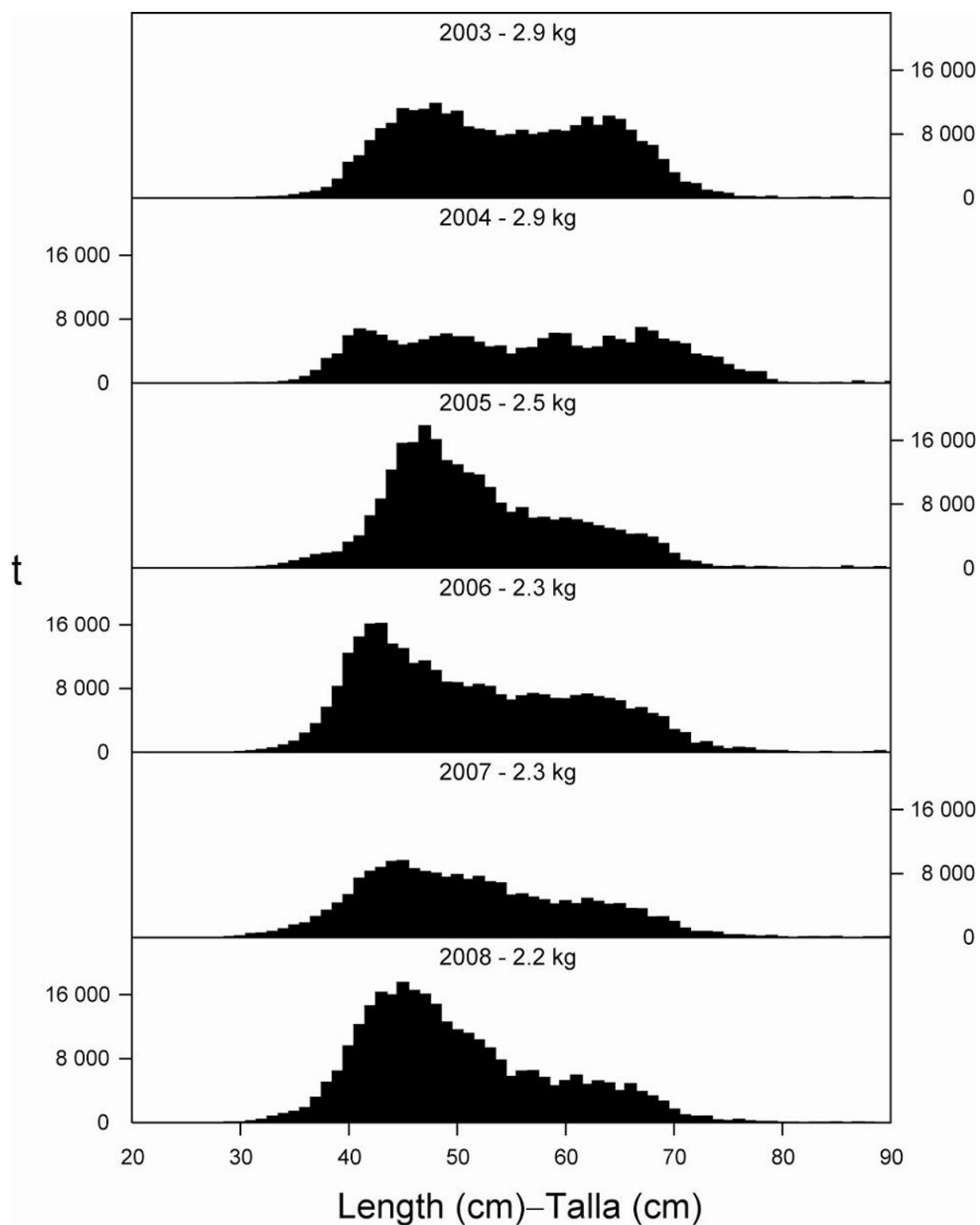
**FIGURA A-6b.** Composición por tallas estimada del aleta amarilla capturado por buques cerqueros y cañeros en el OPO durante 2003-2008. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



**FIGURE A-7a.** Estimated size compositions of the skipjack caught in the EPO during 2008 for each fishery designated in Figure A-5. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

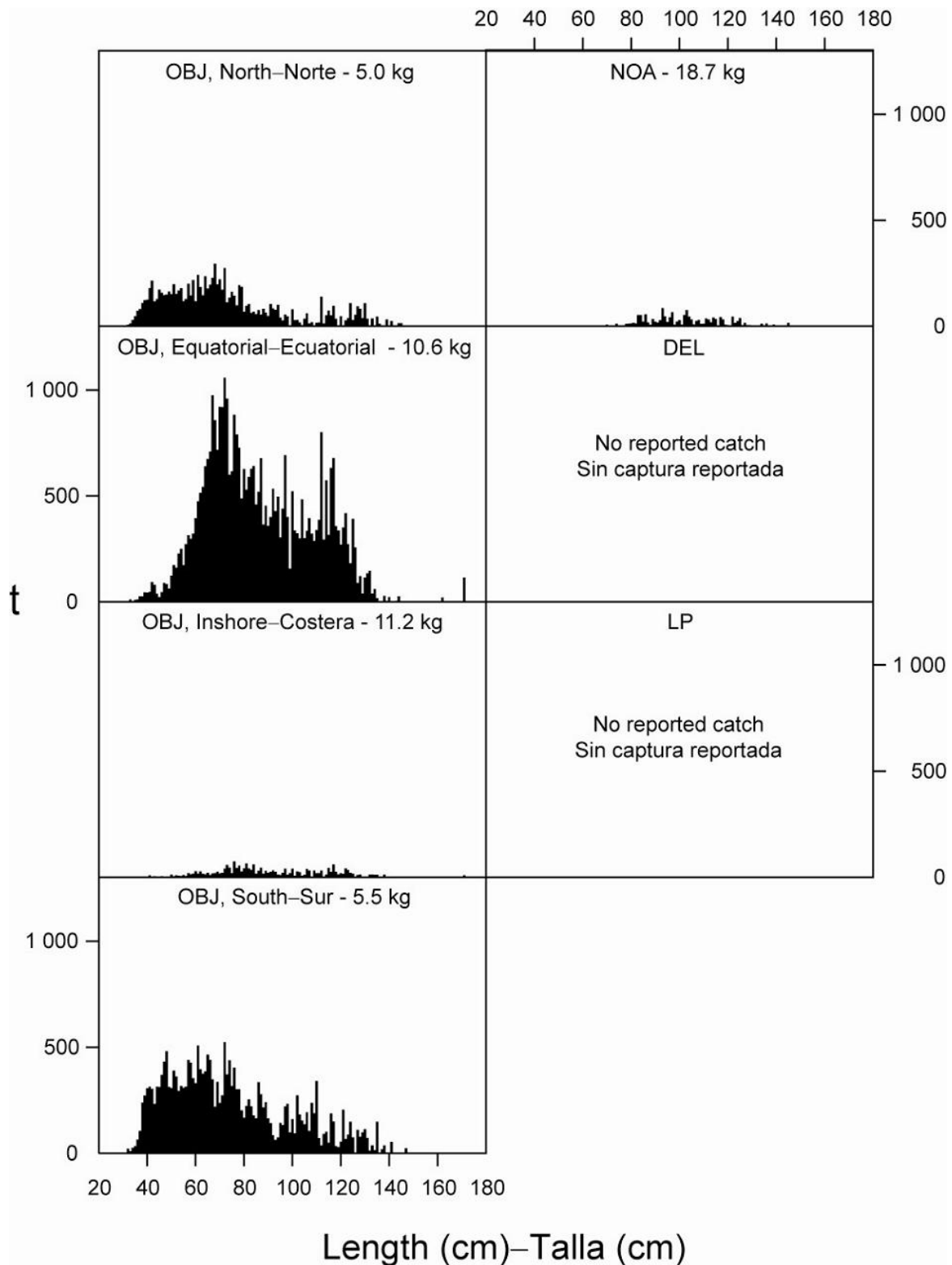
**FIGURA A-7a.** Composición por tallas estimada del barrilete capturado en el OPO durante 2008 en cada pesquería ilustrada en la Figura A-5. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.





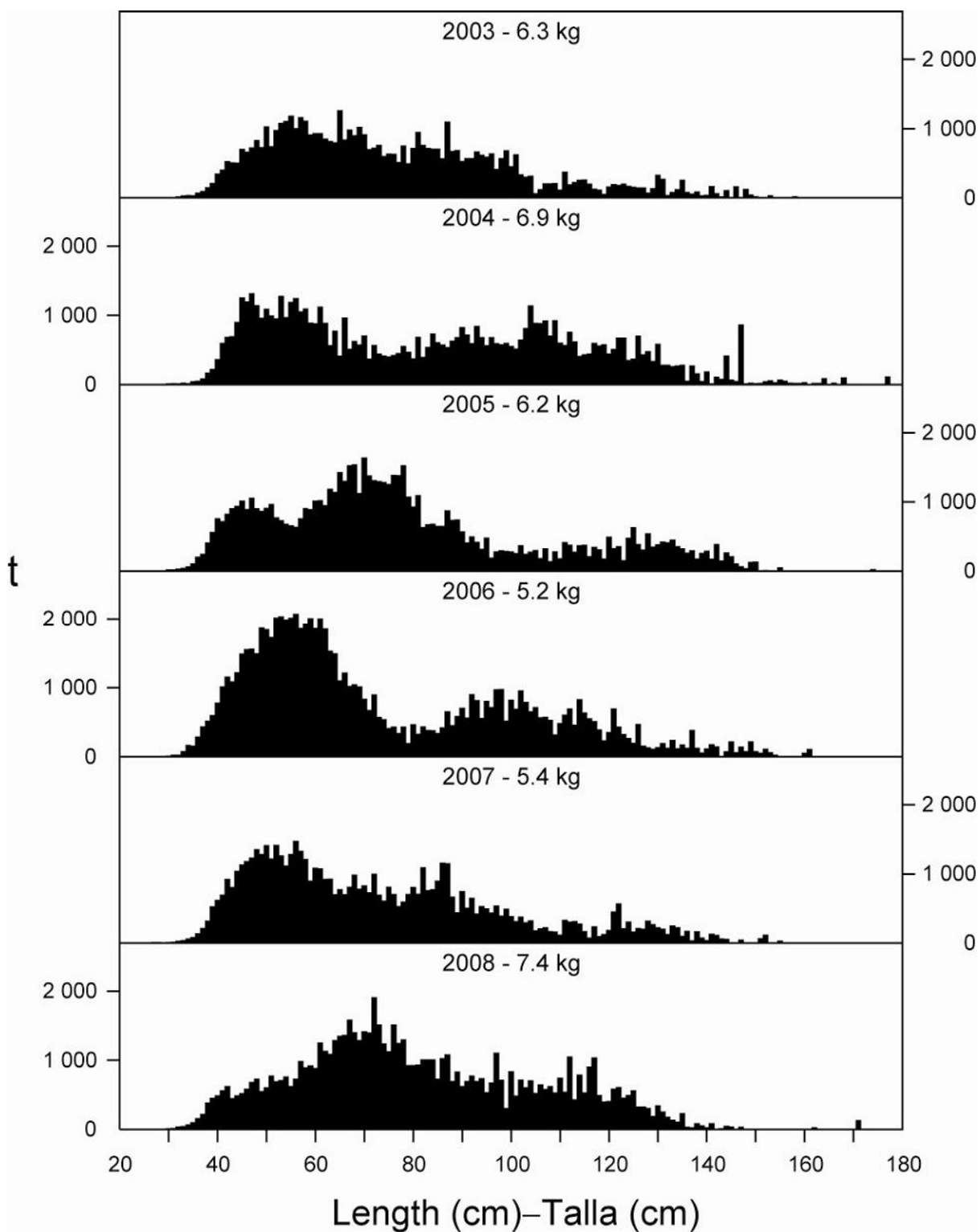
**FIGURE A-7b.** Estimated size compositions of the skipjack caught by purse-seine and pole-and-line vessels in the EPO during 2003-2008. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURA A-7b.** Composición por tallas estimada del barrilete capturado por buques cerqueros y cañeros en el OPO durante 2003-2008. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



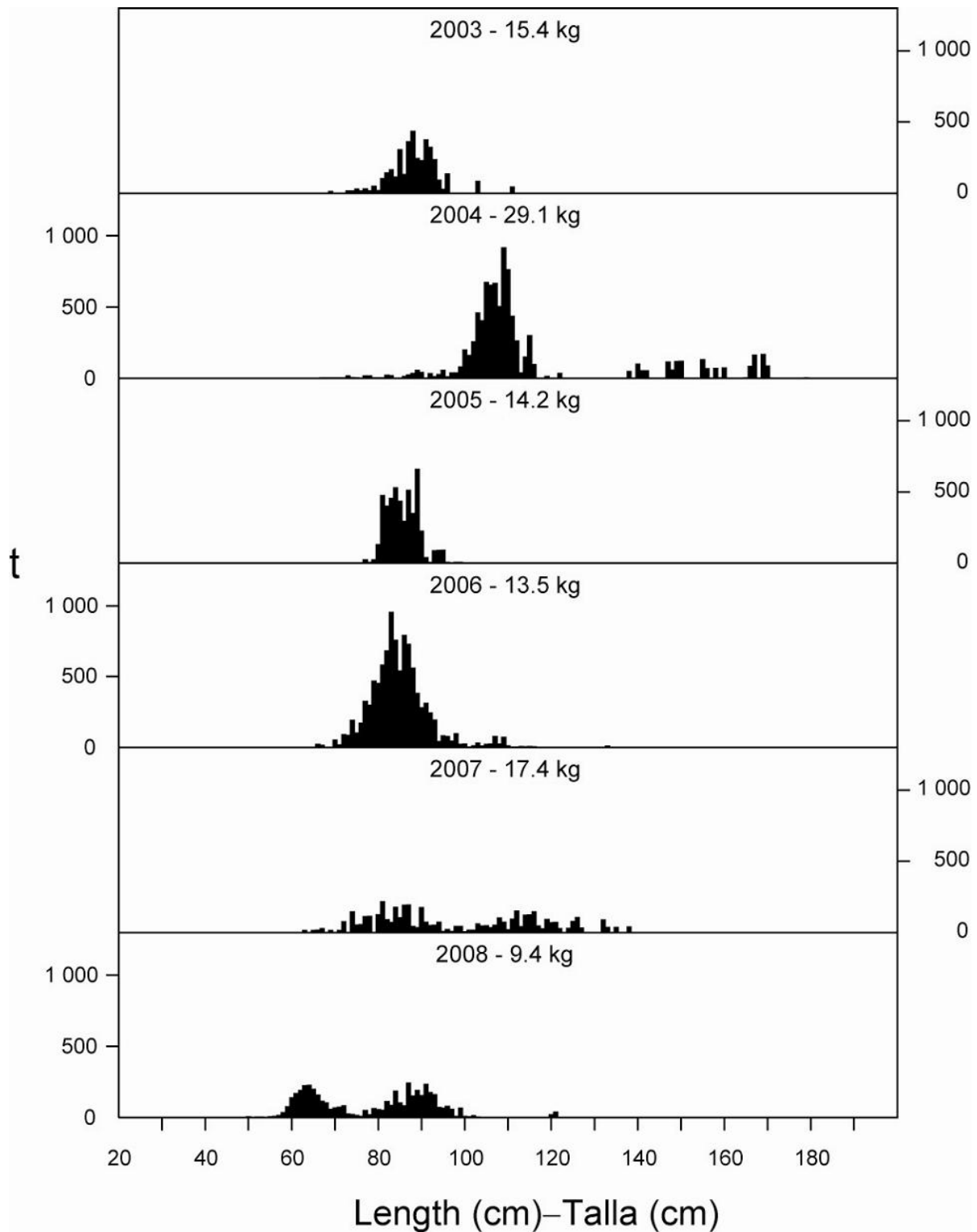
**FIGURE A-8a.** Estimated size compositions of the bigeye caught in the EPO during 2008 for each fishery designated in Figure A-5. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURA A-8a.** Composición por tallas estimada del patudo capturado e en el OPO durante 2008 en cada pesquería ilustrada en la Figura A-5. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



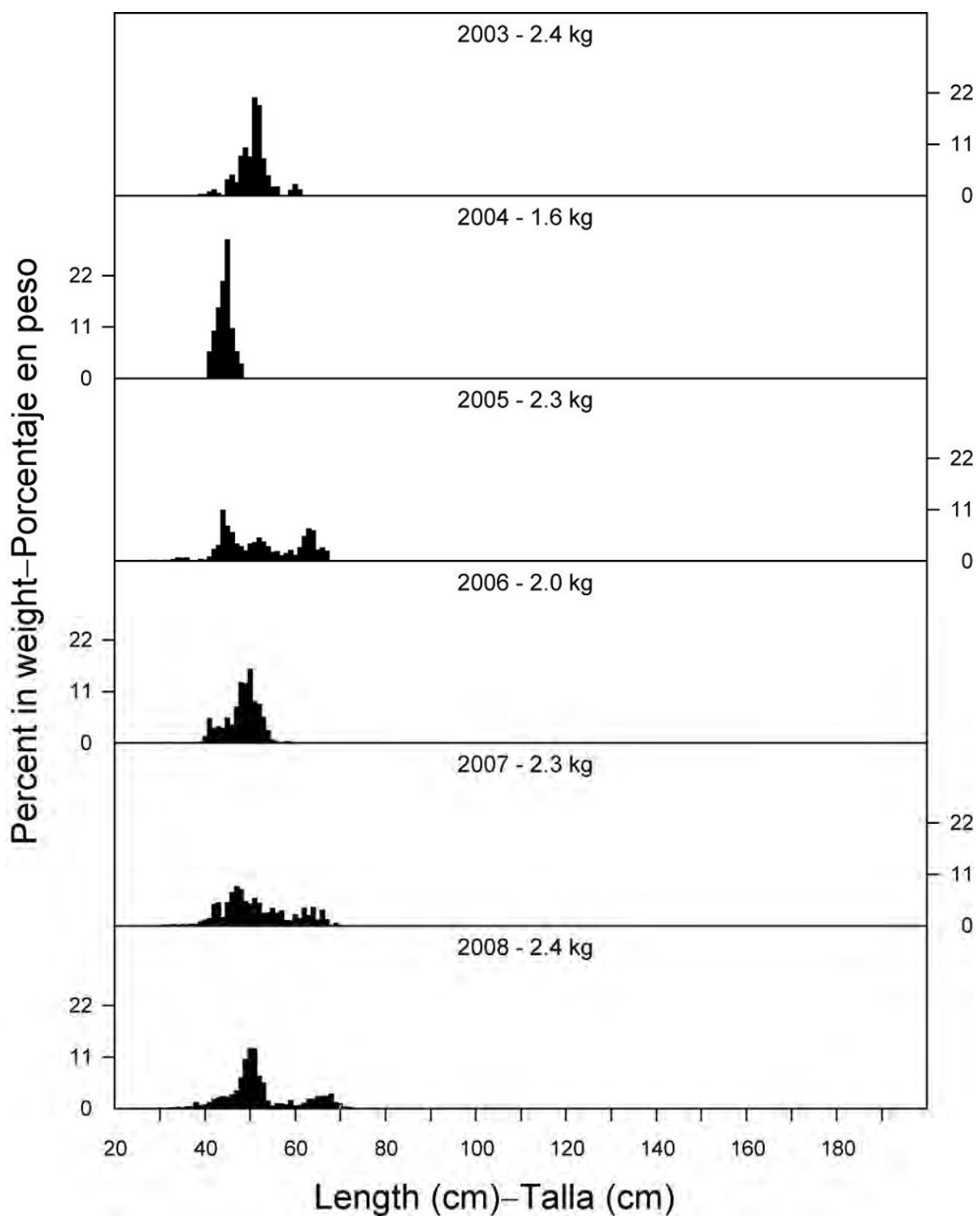
**FIGURE A-8b.** Estimated size compositions of the bigeye caught by purse-seine vessels in the EPO during 2003-2008. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURA A-8b.** Composición por tallas estimada del patudo capturado por buques cerqueros en el OPO durante 2003-2008. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



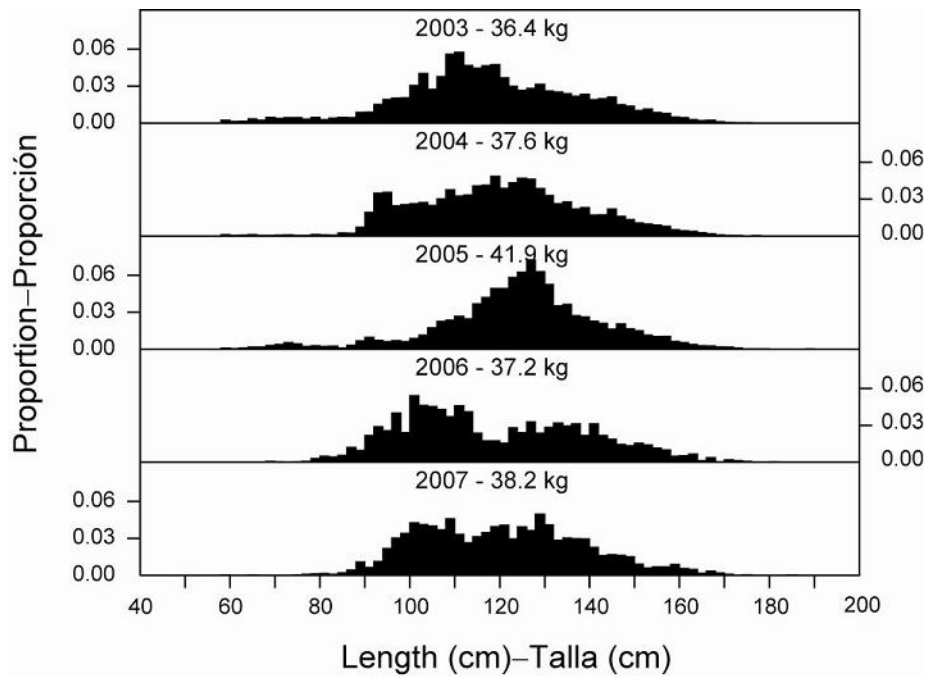
**FIGURE A-9.** Estimated catches of Pacific bluefin by purse-seine and recreational gear in the EPO during 2003-2008. The values at the tops of the panels are the average weights.

**FIGURA A-9.** Captura estimada de aleta azul del Pacífico con arte de cerco y deportiva en el OPO durante 2003-2008. El valor en cada recuadro representa el peso promedio.



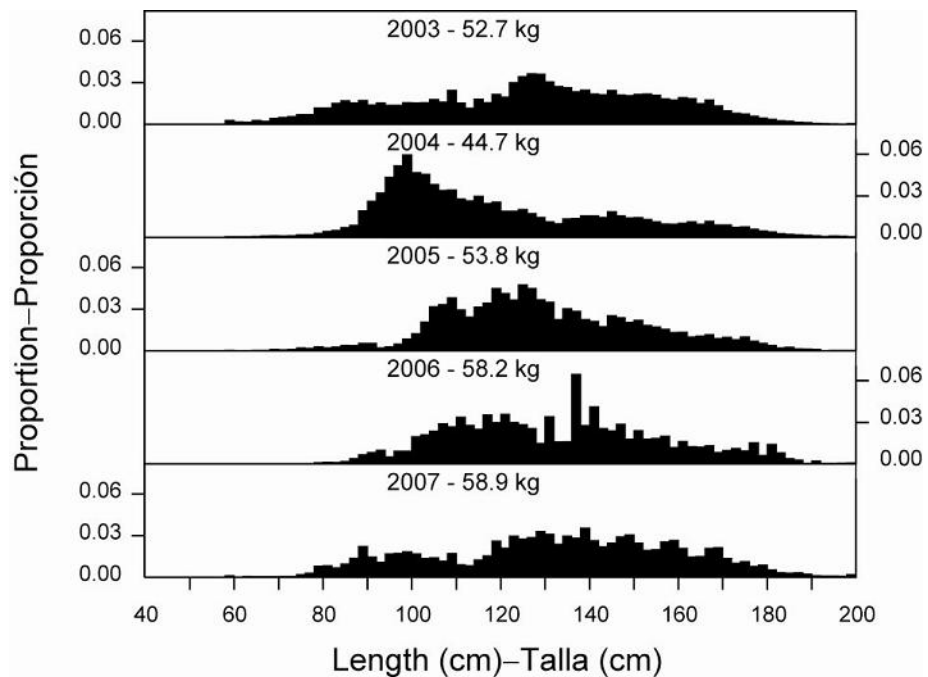
**FIGURE A-10.** Estimated size compositions of the catches of black skipjack by purse-seine vessels in the EPO during 2003-2008. The values at the tops of the panels are the average weights.

**FIGURA A-10.** Composición por tallas estimada del barrilete negro capturado por buques cerqueros en el OPO durante 2003-2008. El valor en cada recuadro representa el peso promedio.



**FIGURE A-11.** Estimated size compositions of the catches of yellowfin tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 2003-2007.

**FIGURA A-11.** Composición por tallas estimada de las capturas de atún aleta amarilla por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 2003-2007.



**FIGURE A-12.** Estimated size compositions of the catches of bigeye tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 2003-2007.

**FIGURA A-12.** Composición por tallas estimada de las capturas de atún patudo por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 2003-2007.

**TABLE A-1.** Annual catches of yellowfin, skipjack, and bigeye, by all types of gear combined, in the Pacific Ocean, 1979-2008. The EPO totals for 1993-2008 include discards from purse-seine vessels with carrying capacities greater than 363 t.

**TABLA A-1.** Capturas anuales de aleta amarilla, barrilete, y patudo, por todas las artes combinadas, en el Océano Pacífico, 1979-2008. Los totales del OPO de 1993-2008 incluyen los descartes de buques cerqueros de más de 363 t de capacidad de acarreo.

|      | YFT     |         |         | SKJ     |           |           | BET     |         |         | Total   |           |           |
|------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
|      | EPO     | WCPO    | Total   | EPO     | WCPO      | Total     | EPO     | WCPO    | Total   | EPO     | WCPO      | Total     |
| 1979 | 187,124 | 194,395 | 381,519 | 141,503 | 413,597   | 555,100   | 67,533  | 66,254  | 133,787 | 396,160 | 674,246   | 1,070,406 |
| 1980 | 158,862 | 213,090 | 371,952 | 138,101 | 458,623   | 596,724   | 86,403  | 65,087  | 151,490 | 383,366 | 736,800   | 1,120,166 |
| 1981 | 178,509 | 225,741 | 404,250 | 126,000 | 435,757   | 561,757   | 68,343  | 53,236  | 121,579 | 372,852 | 714,734   | 1,087,586 |
| 1982 | 127,532 | 220,957 | 348,489 | 104,669 | 485,948   | 590,617   | 60,350  | 59,181  | 119,531 | 292,551 | 766,086   | 1,058,637 |
| 1983 | 99,680  | 257,066 | 356,746 | 61,976  | 679,103   | 741,079   | 64,694  | 59,809  | 124,503 | 226,350 | 995,978   | 1,222,328 |
| 1984 | 149,465 | 256,142 | 405,607 | 63,611  | 755,983   | 819,594   | 55,268  | 64,596  | 119,864 | 268,344 | 1,076,721 | 1,345,065 |
| 1985 | 225,940 | 259,424 | 485,364 | 52,001  | 601,112   | 653,113   | 72,397  | 68,589  | 140,986 | 350,338 | 929,125   | 1,279,463 |
| 1986 | 286,071 | 250,606 | 536,677 | 67,745  | 748,572   | 816,317   | 105,185 | 63,627  | 168,812 | 459,001 | 1,062,805 | 1,521,806 |
| 1987 | 286,163 | 303,522 | 589,685 | 66,467  | 681,282   | 747,749   | 101,346 | 79,186  | 180,532 | 453,976 | 1,063,990 | 1,517,966 |
| 1988 | 296,430 | 262,948 | 559,378 | 92,126  | 839,113   | 931,239   | 74,313  | 68,358  | 142,671 | 462,869 | 1,170,419 | 1,633,288 |
| 1989 | 299,436 | 313,657 | 613,093 | 98,922  | 814,857   | 913,779   | 72,993  | 76,997  | 149,990 | 471,351 | 1,205,511 | 1,676,862 |
| 1990 | 301,522 | 353,442 | 654,964 | 77,107  | 880,186   | 957,293   | 104,850 | 90,356  | 195,206 | 483,479 | 1,323,984 | 1,807,463 |
| 1991 | 265,969 | 394,567 | 660,536 | 65,890  | 1,106,567 | 1,172,457 | 109,120 | 73,474  | 182,594 | 440,979 | 1,574,608 | 2,015,587 |
| 1992 | 252,514 | 400,879 | 653,393 | 87,294  | 1,007,389 | 1,094,683 | 92,000  | 91,032  | 183,032 | 431,808 | 1,499,300 | 1,931,108 |
| 1993 | 256,226 | 386,565 | 642,791 | 100,601 | 915,467   | 1,016,068 | 82,838  | 79,665  | 162,503 | 439,665 | 1,381,697 | 1,821,362 |
| 1994 | 248,078 | 395,543 | 643,621 | 84,695  | 1,018,470 | 1,103,165 | 109,336 | 89,662  | 198,998 | 442,109 | 1,503,675 | 1,945,784 |
| 1995 | 244,640 | 380,555 | 625,195 | 150,661 | 1,050,872 | 1,201,533 | 108,209 | 83,057  | 191,266 | 503,510 | 1,514,484 | 2,017,994 |
| 1996 | 266,928 | 317,180 | 584,108 | 132,342 | 1,022,072 | 1,154,414 | 114,705 | 84,107  | 198,812 | 513,975 | 1,423,359 | 1,937,334 |
| 1997 | 277,572 | 436,882 | 714,454 | 188,285 | 964,679   | 1,152,964 | 122,274 | 113,444 | 235,718 | 588,131 | 1,515,005 | 2,103,136 |
| 1998 | 280,606 | 456,651 | 737,257 | 165,490 | 1,309,168 | 1,474,658 | 93,954  | 113,293 | 207,247 | 540,050 | 1,879,112 | 2,419,162 |
| 1999 | 304,636 | 398,646 | 703,282 | 291,249 | 1,175,078 | 1,466,327 | 93,078  | 115,721 | 208,799 | 688,963 | 1,689,445 | 2,378,408 |
| 2000 | 288,834 | 424,097 | 712,931 | 229,181 | 1,237,701 | 1,466,882 | 147,915 | 113,836 | 261,751 | 665,930 | 1,775,634 | 2,441,564 |
| 2001 | 423,774 | 420,955 | 844,729 | 158,072 | 1,136,413 | 1,294,485 | 131,184 | 105,238 | 236,422 | 713,030 | 1,662,606 | 2,375,636 |
| 2002 | 443,677 | 403,923 | 847,600 | 166,804 | 1,312,532 | 1,479,336 | 132,825 | 120,222 | 253,047 | 743,306 | 1,836,677 | 2,579,983 |
| 2003 | 413,846 | 437,147 | 850,993 | 301,030 | 1,314,787 | 1,615,817 | 116,297 | 110,260 | 226,557 | 831,173 | 1,862,194 | 2,693,367 |
| 2004 | 293,897 | 370,349 | 664,246 | 218,193 | 1,403,856 | 1,622,049 | 113,018 | 146,069 | 259,087 | 625,108 | 1,920,274 | 2,545,382 |
| 2005 | 286,097 | 433,927 | 720,024 | 282,318 | 1,526,860 | 1,809,178 | 113,234 | 129,536 | 242,770 | 681,649 | 2,090,323 | 2,771,972 |
| 2006 | 178,844 | 437,199 | 616,043 | 311,456 | 1,590,656 | 1,902,112 | 120,330 | 134,369 | 254,699 | 610,630 | 2,162,224 | 2,772,854 |
| 2007 | 182,292 | 432,750 | 615,042 | 216,619 | 1,717,301 | 1,933,920 | 95,062  | 137,927 | 232,989 | 493,973 | 2,287,978 | 2,781,951 |
| 2008 | 187,797 | *       | 187,797 | 305,524 | *         | 305,524   | 97,330  | *       | 97,330  | 590,651 | *         | 590,651   |

**TABLE A-2a.** Estimated retained catches (Ret.), by gear type, and estimated discards (Dis.), by purse-seine vessels with carrying capacities greater than 363 t only, of tunas and bonitos, in metric tons, in the EPO, 1979-2008. The purse-seine and pole-and-line data for yellowfin, skipjack, and bigeye tunas have been adjusted to the species composition estimate and are preliminary. The data for 2006-2008 are preliminary.

**TABLE A-2a.** Estimaciones de las capturas retenidas (Ret.), por arte de pesca, y de los descartes (Dis.), por buques cerqueros de más de 363 t de capacidad de acarreo únicamente, de atunes y bonitos, en toneladas métricas, en el OPO, 1979-2008. Los datos de los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo de las pesquerías cerquera y cañera fueron ajustados a la estimación de composición por especie, y son preliminares. Los datos de 2006-2008 son preliminares.

|      | Yellowfin—Aleta amarilla |       |       |          |       |         | Skipjack—Barrilete |        |          |       |       |         | Bigeye—Patudo |          |        |         |        |         |
|------|--------------------------|-------|-------|----------|-------|---------|--------------------|--------|----------|-------|-------|---------|---------------|----------|--------|---------|--------|---------|
|      | PS                       |       | LL    | OTR + NK | Total | PS      |                    | LL     | OTR + NK | Total | PS    |         | LL            | OTR + NK | Total  |         |        |         |
|      | Ret.                     | Dis.  |       |          |       | Ret.    | Dis.               |        |          |       | Ret.  | Dis.    |               |          |        |         |        |         |
| 1979 | 170,650                  | -     | 4,789 | 11,473   | 212   | 187,124 | 133,695            | -      | 6,346    | 33    | 1,429 | 141,503 | 12,097        | -        | 55,435 | 1       | 67,533 |         |
| 1980 | 143,042                  | -     | 1,481 | 13,477   | 862   | 158,862 | 130,912            | -      | 5,225    | 26    | 1,938 | 138,101 | 21,938        | -        | 64,335 | 130     | 86,403 |         |
| 1981 | 168,234                  | -     | 1,477 | 7,999    | 799   | 178,509 | 119,165            | -      | 5,906    | 20    | 909   | 126,000 | 14,921        | -        | 53,416 | 6       | 68,343 |         |
| 1982 | 114,755                  | -     | 1,538 | 10,961   | 278   | 127,532 | 100,499            | -      | 3,760    | 28    | 382   | 104,669 | 6,939         | -        | 42     | 53,365  | 4      | 60,350  |
| 1983 | 83,929                   | -     | 4,007 | 10,895   | 849   | 99,680  | 56,851             | -      | 4,387    | 28    | 710   | 61,976  | 4,575         | -        | 39     | 60,043  | 37     | 64,694  |
| 1984 | 135,785                  | -     | 2,991 | 10,345   | 344   | 149,465 | 59,859             | -      | 2,884    | 32    | 836   | 63,611  | 8,861         | -        | 2      | 46,394  | 11     | 55,268  |
| 1985 | 211,459                  | -     | 1,070 | 13,198   | 213   | 225,940 | 50,829             | -      | 946      | 44    | 182   | 52,001  | 6,056         | -        | 2      | 66,325  | 14     | 72,397  |
| 1986 | 260,512                  | -     | 2,537 | 22,808   | 214   | 286,071 | 65,634             | -      | 1,921    | 58    | 132   | 67,745  | 2,686         | -        | -      | 102,425 | 74     | 105,185 |
| 1987 | 262,008                  | -     | 5,107 | 18,911   | 137   | 286,163 | 64,019             | -      | 2,233    | 37    | 178   | 66,467  | 1,177         | -        | -      | 100,121 | 48     | 101,346 |
| 1988 | 277,293                  | -     | 3,723 | 14,660   | 754   | 296,430 | 87,113             | -      | 4,325    | 26    | 662   | 92,126  | 1,535         | -        | 5      | 72,758  | 15     | 74,313  |
| 1989 | 277,996                  | -     | 4,145 | 17,032   | 263   | 299,436 | 94,934             | -      | 2,940    | 28    | 1,020 | 98,922  | 2,030         | -        | -      | 70,963  | 0      | 72,993  |
| 1990 | 263,253                  | -     | 2,676 | 34,633   | 960   | 301,522 | 74,369             | -      | 823      | 41    | 1,874 | 77,107  | 5,921         | -        | -      | 98,871  | 58     | 104,850 |
| 1991 | 231,257                  | -     | 2,856 | 30,899   | 957   | 265,969 | 62,228             | -      | 1,717    | 36    | 1,909 | 65,890  | 4,870         | -        | 31     | 104,195 | 24     | 109,120 |
| 1992 | 228,121                  | -     | 3,789 | 18,646   | 1,958 | 252,514 | 84,283             | -      | 1,957    | 24    | 1,030 | 87,294  | 7,179         | -        | -      | 84,808  | 13     | 92,000  |
| 1993 | 219,492                  | 4,741 | 4,951 | 24,009   | 3,033 | 256,226 | 83,830             | 10,682 | 3,772    | 61    | 2,256 | 100,601 | 9,657         | 648      | -      | 72,498  | 35     | 82,838  |
| 1994 | 208,408                  | 4,532 | 3,625 | 30,026   | 1,487 | 248,078 | 70,126             | 10,526 | 3,240    | 73    | 730   | 84,695  | 34,899        | 2,271    | -      | 71,360  | 806    | 109,336 |
| 1995 | 215,434                  | 5,275 | 1,268 | 20,596   | 2,067 | 244,640 | 127,047            | 16,373 | 5,253    | 77    | 1,911 | 150,661 | 45,321        | 3,251    | -      | 58,269  | 1,368  | 108,209 |
| 1996 | 238,607                  | 6,312 | 3,762 | 16,608   | 1,639 | 266,928 | 103,973            | 24,503 | 2,555    | 52    | 1,259 | 132,342 | 61,311        | 5,689    | -      | 46,958  | 747    | 114,705 |
| 1997 | 244,878                  | 5,516 | 4,418 | 22,163   | 597   | 277,572 | 153,456            | 31,338 | 3,260    | 135   | 96    | 188,285 | 64,272        | 5,402    | -      | 52,580  | 20     | 122,274 |
| 1998 | 253,959                  | 4,698 | 5,085 | 15,336   | 1,528 | 280,606 | 140,631            | 22,644 | 1,684    | 294   | 237   | 165,490 | 44,129        | 2,822    | -      | 46,375  | 628    | 93,954  |
| 1999 | 281,920                  | 6,547 | 1,783 | 11,682   | 2,704 | 304,636 | 261,565            | 26,046 | 2,044    | 201   | 1,393 | 291,249 | 51,158        | 4,932    | -      | 36,450  | 538    | 93,078  |
| 2000 | 255,231                  | 6,207 | 2,431 | 23,855   | 1,110 | 288,834 | 204,307            | 24,508 | 231      | 68    | 67    | 229,181 | 94,640        | 5,417    | -      | 47,605  | 253    | 147,915 |
| 2001 | 382,702                  | 7,028 | 3,916 | 29,608   | 520   | 423,774 | 143,561            | 12,815 | 448      | 1,214 | 34    | 158,072 | 61,156        | 1,254    | -      | 68,755  | 19     | 131,184 |
| 2002 | 412,507                  | 4,140 | 950   | 25,531   | 549   | 443,677 | 153,303            | 12,506 | 616      | 261   | 118   | 166,804 | 57,440        | 949      | -      | 74,424  | 12     | 132,825 |
| 2003 | 381,107                  | 5,950 | 470   | 25,174   | 1,145 | 413,846 | 274,529            | 22,453 | 638      | 634   | 2,776 | 301,030 | 54,174        | 2,326    | -      | 59,776  | 21     | 116,297 |
| 2004 | 269,597                  | 3,009 | 1,884 | 18,779   | 628   | 293,897 | 198,664            | 17,182 | 528      | 713   | 1,106 | 218,193 | 67,592        | 1,749    | -      | 43,483  | 194    | 113,018 |
| 2005 | 267,599                  | 2,929 | 1,821 | 11,895   | 1,853 | 286,097 | 261,780            | 17,228 | 1,300    | 231   | 1,779 | 282,318 | 69,826        | 1,952    | -      | 41,432  | 24     | 113,234 |
| 2006 | 166,330                  | 1,665 | 686   | 8,706    | 1,457 | 178,844 | 297,408            | 12,403 | 435      | 224   | 986   | 311,456 | 83,978        | 2,385    | -      | 33,927  | 40     | 120,330 |
| 2007 | 170,264                  | 1,946 | 894   | 7,922    | 1,266 | 182,292 | 208,290            | 7,159  | 276      | 107   | 787   | 216,619 | 63,074        | 1,039    | -      | 30,905  | 44     | 95,062  |
| 2008 | 185,846                  | 965   | 812   | 2        | 172   | 187,797 | 295,530            | 9,217  | 499      | *     | 278   | 305,524 | 75,653        | 2,372    | -      | 19,305  | *      | 97,330  |



TABLE A-2a. (continued)  
 TABLA A-2a. (continuación)

|      | Pacific bluefin—Aleta azul del Pacífico |      |    |     |          |       | Albacore—Albacora |      |      |        |          |        | Black skipjack—Barrilete negro |       |    |    |          |       |
|------|---|------|----|-----|----------|-------|-------------------|------|------|--------|----------|--------|--------------------------------|-------|----|----|----------|-------|
|      | PS                                      |      | LP | LL  | OTR + NK | Total | PS                |      | LP   | LL     | OTR + NK | Total  | PS                             |       | LP | LL | OTR + NK | Total |
|      | Ret.                                    | Dis. |    |     |          |       | Ret.              | Dis. |      |        |          |        | Ret.                           | Dis.  |    |    |          |       |
| 1979 | 6,102                                   | -    | 5  | 6   | 26       | 6,139 | 148               | -    | 179  | 5,583  | 5,043    | 10,953 | 1,334                          | -     | 30 | -  | -        | 1,364 |
| 1980 | 2,909                                   | -    | -  | -   | 31       | 2,940 | 194               | -    | 407  | 5,319  | 5,649    | 11,569 | 3,653                          | -     | 27 | -  | -        | 3,680 |
| 1981 | 1,085                                   | -    | -  | 4   | 7        | 1,096 | 99                | -    | 608  | 7,275  | 12,301   | 20,283 | 1,908                          | -     | 3  | -  | -        | 1,911 |
| 1982 | 3,145                                   | -    | -  | 7   | 6        | 3,158 | 355               | -    | 198  | 8,407  | 3,562    | 12,522 | 1,338                          | -     | -  | -  | -        | 1,338 |
| 1983 | 836                                     | -    | -  | 2   | 37       | 875   | 7                 | -    | 449  | 7,433  | 7,840    | 15,729 | 1,222                          | -     | 0  | -  | 13       | 1,235 |
| 1984 | 839                                     | -    | 0  | 3   | 51       | 893   | 3910              | -    | 1441 | 6,712  | 9,794    | 21,857 | 662                            | -     | -  | -  | 3        | 665   |
| 1985 | 3,996                                   | -    | -  | 1   | 77       | 4,074 | 42                | -    | 877  | 7,268  | 6,654    | 14,841 | 288                            | -     | 0  | -  | 7        | 295   |
| 1986 | 5,040                                   | -    | -  | 1   | 64       | 5,105 | 47                | -    | 86   | 6,450  | 4,701    | 11,284 | 569                            | -     | -  | -  | 18       | 587   |
| 1987 | 980                                     | -    | -  | 3   | 89       | 1,072 | 1                 | -    | 320  | 9,994  | 2,662    | 12,977 | 571                            | -     | -  | -  | 2        | 573   |
| 1988 | 1,379                                   | -    | -  | 2   | 52       | 1,433 | 17                | -    | 271  | 9,934  | 5,549    | 15,771 | 956                            | -     | -  | -  | 311      | 1,267 |
| 1989 | 1,103                                   | -    | 5  | 4   | 91       | 1,203 | 1                 | -    | 21   | 6,784  | 2,695    | 9,501  | 801                            | -     | 0  | -  | -        | 801   |
| 1990 | 1,430                                   | -    | 61 | 12  | 101      | 1,604 | 39                | -    | 170  | 6,536  | 4,105    | 10,850 | 787                            | -     | -  | -  | 4        | 791   |
| 1991 | 419                                     | -    | -  | 5   | 55       | 479   | -                 | -    | 834  | 7,893  | 2,754    | 11,481 | 421                            | -     | -  | -  | 25       | 446   |
| 1992 | 1,928                                   | -    | -  | 21  | 146      | 2,095 | -                 | -    | 255  | 17,080 | 5,740    | 23,075 | 105                            | -     | -  | 3  | -        | 108   |
| 1993 | 580                                     | -    | -  | 11  | 325      | 916   | -                 | -    | 1    | 11,194 | 4,410    | 15,605 | 104                            | 4,137 | -  | 31 | -        | 4,272 |
| 1994 | 969                                     | -    | -  | 12  | 110      | 1,091 | -                 | -    | 85   | 10,390 | 10,143   | 20,618 | 188                            | 861   | -  | 40 | -        | 1,089 |
| 1995 | 629                                     | -    | -  | 25  | 299      | 953   | -                 | -    | 465  | 6,185  | 7,425    | 14,075 | 203                            | 1,448 | -  | -  | -        | 1,651 |
| 1996 | 8,223                                   | -    | -  | 19  | 85       | 8,327 | 11                | -    | 72   | 7,631  | 8,398    | 16,112 | 704                            | 2,304 | -  | 12 | -        | 3,020 |
| 1997 | 2,607                                   | 3    | 2  | 14  | 244      | 2,870 | 1                 | -    | 59   | 9,678  | 7,541    | 17,279 | 100                            | 2,512 | -  | 11 | -        | 2,623 |
| 1998 | 1,772                                   | -    | 0  | 94  | 526      | 2,392 | 42                | -    | 81   | 12,635 | 13,155   | 25,913 | 489                            | 1,876 | 39 | -  | -        | 2,404 |
| 1999 | 2,553                                   | 54   | 5  | 152 | 564      | 3,328 | 47                | -    | 227  | 11,633 | 14,557   | 26,464 | 171                            | 3,412 | -  | -  | -        | 3,583 |
| 2000 | 3,712                                   | 0    | 61 | 46  | 378      | 4,197 | 71                | -    | 86   | 9,663  | 13,455   | 23,275 | 293                            | 1,995 | -  | -  | -        | 2,288 |
| 2001 | 1,155                                   | 3    | 1  | 148 | 401      | 1,708 | 3                 | -    | 157  | 19,410 | 13,766   | 33,336 | 2,258                          | 1,019 | -  | -  | -        | 3,277 |
| 2002 | 1,758                                   | 6    | 3  | 71  | 652      | 2,490 | 31                | -    | 381  | 15,289 | 14,453   | 30,154 | 1,459                          | 2,283 | 8  | -  | -        | 3,750 |
| 2003 | 3,233                                   | -    | 3  | 87  | 403      | 3,726 | 34                | -    | 59   | 24,901 | 20,544   | 45,538 | 433                            | 1,535 | 6  | 13 | 117      | 2,104 |
| 2004 | 8,880                                   | 19   | -  | 16  | 62       | 8,977 | 105               | -    | 126  | 18,444 | 22,159   | 40,834 | 884                            | 387   | -  | 27 | 862      | 2,160 |
| 2005 | 4,743                                   | 15   | -  | 0   | 85       | 4,843 | 2                 | -    | 66   | 8,861  | 15,635   | 24,564 | 1,472                          | 2,124 | -  | -  | 22       | 3,618 |
| 2006 | 9,806                                   | -    | -  | 0   | 101      | 9,907 | 109               | -    | 1    | 10,642 | 18,968   | 29,720 | 1,999                          | 1,977 | -  | -  | -        | 3,976 |
| 2007 | 4,189                                   | -    | -  | -   | 15       | 4,204 | 117               | -    | 21   | 8,955  | 18,704   | 27,797 | 2,262                          | 1,625 | -  | -  | 48       | 3,935 |
| 2008 | 4,392                                   | 14   | 15 | *   | *        | 4,421 | 10                | -    | *    | 73     | *        | 83     | 3,585                          | 2,560 | *  | *  | 7        | 6,152 |

TABLE A-2a. (continued)  
 TABLA A-2a. (continuación)

|      | Bonitos |      |     |    |          |        | Unidentified tunas—Atunes no identificados |       |    |       |          |        | Total   |        |        |         |          |         |
|------|---------|------|-----|----|----------|--------|--|-------|----|-------|----------|--------|---------|--------|--------|---------|----------|---------|
|      | PS      |      | LP  | LL | OTR + NK | Total  | PS   |       | LP | LL    | OTR + NK | Total  | PS      |        | LP     | LL      | OTR + NK | Total   |
|      | Ret.    | Dis. |     |    |          |        | Ret.                                       | Dis.  |    |       |          |        | Ret.    | Dis.   |        |         |          |         |
| 1979 | 1,801   | -    | 3   | -  | 2,658    | 4,462  | 558  | -     | -  | -     | 3,016    | 3,574  | 326,385 | -      | 11,353 | 72,530  | 12,385   | 422,653 |
| 1980 | 6,089   | -    | 36  | -  | 2,727    | 8,852  | 442  | -     | -  | -     | 836      | 1,278  | 309,179 | -      | 7,176  | 83,157  | 12,173   | 411,685 |
| 1981 | 5,690   | -    | 27  | -  | 4,609    | 10,326 | 213  | -     | 3  | -     | 1,109    | 1,325  | 311,315 | -      | 8,024  | 68,714  | 19,740   | 407,793 |
| 1982 | 2,122   | -    | -   | -  | 6,776    | 8,898  | 47   | -     | -  | -     | 382      | 429    | 229,200 | -      | 5,538  | 72,768  | 11,390   | 318,896 |
| 1983 | 3,827   | -    | 2   | -  | 7,291    | 11,120 | 60   | -     | -  | -     | 4,711    | 4,771  | 151,307 | -      | 8,884  | 78,401  | 21,488   | 260,080 |
| 1984 | 3,514   | -    | -   | -  | 7,291    | 10,805 | 6  | -     | -  | -     | 2,524    | 2,530  | 213,436 | -      | 7,318  | 63,486  | 20,854   | 305,094 |
| 1985 | 3,599   | -    | 5   | -  | 7,869    | 11,473 | 19   | -     | -  | -     | 678      | 697    | 276,288 | -      | 2,900  | 86,836  | 15,694   | 381,718 |
| 1986 | 232     | -    | 258 | -  | 1,889    | 2,379  | 177  | -     | 4  | -     | 986      | 1,167  | 334,897 | -      | 4,806  | 131,742 | 8,078    | 479,523 |
| 1987 | 3,195   | -    | 121 | -  | 1,782    | 5,098  | 481  | -     | -  | -     | 2,043    | 2,524  | 332,432 | -      | 7,781  | 129,066 | 6,941    | 476,220 |
| 1988 | 8,811   | -    | 739 | -  | 947      | 10,497 | 79   | -     | -  | -     | 2,939    | 3,018  | 377,183 | -      | 9,063  | 97,380  | 11,229   | 494,855 |
| 1989 | 11,278  | -    | 818 | -  | 465      | 12,561 | 36   | -     | -  | -     | 626      | 662    | 388,179 | -      | 7,929  | 94,811  | 5,160    | 496,079 |
| 1990 | 13,641  | -    | 215 | -  | 371      | 14,227 | 200  | -     | -  | 3     | 692      | 895    | 359,640 | -      | 3,945  | 140,096 | 8,165    | 511,846 |
| 1991 | 1,207   | -    | 82  | -  | 242      | 1,531  | 4  | -     | -  | 29    | 192      | 225    | 300,406 | -      | 5,520  | 143,057 | 6,158    | 455,141 |
| 1992 | 977     | -    | -   | -  | 318      | 1,295  | 24   | -     | -  | 27    | 1,071    | 1,122  | 322,617 | -      | 6,001  | 120,609 | 10,276   | 459,503 |
| 1993 | 599     | 12   | 1   | -  | 436      | 1,048  | 9  | 2,022 | -  | 10    | 4,082    | 6,123  | 314,271 | 22,242 | 8,725  | 107,814 | 14,577   | 467,629 |
| 1994 | 8,331   | 147  | 362 | -  | 185      | 9,025  | 9  | 498   | -  | 1     | 464      | 972    | 322,930 | 18,835 | 7,312  | 111,902 | 13,925   | 474,904 |
| 1995 | 7,929   | 55   | 81  | -  | 54       | 8,119  | 11   | 626   | -  | 0     | 1,004    | 1,641  | 396,574 | 27,028 | 7,067  | 85,152  | 14,128   | 529,949 |
| 1996 | 647     | 1    | 7   | -  | 16       | 671    | 37   | 1,028 | -  | 0     | 1,038    | 2,103  | 413,513 | 39,837 | 6,396  | 71,281  | 13,182   | 544,209 |
| 1997 | 1,097   | 4    | 8   | -  | 34       | 1,143  | 71   | 3,383 | -  | 7     | 1,437    | 4,898  | 466,482 | 48,158 | 7,747  | 84,588  | 9,969    | 616,944 |
| 1998 | 1,330   | 4    | 7   | -  | 588      | 1,929  | 13   | 1,233 | -  | 24    | 18,158   | 19,428 | 442,365 | 33,277 | 6,896  | 74,758  | 34,820   | 592,116 |
| 1999 | 1,719   | 0    | -   | 24 | 369      | 2,112  | 27   | 3,092 | -  | 2,113 | 4,279    | 9,511  | 599,160 | 44,083 | 4,059  | 62,255  | 24,404   | 733,961 |
| 2000 | 636     | -    | -   | 75 | 56       | 767    | 190  | 1,410 | -  | 1,992 | 1,468    | 5,060  | 559,080 | 39,537 | 2,809  | 83,304  | 16,787   | 701,517 |
| 2001 | 17      | -    | 0   | 34 | 19       | 70     | 191  | 679   | -  | 2,448 | 55       | 3,373  | 591,043 | 22,798 | 4,522  | 121,617 | 14,814   | 754,794 |
| 2002 | -       | -    | -   | -  | 1        | 1      | 576  | 1,863 | -  | 482   | 1,422    | 4,343  | 627,074 | 21,747 | 1,958  | 116,058 | 17,207   | 784,044 |
| 2003 | -       | -    | 1   | -  | 25       | 26     | 80   | 1,238 | -  | 215   | 750      | 2,283  | 713,590 | 33,502 | 1,177  | 110,800 | 25,781   | 884,850 |
| 2004 | 15      | 35   | 1   | 8  | 3        | 62     | 256  | 973   | -  | 349   | 258      | 1,836  | 545,993 | 23,354 | 2,539  | 81,819  | 25,272   | 678,977 |
| 2005 | 313     | 18   | 0   | -  | 11       | 342    | 190  | 1,922 | -  | 363   | 427      | 2,902  | 605,925 | 26,188 | 3,187  | 62,782  | 19,836   | 717,918 |
| 2006 | 3,507   | 80   | 12  | -  | 3        | 3,602  | 49   | 1,910 | -  | 21    | 193      | 2,173  | 563,186 | 20,420 | 1,134  | 53,520  | 21,748   | 660,008 |
| 2007 | 15,847  | 628  | 107 | -  | 0        | 16,582 | 600  | 1,221 | -  | 2,196 | 189      | 4,206  | 464,643 | 13,618 | 1,298  | 50,085  | 21,053   | 550,697 |
| 2008 | 7,063   | 65   | 9   | *  | *        | 7,137  | 135  | 2,026 | *  | 933   | 113      | 3,207  | 572,214 | 17,219 | 1,335  | 20,313  | 570      | 611,651 |

**TABLE A-2b.** Estimated retained catches, by gear type, and estimated discards, by purse-seine vessels with carrying capacities greater than 363 t only, of billfishes, in metric tons, in the EPO, 1979-2008. Data for 2006-2008 are preliminary. PS dis. = discards by purse-seine vessels.

**TABLA A-2b.** Estimaciones de las capturas retenidas, por arte de pesca, y de los descartes, por buques cerqueros de más de 363 t de capacidad de acarreo únicamente, de peces picudos, en toneladas métricas, en el OPO, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. PS dis. = descartes por buques cerqueros.

|      | Swordfish — Pez espada |        |       | Blue marlin — Marlin azul |         |       | Black marlin — Marlin negro |       |         | Striped marlin — Marlin rayado |     |       |         |       |     |       |
|------|------------------------|--------|-------|---------------------------|---------|-------|-----------------------------|-------|---------|--------------------------------|-----|-------|---------|-------|-----|-------|
|      | PS dis.                | LL     | OTR   | Total                     | PS dis. | LL    | OTR                         | Total | PS dis. | LL                             | OTR | Total | PS dis. | LL    | OTR | Total |
| 1979 | -                      | 2,658  | 614   | 3,272                     | -       | 4,528 | -                           | 4,528 | -       | 332                            | -   | 332   | -       | 4,137 | -   | 4,137 |
| 1980 | -                      | 3,746  | 1,107 | 4,853                     | -       | 4,016 | -                           | 4,016 | -       | 335                            | -   | 335   | -       | 4,827 | -   | 4,827 |
| 1981 | -                      | 3,070  | 1,134 | 4,204                     | -       | 4,476 | -                           | 4,476 | -       | 247                            | -   | 247   | -       | 4,876 | -   | 4,876 |
| 1982 | -                      | 2,604  | 1,551 | 4,155                     | -       | 4,745 | -                           | 4,745 | -       | 213                            | -   | 213   | -       | 4,711 | -   | 4,711 |
| 1983 | -                      | 3,341  | 2,338 | 5,679                     | -       | 4,459 | -                           | 4,459 | -       | 240                            | -   | 240   | -       | 4,472 | -   | 4,472 |
| 1984 | -                      | 2,752  | 3,336 | 6,088                     | -       | 5,197 | -                           | 5,197 | -       | 248                            | -   | 248   | -       | 2,662 | -   | 2,662 |
| 1985 | -                      | 1,885  | 3,768 | 5,653                     | -       | 3,588 | -                           | 3,588 | -       | 180                            | -   | 180   | -       | 1,599 | -   | 1,599 |
| 1986 | -                      | 3,286  | 3,294 | 6,580                     | -       | 5,278 | -                           | 5,278 | -       | 297                            | -   | 297   | -       | 3,540 | -   | 3,540 |
| 1987 | -                      | 4,676  | 3,740 | 8,416                     | -       | 7,282 | -                           | 7,282 | -       | 358                            | -   | 358   | -       | 7,647 | -   | 7,647 |
| 1988 | -                      | 4,916  | 5,642 | 10,558                    | -       | 5,662 | -                           | 5,662 | -       | 288                            | -   | 288   | -       | 5,283 | -   | 5,283 |
| 1989 | -                      | 5,202  | 6,072 | 11,274                    | -       | 5,392 | -                           | 5,392 | -       | 193                            | -   | 193   | -       | 3,473 | -   | 3,473 |
| 1990 | -                      | 5,807  | 5,066 | 10,873                    | -       | 5,540 | -                           | 5,540 | -       | 223                            | -   | 223   | -       | 3,260 | -   | 3,260 |
| 1991 | 17                     | 10,671 | 4,307 | 14,995                    | 69      | 6,719 | -                           | 6,788 | 58      | 246                            | -   | 304   | 76      | 2,993 | -   | 3,069 |
| 1992 | 4                      | 9,820  | 4,267 | 14,091                    | 52      | 6,627 | -                           | 6,679 | 95      | 228                            | -   | 323   | 69      | 3,054 | -   | 3,123 |
| 1993 | 5                      | 6,187  | 4,414 | 10,606                    | 106     | 6,571 | -                           | 6,677 | 93      | 217                            | -   | 310   | 71      | 3,575 | -   | 3,646 |
| 1994 | 4                      | 4,990  | 3,822 | 8,816                     | 97      | 9,027 | -                           | 9,124 | 72      | 256                            | -   | 328   | 37      | 3,396 | -   | 3,433 |
| 1995 | 4                      | 4,495  | 2,974 | 7,473                     | 99      | 7,288 | -                           | 7,387 | 76      | 158                            | -   | 234   | 24      | 3,249 | -   | 3,273 |
| 1996 | 1                      | 7,071  | 2,486 | 9,558                     | 84      | 3,596 | -                           | 3,680 | 79      | 99                             | -   | 178   | 25      | 3,218 | -   | 3,243 |
| 1997 | 4                      | 10,580 | 1,781 | 12,365                    | 149     | 5,808 | -                           | 5,957 | 100     | 153                            | -   | 253   | 28      | 4,473 | -   | 4,501 |
| 1998 | 3                      | 9,800  | 3,246 | 13,049                    | 152     | 5,057 | -                           | 5,209 | 102     | 168                            | -   | 270   | 21      | 3,558 | -   | 3,579 |
| 1999 | 2                      | 7,569  | 1,965 | 9,536                     | 210     | 3,690 | -                           | 3,900 | 114     | 94                             | -   | 208   | 36      | 2,621 | 0   | 2,657 |
| 2000 | 2                      | 8,930  | 2,383 | 11,315                    | 146     | 3,634 | -                           | 3,780 | 92      | 105                            | -   | 197   | 19      | 1,889 | 0   | 1,908 |
| 2001 | 4                      | 16,007 | 1,964 | 17,975                    | 171     | 4,197 | -                           | 4,368 | 123     | 123                            | -   | 246   | 21      | 1,961 | 0   | 1,982 |
| 2002 | 1                      | 17,598 | 2,119 | 19,718                    | 230     | 3,481 | -                           | 3,711 | 126     | 78                             | -   | 204   | 77      | 2,159 | 1   | 2,237 |
| 2003 | 4                      | 18,161 | 354   | 18,519                    | 206     | 4,016 | -                           | 4,222 | 146     | 72                             | -   | 218   | 33      | 1,906 | 6   | 1,945 |
| 2004 | 2                      | 15,372 | 309   | 15,683                    | 165     | 3,782 | -                           | 3,947 | 75      | 41                             | -   | 116   | 22      | 1,548 | -   | 1,570 |
| 2005 | 2                      | 8,910  | 4,304 | 13,216                    | 227     | 3,328 | -                           | 3,555 | 107     | 37                             | -   | 144   | 38      | 1,521 | -   | 1,559 |
| 2006 | 7                      | 8,916  | 3,800 | 12,723                    | 196     | 2,061 | 105                         | 2,362 | 142     | 32                             | -   | 174   | 55      | 1,500 | -   | 1,555 |
| 2007 | 4                      | 4,353  | 4,377 | 8,734                     | 137     | 2,295 | 106                         | 2,538 | 83      | 37                             | -   | 120   | 36      | 1,400 | 6   | 1,442 |
| 2008 | 6                      | 125    | 19    | 150                       | 149     | *     | *                           | 149   | 78      | *                              | -   | 78    | 38      | *     | *   | 38    |

TABLE A-2b. (continued)  
 TABLA A-2b. (continuación)

|      | Shortbill spearfish—Marlín trompa corta |     |     |       | Sailfish—Pez vela |       |     |       | Unidentified istiophorid billfishes—Picudos istiofóridos no identificados |       |     |       | Total billfishes—Total de peces picudos |        |       |        |
|------|---|-----|-----|-------|-------------------|-------|-----|-------|---|-------|-----|-------|---|--------|-------|--------|
|      | PS dis.                                 | LL  | OTR | Total | PS dis.           | LL    | OTR | Total | PS dis.   | LL    | OTR | Total | PS dis.                                 | LL     | OTR   | Total  |
| 1979 | -                                       | -   | -   | 251   | -                 | 251   | -   | 251   | -   | 6     | -   | 6     | -                                       | 11,912 | 614   | 12,526 |
| 1980 | -                                       | -   | -   | 244   | -                 | 244   | -   | 244   | -   | 0     | -   | -     | -                                       | 13,168 | 1,107 | 14,275 |
| 1981 | -                                       | -   | -   | 379   | -                 | 379   | -   | 379   | -   | 9     | -   | 9     | -                                       | 13,057 | 1,134 | 14,191 |
| 1982 | -                                       | -   | -   | 1,084 | -                 | 1,084 | -   | 1,084 | -   | 3     | -   | 3     | -                                       | 13,360 | 1,551 | 14,911 |
| 1983 | -                                       | -   | -   | 890   | -                 | 890   | -   | 890   | -   | 2     | -   | 2     | -                                       | 13,404 | 2,338 | 15,742 |
| 1984 | -                                       | -   | -   | 345   | -                 | 345   | -   | 345   | -   | -     | -   | -     | -                                       | 11,204 | 3,336 | 14,540 |
| 1985 | -                                       | -   | -   | 395   | -                 | 395   | -   | 395   | -   | 1     | -   | 1     | -                                       | 7,648  | 3,768 | 11,416 |
| 1986 | -                                       | 5   | -   | 583   | -                 | 583   | -   | 583   | -   | 1     | -   | 1     | -                                       | 12,990 | 3,294 | 16,284 |
| 1987 | -                                       | 15  | -   | 649   | -                 | 649   | -   | 649   | -   | 398   | -   | 398   | -                                       | 21,025 | 3,740 | 24,765 |
| 1988 | -                                       | 13  | -   | 649   | -                 | 649   | -   | 649   | -   | 368   | -   | 368   | -                                       | 17,179 | 5,642 | 22,821 |
| 1989 | -                                       | -   | -   | 192   | -                 | 192   | -   | 192   | -   | 51    | -   | 51    | -                                       | 14,503 | 6,072 | 20,575 |
| 1990 | -                                       | -   | -   | 6     | -                 | 6     | -   | 6     | -   | 125   | -   | 125   | -                                       | 14,961 | 5,066 | 20,027 |
| 1991 | -                                       | 1   | -   | 717   | -                 | 717   | -   | 757   | -   | 112   | -   | 112   | -                                       | 21,459 | 4,307 | 26,026 |
| 1992 | -                                       | 1   | -   | 1,351 | -                 | 1,351 | -   | 1,392 | -   | 1,123 | -   | 1,123 | -                                       | 22,204 | 4,267 | 26,733 |
| 1993 | 1                                       | 1   | -   | 58    | 58                | 2,266 | -   | 2,324 | 97  | 1,650 | -   | 1,747 | 260                                     | 20,467 | 4,414 | 25,311 |
| 1994 | 0                                       | 144 | -   | 144   | 38                | 1,682 | -   | 1,720 | 23  | 1,028 | -   | 1,051 | 430                                     | 20,523 | 3,822 | 24,616 |
| 1995 | 0                                       | 155 | -   | 156   | 28                | 1,351 | -   | 1,379 | 12  | 232   | -   | 244   | 271                                     | 16,928 | 2,974 | 20,146 |
| 1996 | 1                                       | 126 | -   | 127   | 22                | 738   | -   | 760   | 19  | 308   | 1   | 328   | 244                                     | 15,156 | 2,487 | 17,874 |
| 1997 | 1                                       | 141 | -   | 142   | 24                | 1,217 | -   | 1,241 | 8   | 1,324 | -   | 1,332 | 231                                     | 23,696 | 1,781 | 25,791 |
| 1998 | 1                                       | 200 | -   | 200   | 58                | 1,382 | -   | 1,440 | 13  | 575   | 54  | 642   | 314                                     | 20,740 | 3,300 | 24,389 |
| 1999 | 0                                       | 278 | -   | 279   | 40                | 1,216 | -   | 1,256 | 16  | 1,136 | 0   | 1,152 | 349                                     | 16,604 | 1,965 | 18,988 |
| 2000 | 1                                       | 285 | -   | 286   | 48                | 1,380 | -   | 1,428 | 8   | 879   | 136 | 1,023 | 419                                     | 17,102 | 2,519 | 19,937 |
| 2001 | 1                                       | 304 | -   | 305   | 63                | 1,477 | 325 | 1,865 | 6   | 1,742 | 204 | 1,952 | 316                                     | 25,811 | 2,493 | 28,693 |
| 2002 | 1                                       | 273 | -   | 274   | 35                | 1,792 | 17  | 1,844 | 9   | 1,862 | 14  | 1,885 | 389                                     | 27,243 | 2,151 | 29,873 |
| 2003 | 1                                       | 290 | -   | 294   | 86                | 1,174 | 0   | 1,260 | 10  | 1,389 | -   | 1,399 | 479                                     | 27,008 | 360   | 27,857 |
| 2004 | 4                                       | 207 | -   | 208   | 32                | 1,400 | 17  | 1,449 | 9   | 1,384 | -   | 1,393 | 489                                     | 23,734 | 326   | 24,366 |
| 2005 | 1                                       | 229 | -   | 230   | 44                | 805   | 15  | 864   | 8   | 900   | -   | 908   | 306                                     | 15,730 | 4,319 | 20,476 |
| 2006 | 1                                       | 234 | -   | 236   | 43                | 745   | 35  | 823   | 25  | 491   | 1   | 517   | 427                                     | 13,979 | 3,941 | 18,390 |
| 2007 | 2                                       | 252 | -   | 253   | 50                | 790   | 32  | 872   | 17  | 104   | 15  | 136   | 470                                     | 9,231  | 4,536 | 14,095 |
| 2008 | 1                                       | *   | *   | 1     | 43                | *     | 32  | 75    | 20  | 8     | *   | 28    | 328                                     | 133    | 51    | 519    |

**TABLE A-2c.** Estimated retained catches (Ret.), by gear type, and estimated discards (Dis.), by purse-seine vessels of more than 363 t carrying capacity only, of other species, in metric tons, in the EPO, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary.

**TABLA A-2c.** Estimaciones de las capturas retenidas (Ret.), por arte de pesca, y de los descartes (Dis.), por buques cerqueros de más de 363 t de capacidad de acarreo únicamente, de otras especies, en toneladas métricas, en el OPO, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares.

|      | Carangids—Carángidos |      |    |    |     |       | Dorado ( <i>Coryphaena</i> spp.) |       |    |        |        |        | Elasmobranchs—Elasmobranquios |       |       |        |       |        | Other fishes—Otros peces |       |    |       |     |       |      |
|------|----------------------|------|----|----|-----|-------|----------------------------------|-------|----|--------|--------|--------|-------------------------------|-------|-------|--------|-------|--------|--------------------------|-------|----|-------|-----|-------|------|
|      | PS                   |      | LP | LL | OTR | Total | PS                               |       | LP | LL     | OTR    | Total  | PS                            |       | LP    | LL     | OTR   | Total  | PS                       |       | LP | LL    | OTR | Total |      |
|      | Ret.                 | Dis. |    |    |     |       | Ret.                             | Dis.  |    |        |        |        | Ret.                          | Dis.  |       |        |       |        | Ret.                     | Dis.  |    |       |     |       | Ret. |
| 1979 | 81                   | -    | -  | -  | -   | 81    | 124                              | -     | -  | 927    | 1,051  | 7      | -                             | -     | 17    | 1,290  | 1,314 | 478    | -                        | -     | 7  | -     | -   | 485   |      |
| 1980 | 224                  | -    | 2  | -  | -   | 226   | 124                              | -     | -  | 1,001  | 1,125  | 16     | -                             | -     | 7     | 858    | 881   | 301    | -                        | -     | -  | -     | -   | 301   |      |
| 1981 | 111                  | -    | 17 | -  | -   | 128   | 410                              | -     | -  | 628    | 1,038  | 49     | -                             | -     | 120   | 1,211  | 1,380 | 201    | -                        | -     | 3  | 51    | -   | 255   |      |
| 1982 | 122                  | -    | -  | -  | -   | 122   | 274                              | -     | -  | 980    | 1,254  | 22     | -                             | -     | 30    | 215    | 864   | 1,131  | 288                      | -     | -  | 59    | -   | 347   |      |
| 1983 | 1,240                | -    | -  | -  | -   | 1,240 | 88                               | -     | -  | 3,374  | 3,462  | 34     | -                             | -     | 85    | 695    | 814   | 288    | -                        | -     | 1  | -     | -   | 289   |      |
| 1984 | 414                  | -    | -  | -  | -   | 414   | 103                              | -     | -  | 202    | 305    | 47     | -                             | -     | 6     | 1,039  | 1,092 | 415    | -                        | -     | -  | -     | 3   | 418   |      |
| 1985 | 317                  | -    | 4  | -  | -   | 321   | 93                               | -     | -  | 108    | 201    | 27     | -                             | -     | 13    | 481    | 521   | 77     | -                        | -     | -  | 7     | -   | 84    |      |
| 1986 | 188                  | -    | 19 | -  | -   | 207   | 632                              | -     | -  | 1,828  | 2,460  | 29     | -                             | -     | 1     | 1,979  | 2,009 | 94     | -                        | -     | -  | 0     | -   | 94    |      |
| 1987 | 566                  | -    | 5  | -  | -   | 571   | 271                              | -     | -  | 4,272  | 4,543  | 96     | -                             | -     | 87    | 1,020  | 1,203 | 210    | -                        | -     | -  | 535   | -   | 745   |      |
| 1988 | 825                  | -    | 1  | -  | -   | 826   | 69                               | -     | -  | 1,560  | 1,629  | 1      | -                             | -     | 23    | 1,041  | 1,065 | 321    | -                        | -     | -  | 360   | -   | 681   |      |
| 1989 | 60                   | -    | 2  | -  | -   | 62    | 210                              | -     | -  | 1,680  | 1,890  | 29     | -                             | -     | 66    | 1,025  | 1,120 | 670    | -                        | -     | -  | 152   | -   | 822   |      |
| 1990 | 234                  | -    | -  | -  | 1   | 235   | 63                               | -     | -  | 1,491  | 1,554  | -      | -                             | -     | 280   | 1,095  | 1,375 | 433    | -                        | -     | -- | 260   | 14  | 707   |      |
| 1991 | 116                  | -    | -  | -  | -   | 116   | 57                               | -     | -  | 613    | 677    | 1      | -                             | -     | 6     | 1,112  | 1,346 | 2,465  | 462                      | -     | -  | 1     | 457 | 0     | 920  |
| 1992 | 116                  | -    | -  | -  | -   | 116   | 69                               | -     | -  | 7      | 708    | 814    | -                             | -     | 2,293 | 1,190  | 3,483 | 555    | -                        | -     | -  | 182   | -   | 737   |      |
| 1993 | 17                   | 64   | -  | -  | 2   | 83    | 36                               | 722   | -  | 37     | 724    | 1,499  | 24                            | 1,268 | -     | 1,026  | 916   | 3,234  | 227                      | 642   | 2  | 184   | -   | 1,055 |      |
| 1994 | 7                    | 40   | -  | -  | 16  | 63    | 279                              | 1,245 | -  | 17     | 3,459  | 5,029  | 113                           | 1,125 | -     | 1,234  | 1,314 | 3,786  | 10                       | 807   | -  | 251   | -   | 1,068 |      |
| 1995 | 11                   | 48   | -  | -  | 9   | 68    | 110                              | 1,097 | -  | 46     | 2,127  | 3,373  | 20                            | 1,215 | -     | 922    | 1,075 | 3,232  | 1                        | 940   | -  | 210   | -   | 1,151 |      |
| 1996 | 55                   | 216  | -  | -  | 57  | 328   | 119                              | 1,331 | -  | 39     | 183    | 1,676  | 3                             | 1,062 | -     | 1,121  | 2,151 | 4,337  | 5                        | 625   | -  | 456   | -   | 1,086 |      |
| 1997 | 2                    | 149  | -  | -  | 39  | 190   | 36                               | 1,237 | -  | 43     | 3,109  | 11,248 | 22                            | 1,499 | -     | 956    | 2,328 | 4,805  | 17                       | 903   | -  | 848   | -   | 1,768 |      |
| 1998 | 57                   | 175  | -  | -  | 4   | 236   | 15                               | 835   | -  | 6,866  | 9,167  | 12,545 | 6                             | 1,555 | -     | 2,099  | 4,393 | 8,053  | 67                       | 1,378 | -  | 1,340 | -   | 2,785 |      |
| 1999 | 35                   | 210  | 1  | -  | -   | 246   | 75                               | 1,243 | -  | 2,528  | 1,160  | 8,762  | -                             | 970   | -     | 5,995  | 2,088 | 9,053  | 88                       | 916   | -  | 975   | -   | 1,979 |      |
| 2000 | 57                   | 106  | 4  | 4  | 4   | 171   | 109                              | 1,490 | -  | 6,284  | 1,041  | 6,177  | 3                             | 933   | -     | 8,621  | 405   | 9,962  | 1                        | 559   | -  | 1,490 | -   | 2,050 |      |
| 2001 | -                    | 161  | -  | 18 | 26  | 205   | 148                              | 2,222 | -  | 3,537  | 2,825  | 21,136 | -                             | 751   | -     | 12,551 | 107   | 13,409 | 15                       | 1,511 | -  | 1,726 | 1   | 3,253 |      |
| 2002 | -                    | 131  | -  | 15 | 20  | 166   | 45                               | 1,825 | -  | 15,941 | 4,137  | 15,471 | -                             | 808   | -     | 12,040 | 99    | 12,947 | -                        | 1,083 | -  | 1,914 | 0   | 2,997 |      |
| 2003 | -                    | 154  | -  | 54 | -   | 208   | 23                               | 905   | -  | 9,464  | 288    | 6,517  | -                             | 845   | -     | 14,881 | 372   | 16,098 | 1                        | 693   | -  | 4,681 | -   | 5,375 |      |
| 2004 | -                    | 144  | -  | 1  | -   | 145   | 99                               | 1,037 | -  | 5,301  | 4,645  | 9,767  | -                             | 634   | 9     | 11,295 | 164   | 12,102 | 18                       | 1,061 | -  | 671   | -   | 1,750 |      |
| 2005 | 61                   | 100  | -  | -  | -   | 161   | 111                              | 1,048 | -  | 3,986  | 8,667  | 13,680 | -                             | 359   | 4     | 12,105 | 220   | 12,688 | 195                      | 618   | -  | 558   | -   | 1,371 |      |
| 2006 | 133                  | 393  | -  | -  | -   | 526   | 132                              | 1,256 | 2  | 3,854  | 13,110 | 16,934 | -                             | 428   | 7     | 6,033  | 252   | 6,720  | 560                      | 729   | -  | 262   | 100 | 1,651 |      |
| 2007 | 108                  | 272  | 9  | -  | 8   | 403   | 333                              | 1,281 | -  | 2,434  | 4,831  | 9,346  | 5                             | 296   | 10    | 8,541  | 404   | 9,256  | 920                      | 716   | -  | 581   | 120 | 2,337 |      |
| 2008 | 34                   | 111  | *  | *  | 4   | 151   | 108                              | 1,166 | *  | 2,901  | 2,996  | 4,631  | *                             | 342   | *     | 1,045  | 87    | 1,474  | 898                      | 493   | *  | 4     | *   | 1,395 |      |

**TABLE A-3a.** Catches of yellowfin tuna by purse-seine vessels in the EPO, by vessel flag, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary. \*: data missing or not available; -: no data collected; C: data combined with those of other flags; this category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

**TABLA A-3a.** Capturas de atún aleta amarilla por buques de cerco en el OPO, por bandera del buque, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. \*: datos faltantes o no disponibles; -: datos no tomados; C: datos combinados con aquellos de otras banderas; se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

| COL  | CRI    | ECU   | ESP    | MEX     | NIC     | PAN    | PER    | SLV | USA     | VEN     | VUT    | C + OTR <sup>1</sup> | Total   |
|------|--------|-------|--------|---------|---------|--------|--------|-----|---------|---------|--------|----------------------|---------|
| 1979 | -      | 3,588 | C      | 22,534  | C       | 7,338  | 1,217  | -   | 105,376 | C       | -      | 21,628               | 170,650 |
| 1980 | -      | 1,941 | C      | 19,753  | -       | 4,784  | 443    | -   | 91,081  | 6,450   | -      | 12,830               | 143,042 |
| 1981 | -      | 2,632 | 6,651  | 41,147  | -       | 7,202  | C      | C   | 91,611  | 6,269   | -      | 5,718                | 168,234 |
| 1982 | -      | 122   | 934    | 18,785  | -       | 8,487  | C      | C   | 72,082  | 4,057   | -      | 4,777                | 114,755 |
| 1983 | -      | C     | 7,579  | 18,576  | -       | 2,444  | 943    | -   | 43,780  | 7,840   | -      | 2,767                | 83,929  |
| 1984 | -      | 2,702 | C      | 53,697  | -       | C      | C      | -   | 57,162  | 9,268   | -      | 2,430                | 135,785 |
| 1985 | -      | 2,785 | C      | 80,422  | -       | 10,887 | C      | -   | 84,364  | 20,696  | C      | 3,511                | 211,459 |
| 1986 | -      | C     | 16,561 | 103,644 | -       | 9,073  | C      | C   | 88,617  | 28,462  | C      | 14,155               | 260,512 |
| 1987 | -      | -     | 15,046 | 96,182  | -       | C      | C      | C   | 95,506  | 34,237  | C      | 21,037               | 262,008 |
| 1988 | -      | -     | 23,947 | 104,565 | -       | 7,364  | 1,430  | C   | 82,231  | 38,257  | C      | 19,499               | 277,293 |
| 1989 | -      | C     | 17,588 | 116,928 | -       | 10,557 | 1,724  | C   | 73,688  | 42,944  | C      | 14,567               | 277,996 |
| 1990 | C      | C     | 16,279 | 115,898 | -       | 6,391  | C      | -   | 50,790  | 47,490  | 22,208 | 4,197                | 263,253 |
| 1991 | C      | -     | 15,011 | 115,107 | -       | 1,731  | C      | -   | 18,751  | 45,345  | 29,687 | 5,625                | 231,257 |
| 1992 | C      | -     | 12,119 | 118,455 | -       | 3,380  | 45     | -   | 16,961  | 44,336  | 27,406 | 5,419                | 228,121 |
| 1993 | 3,863  | -     | 18,094 | 101,792 | -       | 5,671  | -      | -   | 14,055  | 43,522  | 24,936 | 7,559                | 219,492 |
| 1994 | 7,533  | -     | 18,365 | 99,618  | -       | 3,259  | -      | -   | 8,080   | 41,500  | 25,729 | 4,324                | 208,408 |
| 1995 | 8,829  | C     | 17,044 | 108,749 | -       | 1,714  | -      | -   | 5,069   | 47,804  | 22,220 | 4,005                | 215,434 |
| 1996 | 9,855  | C     | 17,125 | 119,878 | -       | 3,084  | -      | -   | 6,948   | 62,846  | 10,549 | 8,322                | 238,607 |
| 1997 | 9,402  | -     | 18,697 | 120,761 | -       | 4,807  | -      | -   | 5,826   | 57,881  | 20,701 | 6,803                | 244,878 |
| 1998 | 15,592 | -     | 36,201 | 106,840 | -       | 3,330  | -      | -   | 2,776   | 61,425  | 17,342 | 5,004                | 253,959 |
| 1999 | 13,267 | -     | 53,683 | 8,322   | 114,545 | C      | 5,782  | -   | 3,400   | 55,443  | 16,476 | 11,002               | 281,920 |
| 2000 | 13,174 | -     | 35,814 | 4,842   | 99,208  | C      | 4,414  | -   | 3,341   | 70,108  | 11,588 | 12,742               | 255,231 |
| 2001 | 21,793 | -     | 55,191 | 9,580   | 129,381 | C      | 10,577 | -   | 4,836   | 111,030 | 9,678  | 30,636               | 382,702 |
| 2002 | 29,683 | -     | 30,965 | 4,965   | 153,172 | C      | 19,961 | C   | 8,404   | 122,821 | 5,466  | 33,975               | 412,507 |
| 2003 | 17,638 | -     | 33,027 | 3,737   | 172,164 | -      | 24,888 | C   | 906     | 95,168  | 2,925  | 30,654               | 381,107 |
| 2004 | C      | -     | 40,839 | C       | 90,902  | C      | 31,236 | -   | 2,523   | 54,095  | 1,621  | 48,381               | 269,597 |
| 2005 | C      | -     | 40,754 | C       | 111,458 | 6,912  | 29,897 | -   | 6,905   | 41,604  | C      | 30,069               | 267,599 |
| 2006 | C      | -     | 25,544 | C       | 67,958  | 7,201  | 23,516 | -   | C       | 17,916  | C      | 24,195               | 166,330 |
| 2007 | C      | -     | 19,741 | C       | 64,940  | 5,449  | 28,853 | -   | C       | 23,992  | C      | 27,289               | 170,264 |
| 2008 | C      | -     | 18,800 | C       | 84,703  | 5,831  | 27,152 | C   | C       | 21,257  | C      | 28,103               | 185,846 |

<sup>1</sup> Includes—Incluye: BLZ, BMU, BOL, CAN, CHN, COG, CYM, CYP, GTM, HND, KOR, LBR, NLD, NZL, PRT, RUS, SEN, VCT, UNK

**TABLE A-3b.** Annual catches of yellowfin tuna by longline vessels, and totals for all gears, in the EPO, by vessel flag, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary. \*: data missing or not available; -: no data collected; C: data combined with those of other flags; this category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

**TABLE A-3b.** Capturas anuales de atún aleta amarilla por buques de palangre en el OPO, y totales de todas las artes, por bandera del buque, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. \*: datos faltantes o no disponibles; -: datos no tomados; C: datos combinados con aquellos de otras banderas; se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

|      | CHN   | CRI   | FRA-<br>PYF | JPN    | KOR   | MEX | PAN   | TWN   | USA | VUT | C + OTR <sup>1</sup> | Total<br>LL | Total<br>PS+LL | OTR <sup>2</sup> |
|------|-------|-------|-------------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|----------------------|-------------|----------------|------------------|
| 1979 | -     | -     | -           | 10,909 | 423   | -   | -     | 141   | -   | -   | *                    | 11,473      | 182,123        | 5,001            |
| 1980 | -     | -     | -           | 11,549 | 1,892 | -   | -     | 36    | -   | -   | *                    | 13,477      | 156,519        | 2,343            |
| 1981 | -     | -     | -           | 7,090  | 753   | -   | -     | 156   | -   | -   | *                    | 7,999       | 176,233        | 2,276            |
| 1982 | -     | -     | -           | 9,826  | 1,054 | -   | -     | 81    | -   | -   | *                    | 10,961      | 125,716        | 1,816            |
| 1983 | -     | -     | -           | 9,404  | 1,382 | 49  | -     | 60    | -   | -   | *                    | 10,895      | 94,824         | 4,856            |
| 1984 | -     | -     | -           | 9,134  | 1,155 | -   | -     | 56    | -   | -   | *                    | 10,345      | 146,130        | 3,335            |
| 1985 | -     | -     | -           | 10,633 | 2,505 | 2   | -     | 58    | -   | -   | *                    | 13,198      | 224,657        | 1,283            |
| 1986 | -     | -     | -           | 17,770 | 4,850 | 68  | -     | 120   | -   | -   | *                    | 22,808      | 283,320        | 2,751            |
| 1987 | -     | -     | -           | 13,484 | 5,048 | 272 | -     | 107   | -   | -   | *                    | 18,911      | 280,919        | 5,244            |
| 1988 | -     | -     | -           | 12,481 | 1,893 | 232 | -     | 54    | -   | -   | *                    | 14,660      | 291,953        | 4,477            |
| 1989 | -     | -     | -           | 15,335 | 1,162 | 9   | -     | 526   | -   | -   | *                    | 17,032      | 295,028        | 4,408            |
| 1990 | -     | -     | -           | 29,255 | 4,844 | -   | -     | 534   | -   | -   | *                    | 34,633      | 297,886        | 3,636            |
| 1991 | -     | 169   | -           | 23,721 | 5,688 | -   | -     | 1,319 | 2   | -   | *                    | 30,899      | 262,156        | 3,813            |
| 1992 | -     | 119   | 57          | 15,296 | 2,865 | -   | -     | 306   | 3   | -   | *                    | 18,646      | 246,767        | 5,747            |
| 1993 | -     | 200   | 39          | 20,339 | 3,257 | C   | -     | 155   | 17  | -   | 2                    | 24,009      | 243,501        | 7,984            |
| 1994 | -     | 481   | 214         | 25,983 | 3,069 | 41  | -     | 236   | 2   | -   | *                    | 30,026      | 238,434        | 5,112            |
| 1995 | -     | 542   | 198         | 17,042 | 2,748 | 7   | -     | 28    | 31  | -   | *                    | 20,596      | 236,030        | 3,335            |
| 1996 | -     | 183   | 253         | 12,631 | 3,491 | 0   | -     | 37    | 13  | -   | *                    | 16,608      | 255,215        | 5,401            |
| 1997 | -     | 715   | 307         | 16,218 | 4,753 | -   | -     | 131   | 11  | -   | 28                   | 22,163      | 267,041        | 5,015            |
| 1998 | -     | 1,124 | 388         | 10,048 | 3,624 | 16  | -     | 113   | 15  | -   | 8                    | 15,336      | 269,295        | 6,613            |
| 1999 | -     | 1,031 | 206         | 7,186  | 3,030 | 10  | -     | 186   | 7   | -   | 26                   | 11,682      | 293,602        | 4,487            |
| 2000 | -     | 1,084 | 1,052       | 15,265 | 5,134 | 153 | 359   | 742   | 10  | 5   | 51                   | 23,855      | 279,086        | 3,541            |
| 2001 | 942   | 1,133 | 846         | 14,808 | 5,230 | 29  | 732   | 3,928 | 29  | 13  | 1,918                | 29,608      | 412,310        | 4,436            |
| 2002 | 1,457 | 1,563 | 278         | 8,513  | 3,626 | 4   | 907   | 7,360 | 5   | 290 | 1,528                | 25,531      | 438,038        | 1,499            |
| 2003 | 2,739 | 1,418 | 462         | 9,125  | 4,911 | 365 | C     | 3,477 | 5   | 699 | 1,973                | 25,174      | 406,281        | 1,615            |
| 2004 | 798   | 1,701 | 767         | 7,338  | 2,997 | 32  | 2,802 | 1,824 | 6   | 171 | 343                  | 18,779      | 288,376        | 2,512            |
| 2005 | 682   | 1,791 | 530         | 3,966  | 532   | 1   | 1,782 | 2,422 | 7   | -   | 182                  | 11,895      | 279,494        | 3,674            |
| 2006 | 246   | 951   | 537         | 3,008  | -     | 0   | 2,164 | 1,671 | 21  | -   | 108                  | 8,706       | 175,036        | 2,143            |
| 2007 | 224   | 1,080 | 408         | 5,004  | 353   | 8   | -     | 745   | 10  | -   | 90                   | 7,922       | 178,186        | 2,161            |
| 2008 | -     | -     | -           | -      | -     | 2   | -     | -     | -   | -   | *                    | 2           | 185,848        | 984              |

<sup>1</sup> Includes—Incluye: BLZ, CHL, ECU, GTM, HND, NIC, SLV

<sup>2</sup> Includes gillnets, pole-and-line, recreational, and unknown gears—Incluye red de transnalle, caña, artes deportivas, y desconocidas

**TABLE A-3c.** Catches of skipjack tuna by purse-seine and longline vessels in the EPO, by vessel flag, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary. \*: data missing or not available; -: no data collected; C: data combined with those of other flags; this category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

**TABLA A-3c.** Capturas de atún barrilete por buques de cerco y de palangre en el OPO, por bandera del buque, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. \*: datos faltantes o no disponibles; -: datos no tomados; C: datos combinados con aquéllos de otras banderas; se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

|      | PS     |       |         |        |        |       |        |       |       |        |        |        |                      |         |       | LL +<br>OTR <sup>2</sup> |
|------|--------|-------|---------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|----------------------|---------|-------|--------------------------|
|      | COL    | CRI   | ECU     | ESP    | MEX    | NIC   | PAN    | PER   | SLV   | USA    | VEN    | VUT    | C + OTR <sup>1</sup> | Total   |       |                          |
| 1979 | -      | 5,259 | 16,051  | C      | 4,033  | C     | 6,122  | 1,042 | -     | 74,157 | C      | -      | 27,031               | 133,695 | 7,808 |                          |
| 1980 | -      | 2,142 | 5,085   | C      | 11,451 | -     | 3,773  | 172   | -     | 92,408 | 3,471  | -      | 12,410               | 130,912 | 7,189 |                          |
| 1981 | -      | 1,047 | 8,213   | 2,642  | 24,081 | -     | 4,230  | C     | C     | 71,237 | 3,562  | -      | 4,153                | 119,165 | 6,835 |                          |
| 1982 | -      | 226   | 13,590  | 1,609  | 14,598 | -     | 5,814  | C     | C     | 58,647 | 2,382  | -      | 3,633                | 100,499 | 4,170 |                          |
| 1983 | -      | C     | 12,590  | -      | 6,277  | -     | 764    | 170   | -     | 32,009 | 3,352  | -      | 1,689                | 56,851  | 5,125 |                          |
| 1984 | -      | 31    | 18,085  | -      | 8,550  | -     | C      | -     | -     | 23,966 | 7,797  | -      | 1,430                | 59,859  | 3,752 |                          |
| 1985 | -      | 87    | 22,806  | C      | 5,334  | -     | 1,197  | -     | -     | 9,907  | 8,184  | C      | 3,314                | 50,829  | 1,172 |                          |
| 1986 | -      | C     | 23,836  | C      | 6,061  | -     | 1,134  | C     | C     | 12,978 | 11,797 | C      | 9,828                | 65,634  | 2,111 |                          |
| 1987 | -      | -     | 20,473  | C      | 4,786  | -     | C      | C     | C     | 13,578 | 11,761 | C      | 13,421               | 64,019  | 2,448 |                          |
| 1988 | -      | -     | 11,743  | C      | 15,195 | -     | 1,863  | 714   | C     | 36,792 | 12,312 | C      | 8,494                | 87,113  | 5,013 |                          |
| 1989 | -      | C     | 22,922  | C      | 14,960 | -     | 4,361  | 276   | -     | 21,115 | 16,847 | C      | 14,453               | 94,934  | 3,988 |                          |
| 1990 | C      | C     | 24,071  | C      | 6,696  | -     | 3,425  | C     | -     | 13,188 | 11,362 | 11,920 | 3,707                | 74,369  | 2,738 |                          |
| 1991 | C      | -     | 18,438  | C      | 10,916 | -     | 1,720  | C     | -     | 13,162 | 5,217  | 9,051  | 3,724                | 62,228  | 3,662 |                          |
| 1992 | C      | -     | 25,408  | C      | 9,188  | -     | 3,724  | 352   | -     | 14,108 | 10,226 | 13,315 | 7,962                | 84,283  | 3,011 |                          |
| 1993 | 3,292  | -     | 21,227  | C      | 13,037 | -     | 1,062  | -     | -     | 17,853 | 7,270  | 10,908 | 9,181                | 83,830  | 6,089 |                          |
| 1994 | 7,348  | -     | 15,083  | C      | 11,783 | -     | 2,197  | -     | -     | 8,947  | 6,356  | 9,541  | 8,871                | 70,126  | 4,043 |                          |
| 1995 | 13,081 | C     | 31,934  | C      | 29,406 | -     | 4,084  | -     | -     | 14,032 | 5,508  | 13,910 | 15,092               | 127,047 | 7,241 |                          |
| 1996 | 13,230 | C     | 32,433  | C      | 14,501 | -     | 3,619  | -     | -     | 12,012 | 4,104  | 10,873 | 13,201               | 103,973 | 3,866 |                          |
| 1997 | 12,332 | -     | 51,826  | C      | 23,416 | -     | 4,277  | -     | -     | 13,687 | 8,617  | 14,246 | 25,055               | 153,456 | 3,491 |                          |
| 1998 | 4,698  | -     | 67,074  | 20,012 | 15,969 | -     | 1,136  | -     | C     | 6,898  | 6,795  | 11,284 | 6,765                | 140,631 | 2,215 |                          |
| 1999 | 11,210 | -     | 124,393 | 34,923 | 16,767 | C     | 5,286  | -     | C     | 13,491 | 16,344 | 21,287 | 17,864               | 261,565 | 3,638 |                          |
| 2000 | 6,380  | -     | 103,348 | 16,541 | 16,309 | C     | 12,402 | -     | -     | 10,777 | 4,697  | 11,191 | 22,662               | 204,307 | 366   |                          |
| 2001 | 2,623  | -     | 65,579  | 22,598 | 8,850  | C     | 6,141  | -     | C     | 4,355  | 1,161  | 8,110  | 24,144               | 143,561 | 1,696 |                          |
| 2002 | 2,324  | -     | 81,144  | 20,365 | 6,309  | C     | 7,092  | C     | 5,954 | 3,372  | 2,665  | 6,271  | 17,807               | 153,303 | 995   |                          |
| 2003 | 5,862  | -     | 139,232 | 28,778 | 8,793  | -     | 13,554 | C     | C     | 8,242  | 7,883  | 21,182 | 41,003               | 274,529 | 4,048 |                          |
| 2004 | C      | -     | 89,120  | C      | 24,968 | C     | 20,184 | -     | C     | 5,071  | 12,942 | 8,313  | 38,066               | 198,664 | 2,347 |                          |
| 2005 | C      | -     | 138,609 | C      | 31,685 | 2,469 | 28,055 | -     | 5,258 | C      | 14,015 | C      | 41,689               | 261,780 | 3,310 |                          |
| 2006 | C      | -     | 140,610 | C      | 18,220 | 4,886 | 44,013 | -     | C     | C      | 23,804 | C      | 65,875               | 297,408 | 1,645 |                          |
| 2007 | C      | -     | 93,510  | C      | 21,694 | 2,964 | 23,052 | -     | C     | C      | 21,604 | C      | 45,466               | 208,290 | 1,170 |                          |
| 2008 | C      | -     | 144,058 | C      | 21,432 | 6,003 | 42,452 | C     | C     | C      | 26,910 | C      | 54,675               | 295,530 | 777   |                          |

<sup>1</sup> Includes—Incluye: BLZ, BMU, BOL, CAN, CHN, COG, CYM, CYP, ECU, GTM, HND, KOR, LBR, NLD, NZL, PRT, RUS, SEN, VCT, UNK.

<sup>2</sup> Includes gillnets, pole-and-line, troll, recreational, and unknown gears—Incluye red de trasmalle, caña, curricán, artes deportivas y desconocidas.



**TABLE A-3d.** Catches of bigeye tuna by purse-seine vessels in the EPO, by vessel flag, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary. \*: data missing or not available; -: no data collected; C: data combined with those of other flags; this category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

**TABLA A-3d.** Capturas de atún patudo por buques de cerco en el OPO, por bandera del buque, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. \*: datos faltantes o no disponibles; -: datos no tomados; C: datos combinados con aquellos de otras banderas; se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

|      | COL   | CRI | ECU    | ESP    | MEX | NIC   | PAN    | PER | SLV   | USA    | VEN   | VUT    | C + OTR <sup>1</sup> | Total  |
|------|-------|-----|--------|--------|-----|-------|--------|-----|-------|--------|-------|--------|----------------------|--------|
| 1979 | -     | 10  | 2,361  | C      | -   | C     | 1,360  | 496 | -     | 6,985  | C     | -      | 885                  | 12,097 |
| 1980 | -     | -   | 3,191  | C      | 59  | -     | 2,000  | -   | -     | 11,291 | 1,715 | -      | 3,682                | 21,938 |
| 1981 | -     | 119 | 1,268  | 805    | 52  | -     | 1,113  | -   | C     | 8,267  | 2,766 | -      | 531                  | 14,921 |
| 1982 | -     | -   | 105    | 41     | 16  | -     | 1,039  | *   | *     | 4,548  | 1,190 | -      | *                    | 6,939  |
| 1983 | -     | *   | 457    | -      | 16  | -     | 663    | -   | -     | 1,801  | 1,319 | -      | 319                  | 4,575  |
| 1984 | -     | 3   | 1,164  | *      | 40  | -     | *      | *   | -     | 5,335  | 2,181 | -      | 138                  | 8,861  |
| 1985 | -     | 17  | 2,970  | C      | 19  | -     | -      | -   | -     | 1,806  | 939   | C      | 305                  | 6,056  |
| 1986 | -     | -   | 653    | C      | 1   | -     | -      | -   | -     | 266    | 1,466 | C      | 300                  | 2,686  |
| 1987 | -     | -   | 319    | C      | 2   | -     | -      | -   | C     | 224    | 453   | C      | 179                  | 1,177  |
| 1988 | -     | -   | 385    | C      | -   | -     | 431    | -   | C     | 256    | 202   | C      | 261                  | 1,535  |
| 1989 | -     | -   | 854    | C      | -   | -     | -      | -   | -     | 172    | 294   | C      | 710                  | 2,030  |
| 1990 | -     | -   | 1,619  | C      | 29  | -     | 196    | -   | -     | 209    | 1,405 | 2,082  | 381                  | 5,921  |
| 1991 | -     | -   | 2,224  | C      | 5   | -     | -      | -   | -     | 50     | 591   | 1,839  | 161                  | 4,870  |
| 1992 | -     | -   | 1,647  | C      | 61  | -     | 38     | -   | -     | 3,002  | 184   | 1,397  | 850                  | 7,179  |
| 1993 | 686   | -   | 2,166  | C      | 120 | -     | 10     | -   | -     | 3,324  | 253   | 1,848  | 1,250                | 9,657  |
| 1994 | 5,636 | -   | 5,112  | C      | 171 | -     | -      | -   | -     | 7,042  | 637   | 8,829  | 7,472                | 34,899 |
| 1995 | 5,815 | C   | 8,304  | C      | 91  | -     | 839    | -   | -     | 11,042 | 706   | 12,072 | 6,452                | 45,321 |
| 1996 | 7,692 | C   | 20,279 | C      | 82  | -     | 1,445  | -   | -     | 8,380  | 619   | 12,374 | 10,440               | 61,311 |
| 1997 | 3,506 | -   | 30,092 | C      | 38  | -     | 1,811  | -   | -     | 8,312  | 348   | 6,818  | 13,347               | 64,272 |
| 1998 | 596   | -   | 25,113 | 5,747  | 12  | -     | 12     | -   | C     | 5,309  | 348   | 4,746  | 2,246                | 44,129 |
| 1999 | 1,511 | -   | 24,355 | 11,703 | 33  | C     | 1,220  | -   | C     | 2,997  | 10    | 5,318  | 4,011                | 51,158 |
| 2000 | 1,279 | -   | 37,264 | 21,815 | 222 | C     | 5,795  | -   | -     | 2,598  | 51    | 7,974  | 17,642               | 94,640 |
| 2001 | 235   | -   | 25,142 | 9,203  | 20  | C     | 3,246  | -   | C     | 3,242  | 0     | 5,483  | 14,585               | 61,156 |
| 2002 | 299   | -   | 27,035 | 8,080  | 2   | C     | 2,457  | C   | 6,819 | 2,610  | 0     | 2,851  | 7,287                | 57,440 |
| 2003 | 258   | -   | 24,711 | 7,895  | 8   | -     | 4,621  | C   | C     | 2,779  | 438   | 6,510  | 6,954                | 54,174 |
| 2004 | C     | -   | 31,368 | C      | 0   | C     | 11,261 | -   | C     | 3,689  | 1,040 | 5,096  | 15,138               | 67,592 |
| 2005 | C     | -   | 32,680 | C      | 0   | 33    | 13,026 | -   | 989   | C      | 116   | C      | 22,982               | 69,826 |
| 2006 | C     | -   | 38,597 | C      | 59  | 2,486 | 13,247 | -   | C     | C      | 3,729 | C      | 25,860               | 83,978 |
| 2007 | C     | -   | 40,424 | C      | 0   | 503   | 8,855  | -   | C     | C      | 1,193 | C      | 12,099               | 63,074 |
| 2008 | C     | -   | 41,162 | C      | 328 | 846   | 11,357 | C   | C     | C      | 3,179 | C      | 18,781               | 75,653 |

<sup>1</sup> Includes—Incluye: BLZ, BMU, BOL, CAN, CHN, CYM, CYP, GTM, HND, KOR, LBR, NLD, NZL, PRT, SEN, VCT, UNK

**TABLE A-3e.** Annual catches of bigeye tuna by longline vessels, and totals for all gears, in the EPO, by vessel flag, 1979-2008. The data for 2006-2008 are preliminary. \*: data missing or not available; -: no data collected; C: data combined with those of other flags; this category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

**TABLA A-3e.** Capturas anuales de atún patudo por buques de palangre en el OPO, y totales de todas las artes, por bandera del buque, 1979-2008. Los datos de 2006-2008 son preliminares. \*: datos faltantes o no disponibles; -: datos no tomados; C: datos combinados con aquéllos de otras banderas; se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

|      | CHN    | CRI | ERA-<br>PYF | JPN    | KOR   | MEX | PAN   | TWN   | USA | VUT | C + OTR <sup>1</sup> | Total<br>LL | Total<br>PS+LL | OTR <sup>2</sup> |
|------|--------|-----|-------------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|-----|----------------------|-------------|----------------|------------------|
| 1979 | -      | -   | -           | 54,377 | 423   | -   | -     | 141   | -   | -   | *                    | 11,473      | 182,123        | 5,001            |
| 1980 | -      | -   | -           | 61,951 | 1,892 | -   | -     | 36    | -   | -   | *                    | 13,477      | 156,519        | 2,343            |
| 1981 | -      | -   | -           | 49,970 | 753   | -   | -     | 156   | -   | -   | *                    | 7,999       | 176,233        | 2,276            |
| 1982 | -      | -   | -           | 50,199 | 1,054 | -   | -     | 81    | -   | -   | *                    | 10,961      | 125,716        | 1,816            |
| 1983 | -      | -   | -           | 57,185 | 1,382 | 49  | -     | 60    | -   | -   | *                    | 10,895      | 94,824         | 4,856            |
| 1984 | -      | -   | -           | 9,134  | 1,155 | -   | -     | 56    | -   | -   | *                    | 10,345      | 146,130        | 3,335            |
| 1985 | -      | -   | -           | 10,633 | 2,505 | 2   | -     | 58    | -   | -   | *                    | 13,198      | 224,657        | 1,283            |
| 1986 | -      | -   | -           | 17,770 | 4,850 | 68  | -     | 120   | -   | -   | *                    | 22,808      | 283,320        | 2,751            |
| 1987 | -      | -   | -           | 13,484 | 5,048 | 272 | -     | 107   | -   | -   | *                    | 18,911      | 280,919        | 5,244            |
| 1988 | -      | -   | -           | 12,481 | 1,893 | 232 | -     | 54    | -   | -   | *                    | 14,660      | 291,953        | 4,477            |
| 1989 | -      | -   | -           | 15,335 | 1,162 | 9   | -     | 526   | -   | -   | *                    | 17,032      | 295,028        | 4,408            |
| 1990 | -      | -   | -           | 29,255 | 4,844 | -   | -     | 534   | -   | -   | *                    | 34,633      | 297,886        | 3,636            |
| 1991 | -      | 1   | -           | 23,721 | 5,688 | -   | -     | 1,319 | 2   | -   | *                    | 30,899      | 262,156        | 3,813            |
| 1992 | -      | 9   | 7           | 15,296 | 2,865 | -   | -     | 306   | 3   | -   | *                    | 18,646      | 246,767        | 5,747            |
| 1993 | -      | 25  | 7           | 20,339 | 3,257 | C   | -     | 155   | 17  | -   | 2                    | 24,009      | 243,501        | 7,984            |
| 1994 | -      | 1   | 102         | 25,983 | 3,069 | 41  | -     | 236   | 2   | -   | *                    | 30,026      | 238,434        | 5,112            |
| 1995 | -      | 13  | 97          | 17,042 | 2,748 | 7   | -     | 28    | 31  | -   | *                    | 20,596      | 236,030        | 3,335            |
| 1996 | -      | 1   | 113         | 12,631 | 3,491 | 0   | -     | 37    | 13  | -   | *                    | 16,608      | 255,215        | 5,401            |
| 1997 | -      | 9   | 250         | 16,218 | 4,753 | -   | -     | 131   | 11  | -   | 28                   | 22,163      | 267,041        | 5,015            |
| 1998 | -      | 28  | 359         | 10,048 | 3,624 | 16  | -     | 113   | 15  | -   | 8                    | 15,336      | 269,295        | 6,613            |
| 1999 | -      | 25  | 3,652       | 7,186  | 3,030 | 10  | -     | 186   | 7   | -   | 26                   | 11,682      | 293,602        | 4,487            |
| 2000 | -      | 27  | 653         | 15,265 | 5,134 | 153 | 359   | 742   | 10  | 5   | 51                   | 23,855      | 279,086        | 3,541            |
| 2001 | 2,639  | 28  | 684         | 14,808 | 5,230 | 29  | 732   | 3,928 | 29  | 13  | 1,918                | 29,608      | 412,310        | 4,436            |
| 2002 | 7,614  | 19  | 388         | 8,513  | 3,626 | 4   | 907   | 7,360 | 5   | 290 | 1,528                | 25,531      | 438,038        | 1,499            |
| 2003 | 10,066 | 18  | 346         | 9,125  | 4,911 | 365 | C     | 3,477 | 5   | 699 | 1,973                | 25,174      | 406,281        | 1,615            |
| 2004 | 2,645  | 21  | 405         | 7,338  | 2,997 | 32  | 2,802 | 1,824 | 6   | 171 | 343                  | 18,779      | 288,376        | 2,512            |
| 2005 | 2,104  | 23  | 398         | 3,966  | 532   | 1   | 1,782 | 2,422 | 7   | -   | 182                  | 11,895      | 279,494        | 3,674            |
| 2006 | 709    | 12  | 388         | 3,008  | -     | 0   | 2,164 | 1,671 | 21  | -   | 108                  | 8,706       | 175,036        | 2,143            |
| 2007 | 2,324  | 14  | 361         | 5,004  | 353   | 8   | -     | 745   | 10  | -   | 90                   | 7,922       | 178,186        | 2,161            |
| 2008 | 885    | -   | -           | -      | -     | 2   | -     | -     | -   | -   | *                    | 2           | 185,848        | 984              |

<sup>1</sup> Includes—Incluye: BLZ, CHL, ECU, ESP, HND, SLV

<sup>2</sup> Includes gillnets, pole-and-line, troll, recreational, and unknown gears—Incluye red de trasmalle, caña, curricán, artes deportivas, y desconocidas

**TABLE A-4a.** Preliminary estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas and bonitos caught by purse-seine and pole-and-line vessels in 2007, by species and vessel flag (upper panel) and locations where processed (lower panel). The data for yellowfin, skipjack, and bigeye tunas have been adjusted to the species composition estimates, and are preliminary.

**TABLA A-4a.** Estimaciones preliminares de las capturas retenidas y descargas, en toneladas métricas, de atunes y bonitos efectuadas por buques cerqueros y cañeros en el OPO en 2007, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fueron procesadas (panel inferior). Los datos de los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo fueron ajustados a las estimaciones de composición por especie, y son preliminares.

|  | YFT     | SKJ     | BET    | PBF   | ALB | BKJ   | BZX    | TUN | Total   | %    |
|--|---------|---------|--------|-------|-----|-------|--------|-----|---------|------|
| <b>Retained catches – Capturas retenidas</b> |         |         |        |       |     |       |        |     |         |      |
| ECU  | 19,741  | 93,510  | 40,424 | *     | *   | 662   | 1,361  | 14  | 155,712 | 33.4 |
| MEX  | 65,834  | 21,970  | 0      | 4,147 | 40  | 1,449 | 14,566 | 345 | 108,351 | 23.3 |
| NIC  | 5,449   | 2,964   | 503    | *     | *   | *     | *      | *   | 8,916   | 1.9  |
| PAN  | 28,853  | 23,052  | 8,855  | *     | *   | 92    | 23     | 3   | 60,878  | 13.1 |
| VEN  | 23,992  | 21,604  | 1,193  | *     | *   | 23    | 4      | 6   | 46,822  | 10.0 |
| OTR <sup>1</sup>                             | 27,289  | 45,466  | 12,099 | 42    | 98  | 36    | 0      | 232 | 85,262  | 18.3 |
| <b>Total</b>                                 | 171,158 | 208,566 | 63,074 | 4,189 | 138 | 2,262 | 15,954 | 600 | 465,941 |      |
| <b>Landings – Descargas</b>                  |         |         |        |       |     |       |        |     |         |      |
| COL  | 36,544  | 20,963  | 3,671  | *     | *   | *     | *      | *   | 61,178  | 13.0 |
| ECU  | 37,272  | 136,383 | 50,011 | *     | *   | 777   | 1,554  | 18  | 226,015 | 48.1 |
| MEX  | 59,669  | 21,839  | 137    | 4,144 | 40  | 1,419 | 14,373 | 343 | 101,964 | 21.7 |
| VEN  | 9,532   | 10,207  | 394    | *     | *   | 22    | 4      | 5   | 20,164  | 4.3  |
| OTR <sup>2</sup>                             | 33,933  | 22,460  | 3,715  | 45    | 98  | 42    | 23     | 232 | 60,548  | 12.9 |
| <b>Total</b>                                 | 176,950 | 211,852 | 57,928 | 4,189 | 138 | 2,260 | 15,954 | 598 | 469,869 |      |

<sup>1</sup> Includes Bolivia, Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Spain, United States, Vanuatu, and Unknown. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye Bolivia, Colombia, El Salvador, España, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Vanuatu, y Desconocido. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

<sup>1</sup> Includes Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Peru, United States, and Unknown. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye Costa Rica, El Salvador, España, Estados Unidos, Guatemala, Perú, y Desconocido. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

**TABLE A-4b.** Preliminary estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas and bonitos caught by purse-seine and pole-and-line vessels in the EPO in 2008, by species and vessel flag (upper panel) and locations where processed (lower panel). The data for yellowfin, skipjack, and bigeye tunas have been adjusted to the species composition estimates, and are preliminary.

**TABLE A-4b.** Estimaciones preliminares de las capturas retenidas y descargas, en toneladas métricas, de atunes y bonitos efectuadas por buques cerqueros y cañeros en el OPO en 2008, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fueron procesadas (panel inferior). Los datos de los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo fueron ajustados a las estimaciones de composición por especie, y son preliminares.

|  | YFT     | SKJ     | BET    | PBF   | ALB | BKJ   | BZX   | TUN | Total   | %    |
|--|---------|---------|--------|-------|-----|-------|-------|-----|---------|------|
| <b>Retained catches—Capturas retenidas</b> |         |         |        |       |     |       |       |     |         |      |
| ECU  | 18,800  | 144,058 | 41,162 | *     | *   | 110   | 23    | 88  | 204,241 | 35.6 |
| MEX  | 85,515  | 21,931  | 328    | 4,407 | 10  | 3,366 | 6,969 | 40  | 122,566 | 21.4 |
| NIC  | 5,831   | 6,003   | 846    | *     | *   | 3     | *     | *   | 12,683  | 2.2  |
| PAN  | 27,152  | 42,452  | 11,357 | *     | *   | 47    | 66    | 4   | 81,078  | 14.1 |
| VEN  | 21,257  | 26,910  | 3,179  | *     | *   | 57    | 9     | 3   | 51,415  | 9.0  |
| OTR <sup>1</sup>                           | 28,103  | 54,675  | 18,781 | *     | *   | 2     | 5     | 0   | 101,566 | 17.7 |
| <b>Total</b>                               | 186,658 | 296,029 | 75,653 | 4,407 | 10  | 3,585 | 7,072 | 135 | 573,549 |      |
| <b>Landings—Descargas</b>                  |         |         |        |       |     |       |       |     |         |      |
| COL  | 27,723  | 26,579  | 4,792  | *     | *   | 22    | *     | 1   | 59,117  | 10.4 |
| ECU  | 38,395  | 202,425 | 60,031 | *     | *   | 139   | 94    | 70  | 301,154 | 52.9 |
| MEX  | 84,574  | 26,179  | 2,026  | 4,407 | 10  | 3,364 | 6,975 | 39  | 127,574 | 22.4 |
| VEN  | 9,171   | 13,048  | 1,568  | *     | *   | 52    | 9     | 3   | 23,851  | 4.2  |
| OTR <sup>2</sup>                           | 23,297  | 27,037  | 6,745  | *     | *   | 6     | *     | 5   | 57,090  | 10.0 |
| <b>Total</b>                               | 183,160 | 295,268 | 75,162 | 4,407 | 10  | 3,583 | 7,078 | 118 | 568,786 |      |

<sup>1</sup> Includes Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Spain, Peru, United States, and Vanuatu. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye Colombia, El Salvador, España, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Perú, y Vanuatu. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

<sup>3</sup> Includes Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Peru, Spain, United States, and Unknown. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>4</sup> Incluye Costa Rica, El Salvador, España, Estados Unidos, Guatemala, Perú, y Desconocido. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

TABLE A-5. Annual retained catches of Pacific bluefin tuna, by gear type and flag, in metric tons. The data for 2006 and 2007 are preliminary.  
 TABLA A-5. Capturas retenidas anuales de atún aleta azul del Pacífico, por arte de pesca y bandera, en toneladas métricas. Los datos de 2006 y 2007 son preliminares.

| PBF  | Western Pacific flags—Banderas del Pacífico occidental <sup>1</sup> |       |       |       |       |     |                  |       |     |        |     |     | Eastern Pacific flags—Banderas del Pacífico oriental |     |    |     |     |     |    |     | Total |           |        |
|------|---|-------|-------|-------|-------|-----|------------------|-------|-----|--------|-----|-----|--|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-------|-----------|--------|
|      | JPN   |       |       |       |       |     | KOR <sup>1</sup> |       |     | TWN    |     |     | USA  |     |    |     | MEX |     |    |     |       |           |        |
|      | PS  | LP    | LL    | OTR   | PS    | OTR | PS               | OTR   | LL  | OTR    | PS  | OTR | PS   | OTR | PS | OTR | PS  | OTR | PS | OTR |       | Sub-total |        |
|      |   |       |       |       |       |     |                  |       |     |        |     |     |  |     |    |     |     |     |    |     |       |           |        |
| 1979 | 13,881  | 1,250 | 764   | 9,642 | -     | -   | -                | 58    | -   | -      | -   | 17  | 213  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 6,119 | 31,715    |        |
| 1980 | 11,327  | 1,392 | 851   | 6,004 | -     | -   | -                | 114   | 5   | 19,693 | 31  | 582 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 2,940 | 22,634    |        |
| 1981 | 25,422  | 754   | 618   | 6,559 | -     | -   | -                | 179   | -   | 33,532 | 24  | 218 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,109 | 34,641    |        |
| 1982 | 19,234  | 1,777 | 737   | 4,239 | 31    | -   | -                | 207   | 2   | 26,228 | 13  | 506 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 3,159 | 29,387    |        |
| 1983 | 14,774  | 356   | 224   | 4,116 | 13    | -   | -                | 175   | 2   | 19,670 | 44  | 214 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 887   | 20,557    |        |
| 1984 | 4,433   | 587   | 164   | 4,977 | 4     | -   | -                | 477   | 8   | 10,655 | 78  | 166 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 917   | 11,573    |        |
| 1985 | 4,154   | 1,817 | 115   | 5,587 | 1     | -   | -                | 210   | 11  | 11,975 | 80  | 676 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 4,113 | 16,089    |        |
| 1986 | 7,412   | 1,086 | 116   | 5,100 | 344   | -   | -                | 70    | 13  | 14,157 | 16  | 189 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 5,109 | 19,266    |        |
| 1987 | 8,653   | 1,565 | 244   | 3,524 | 89    | -   | -                | 365   | 14  | 14,474 | 21  | 119 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,033 | 15,507    |        |
| 1988 | 3,605   | 907   | 187   | 2,464 | 32    | -   | -                | 108   | 62  | 7,562  | 197 | 447 | 1  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,427 | 8,989     |        |
| 1989 | 6,190   | 754   | 241   | 1,933 | 71    | -   | -                | 205   | 54  | 9,707  | 259 | 57  | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,236 | 10,943    |        |
| 1990 | 2,989   | 536   | 336   | 2,421 | 132   | -   | -                | 189   | 315 | 7,067  | 149 | 50  | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,587 | 8,653     |        |
| 1991 | 9,808   | 286   | 238   | 4,204 | 265   | -   | -                | 342   | 119 | 15,262 | 265 | 9   | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 519   | 15,781    |        |
| 1992 | 7,162   | 166   | 529   | 3,205 | 288   | -   | -                | 464   | 8   | 11,896 | 73  | 171 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 2,099 | 13,995    |        |
| 1993 | 6,600   | 129   | 822   | 1,759 | 40    | -   | -                | 471   | 3   | 9,825  | 1   | 401 | -  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 986   | 10,811    |        |
| 1994 | 8,131   | 162   | 1,226 | 5,667 | 50    | -   | -                | 559   | -   | 15,795 | 148 | 63  | 2  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,120 | 16,916    |        |
| 1995 | 18,909  | 270   | 688   | 7,224 | 821   | -   | -                | 335   | 2   | 28,248 | -   | 308 | 11   | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 977   | 29,225    |        |
| 1996 | 7,644   | 94    | 909   | 5,360 | 102   | -   | -                | 956   | -   | 15,066 | -   | 110 | 3,700  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 8,453 | 23,519    |        |
| 1997 | 13,152  | 34    | 1,312 | 4,354 | 1054  | -   | -                | 1,814 | -   | 21,720 | -   | 290 | 367  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 2,911 | 24,632    |        |
| 1998 | 5,390   | 85    | 1,266 | 4,439 | 188   | -   | -                | 1,910 | -   | 13,277 | -   | 694 | 1  | 0   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 2,487 | 15,764    |        |
| 1999 | 6,173   | 35    | 1,174 | 5,192 | 256   | -   | -                | 3,089 | -   | 25,919 | -   | 184 | 2,369  | 35  | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 3,234 | 29,153    |        |
| 2000 | 16,486  | 102   | 960   | 6,935 | 1,976 | -   | -                | 2,780 | 2   | 29,240 | -   | 693 | 3,025  | 99  | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 4,242 | 33,482    |        |
| 2001 | 7,620   | 180   | 797   | 5,477 | 968   | 10  | -                | 1,839 | 4   | 16,895 | -   | 404 | 863  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 1,609 | 18,504    |        |
| 2002 | 9,273   | 99    | 846   | 4,158 | 767   | 1   | -                | 1,523 | 4   | 16,671 | -   | 50  | 1,708  | 2   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 2,491 | 19,162    |        |
| 2003 | 6,344   | 44    | 1,249 | 3,124 | 2,141 | -   | -                | 1,863 | 21  | 14,786 | -   | 22  | 3,211  | 43  | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 60    | 3,748     | 18,534 |
| 2004 | 7,369   | 132   | 1,855 | 3,592 | 636   | -   | -                | 1,714 | 3   | 15,301 | -   | -   | 8,880  | 14  | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 77    | 9,031     | 24,333 |
| 2005 | 11,260  | 549   | 1,950 | 6,136 | 594   | -   | -                | 1,368 | -   | 21,857 | -   | 201 | 4,542  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 27    | 4,855     | 26,712 |
| 2006 | 7,161   | 108   | 1,151 | 3,742 | 949   | -   | -                | 1,149 | 1   | 14,261 | -   | -   | 9,706  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | 24    | 9,828     | 24,089 |
| 2007 | 5,692   | 236   | 1,056 | 4,989 | 946   | -   | -                | 1,401 | 10  | 14,330 | -   | 42  | 4,005  | -   | -  | -   | -   | -   | -  | -   | *     | 4,063     | 18,393 |

<sup>1</sup> Source: International Scientific Committee, 8th Plenary Meeting, Pacific Bluefin Tuna, July 2008, —Fuente: Comité Científico Internacional, 8ª Reunión Plenaria, Atún Aleta Azul del Pacífico, julio de 2008

**TABLE A-6a.** Annual retained catches of North Pacific albacore by region and gear, in metric tons, compiled from IATTC data (EPO) and SPC data (WCPO). The data for 2007 and 2008 are preliminary.

**TABLA A-6a.** Capturas retenidas anuales de atún albacora del Pacífico Norte por región, en toneladas métricas, compiladas de datos de la CIAT (OPO) y la SPC (WCPO). Los datos de 2007 y 2008 son preliminares.

| ALB<br>(N) | Eastern Pacific Ocean<br>Océano Pacífico oriental |       |        |       |       |          | Western and central Pacific Ocean<br>Océano Pacífico occidental y central |        |        |        |          | Total   |
|------------|---|-------|--------|-------|-------|----------|---|--------|--------|--------|----------|---------|
|            | LL  | LP    | LTL    | PS    | OTR   | Subtotal | LL  | LP     | LTL    | OTR    | Subtotal |         |
| 1979       | 1,394   | 179   | 4,955  | 148   | 74    | 6,750    | 13,238  | 44,786 | 2,347  | 4,137  | 64,508   | 71,258  |
| 1980       | 1,268   | 407   | 5,421  | 194   | 168   | 7,458    | 14,328  | 46,717 | 2,347  | 4,539  | 67,931   | 75,389  |
| 1981       | 2,040   | 608   | 12,039 | 99    | 227   | 15,013   | 16,661  | 27,566 | 798    | 11,299 | 56,324   | 71,337  |
| 1982       | 1,971   | 198   | 3,303  | 355   | 257   | 6,084    | 15,783  | 29,841 | 3,410  | 13,706 | 62,740   | 68,824  |
| 1983       | 1,572   | 449   | 7,751  | 7     | 87    | 9,866    | 14,502  | 21,256 | 1,833  | 7,589  | 45,180   | 55,046  |
| 1984       | 2,592   | 1,441 | 8,343  | 3,910 | 1,427 | 17,713   | 13,070  | 25,602 | 1,011  | 17,243 | 56,926   | 74,639  |
| 1985       | 1,313   | 877   | 5,308  | 42    | 1,176 | 8,716    | 13,336  | 21,335 | 1,163  | 13,771 | 49,605   | 58,321  |
| 1986       | 698   | 86    | 4,282  | 47    | 196   | 5,309    | 12,442  | 16,442 | 456    | 10,742 | 40,082   | 45,391  |
| 1987       | 1,114   | 320   | 2,300  | 1     | 171   | 3,906    | 14,239  | 18,920 | 570    | 11,338 | 45,067   | 48,973  |
| 1988       | 899   | 271   | 4,202  | 17    | 64    | 5,453    | 14,554  | 6,543  | 165    | 18,904 | 40,166   | 45,619  |
| 1989       | 952   | 21    | 1,852  | 1     | 160   | 2,986    | 13,045  | 8,662  | 148    | 19,826 | 41,681   | 44,667  |
| 1990       | 1,143   | 170   | 2,440  | 39    | 24    | 3,816    | 15,117  | 8,477  | 465    | 26,135 | 50,194   | 54,010  |
| 1991       | 1,514   | 834   | 1,783  | -     | 6     | 4,137    | 16,194  | 6,269  | 201    | 10,792 | 33,456   | 37,593  |
| 1992       | 1,635   | 255   | 4,515  | -     | 2     | 6,407    | 18,054  | 13,633 | 419    | 16,578 | 48,684   | 55,091  |
| 1993       | 1,772   | 1     | 4,331  | -     | 25    | 6,129    | 29,127  | 12,796 | 2,417  | 4,087  | 48,427   | 54,556  |
| 1994       | 2,356   | 85    | 9,574  | -     | 106   | 12,121   | 28,386  | 26,304 | 3,560  | 3,380  | 61,630   | 73,751  |
| 1995       | 1,380   | 465   | 7,306  | -     | 102   | 9,253    | 31,493  | 20,596 | 3,452  | 1,622  | 57,163   | 66,416  |
| 1996       | 1,675   | 72    | 8,195  | 11    | 88    | 10,041   | 37,614  | 20,224 | 13,654 | 982    | 72,474   | 82,515  |
| 1997       | 1,365   | 59    | 6,056  | 1     | 1,018 | 8,499    | 46,520  | 32,252 | 12,618 | 1,718  | 93,108   | 101,607 |
| 1998       | 1,730   | 81    | 11,936 | 42    | 1,208 | 14,997   | 46,097  | 22,924 | 8,138  | 2,028  | 79,187   | 94,184  |
| 1999       | 2,701   | 227   | 10,831 | 47    | 3,621 | 17,427   | 43,360  | 50,202 | 3,022  | 7,534  | 104,118  | 121,545 |
| 2000       | 1,880   | 86    | 10,875 | 71    | 1,798 | 14,710   | 38,990  | 21,533 | 4,370  | 3,187  | 68,080   | 82,790  |
| 2001       | 1,822   | 157   | 11,597 | 3     | 1,635 | 15,214   | 34,466  | 29,412 | 5,141  | 1,367  | 70,386   | 85,600  |
| 2002       | 1,227   | 381   | 11,906 | 31    | 2,357 | 15,902   | 31,220  | 48,451 | 4,417  | 3,862  | 87,950   | 103,852 |
| 2003       | 1,126   | 59    | 17,786 | 32    | 2,228 | 21,231   | 30,342  | 36,114 | 4,100  | 956    | 71,512   | 92,743  |
| 2004       | 854   | 126   | 20,196 | 105   | 1,518 | 22,799   | 23,381  | 32,254 | 1,977  | 7,459  | 65,071   | 87,870  |
| 2005       | 582   | 66    | 13,708 | 2     | 1,739 | 16,097   | 27,601  | 16,133 | 1,016  | 1,444  | 46,194   | 62,291  |
| 2006       | 3,797   | 1     | 18,501 | 109   | 299   | 22,707   | 24,901  | 15,410 | 447    | 837    | 41,595   | 64,302  |
| 2007       | 2,980   | 21    | 17,548 | 117   | 1,069 | 21,735   | 27,321  | 15,390 | 605    | 67     | 43,383   | 65,118  |
| 2008       | 73  | *     | *      | 10    | *     | 83       | *   | *      | *      | *      | *        | 83      |



**TABLE A-7.** Estimated numbers of sets, by set type and vessel capacity category, and estimated retained catches, in metric tons, of yellowfin, skipjack, and bigeye tuna in the EPO, by purse-seine vessels. The data for 2008 are preliminary. The data for yellowfin, skipjack, and bigeye tunas have been adjusted to the species composition estimate and are preliminary.

**TABLA A-7.** Números estimados de lances, por tipo de lance y categoría de capacidad de buque, y capturas retenidas estimadas, en toneladas métricas, de atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo en el OPO. Los datos de 2008 son preliminares. Los datos de los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo fueron ajustados a la estimación de composición por especie, y son preliminares.

|            | Number of sets—Número de lances   |        |        | Retained catch—Captura retenida |         |        |
|------------|---|--------|--------|---------------------------------|---------|--------|
|            | Vessel capacity—Capacidad del buque   |        | Total  | YFT                             | SKJ     | BET    |
|            | ≤363 t  | >363 t |        |                                 |         |        |
| <b>DEL</b> | <b>Sets on fish associated with dolphins</b><br><b>Lances sobre peces asociados con delfines</b>                  |        |        |                                 |         |        |
| 1993       | 34  | 6,953  | 6,987  | 110,893                         | 587     | 51     |
| 1994       | 5   | 7,804  | 7,809  | 125,345                         | 1,106   | 1      |
| 1995       | 0   | 7,185  | 7,185  | 132,710                         | 2,548   | 1      |
| 1996       | 14  | 7,472  | 7,486  | 138,466                         | 1,761   | 57     |
| 1997       | 43  | 8,977  | 9,020  | 152,228                         | 8,157   | 0      |
| 1998       | 0   | 10,645 | 10,645 | 154,528                         | 4,998   | 6      |
| 1999       | 0   | 8,648  | 8,648  | 143,166                         | 1,705   | 5      |
| 2000       | 0   | 9,235  | 9,235  | 147,776                         | 539     | 15     |
| 2001       | 0   | 9,876  | 9,876  | 238,145                         | 1,808   | 6      |
| 2002       | 0   | 12,290 | 12,290 | 301,480                         | 3,177   | 2      |
| 2003       | 0   | 13,760 | 13,760 | 264,035                         | 13,354  | 1      |
| 2004       | 0   | 11,783 | 11,783 | 175,856                         | 10,796  | 3      |
| 2005       | 0   | 12,173 | 12,173 | 166,163                         | 12,078  | 2      |
| 2006       | 0   | 8,923  | 8,923  | 91,987                          | 4,806   | 0      |
| 2007       | 0   | 8,871  | 8,871  | 97,351                          | 3,285   | 7      |
| 2008       | 0   | 9,201  | 9,201  | 115,870                         | 8,802   | 5      |
| <b>OBJ</b> | <b>Sets on fish associated with floating objects</b><br><b>Lances sobre peces asociados con objetos flotantes</b> |        |        |                                 |         |        |
| 1993       | 493   | 2,063  | 2,556  | 19,614                          | 53,009  | 6,141  |
| 1994       | 668   | 2,770  | 3,438  | 20,843                          | 51,125  | 33,960 |
| 1995       | 707   | 3,519  | 4,226  | 21,146                          | 80,010  | 41,873 |
| 1996       | 1,230   | 3,965  | 5,195  | 27,842                          | 69,614  | 58,371 |
| 1997       | 1,699   | 5,610  | 7,309  | 30,007                          | 116,764 | 62,704 |
| 1998       | 1,198   | 5,465  | 6,663  | 26,286                          | 110,297 | 41,909 |
| 1999       | 630   | 4,483  | 5,113  | 43,052                          | 181,547 | 49,330 |
| 2000       | 508   | 3,713  | 4,221  | 42,702                          | 120,616 | 92,339 |
| 2001       | 827   | 5,674  | 6,501  | 66,598                          | 122,692 | 60,378 |
| 2002       | 865   | 5,771  | 6,636  | 37,804                          | 116,584 | 55,919 |
| 2003       | 706   | 5,457  | 6,163  | 30,038                          | 181,551 | 52,381 |
| 2004       | 615   | 4,986  | 5,601  | 27,587                          | 117,555 | 66,079 |
| 2005       | 639   | 4,992  | 5,631  | 25,694                          | 132,580 | 68,141 |
| 2006       | 1,158   | 6,862  | 8,020  | 34,000                          | 191,803 | 82,273 |
| 2007       | 1,378   | 5,857  | 7,235  | 29,622                          | 122,247 | 61,821 |
| 2008       | 1,728   | 6,657  | 8,385  | 37,978                          | 155,546 | 73,860 |



TABLE A-7. (continued)  
 TABLA A-7 (continuación)

|            | Number of sets—Número de lances  |        |        | Retained catch—Captura retenida |         |        |
|------------|--|--------|--------|---------------------------------|---------|--------|
|            | Vessel capacity—Capacidad del buque  |        | Total  | YFT                             | SKJ     | BET    |
|            | ≤363 t   | >363 t |        |                                 |         |        |
| <b>NOA</b> | <b>Sets on unassociated schools<br/>Lances sobre cardúmenes no asociados</b> |        |        |                                 |         |        |
| 1993       | 5,739  | 6,267  | 12,006 | 88,985                          | 30,234  | 3,465  |
| 1994       | 5,440  | 4,835  | 10,275 | 62,220                          | 17,895  | 938    |
| 1995       | 6,120  | 4,782  | 10,902 | 61,578                          | 44,489  | 3,447  |
| 1996       | 5,807  | 5,118  | 10,925 | 72,299                          | 32,598  | 2,883  |
| 1997       | 5,334  | 4,680  | 10,014 | 62,643                          | 28,535  | 1,568  |
| 1998       | 5,700  | 4,607  | 10,307 | 73,145                          | 25,336  | 2,214  |
| 1999       | 5,632  | 6,139  | 11,771 | 95,702                          | 78,313  | 1,823  |
| 2000       | 5,486  | 5,472  | 10,958 | 64,753                          | 83,152  | 2,286  |
| 2001       | 4,012  | 3,024  | 7,036  | 77,959                          | 19,061  | 772    |
| 2002       | 4,929  | 3,442  | 8,371  | 73,223                          | 33,542  | 1,519  |
| 2003       | 7,274  | 5,131  | 12,405 | 87,034                          | 79,624  | 1,792  |
| 2004       | 4,969  | 5,696  | 10,665 | 66,154                          | 70,313  | 1,510  |
| 2005       | 6,106  | 7,816  | 13,922 | 75,742                          | 117,122 | 1,683  |
| 2006       | 6,189  | 8,443  | 14,632 | 40,343                          | 100,799 | 1,705  |
| 2007       | 4,784  | 7,211  | 11,995 | 43,291                          | 82,758  | 1,246  |
| 2008       | 4,771  | 6,220  | 10,991 | 31,998                          | 131,182 | 1,788  |
| <b>ALL</b> | <b>Sets on all types of schools<br/>Lances sobre todos tipos de cardumen</b> |        |        |                                 |         |        |
| 1993       | 6,266  | 15,283 | 21,549 | 219,492                         | 83,830  | 9,657  |
| 1994       | 6,113  | 15,409 | 21,522 | 208,408                         | 70,126  | 34,899 |
| 1995       | 6,827  | 15,486 | 22,313 | 215,434                         | 127,047 | 45,321 |
| 1996       | 7,051  | 16,555 | 23,606 | 238,607                         | 103,973 | 61,311 |
| 1997       | 7,076  | 19,267 | 26,343 | 244,878                         | 153,456 | 64,272 |
| 1998       | 6,898  | 20,717 | 27,615 | 253,959                         | 140,631 | 44,129 |
| 1999       | 6,262  | 19,270 | 25,532 | 281,920                         | 261,565 | 51,158 |
| 2000       | 5,994  | 18,420 | 24,414 | 255,231                         | 204,307 | 94,640 |
| 2001       | 4,839  | 18,574 | 23,413 | 382,702                         | 143,561 | 61,156 |
| 2002       | 5,794  | 21,503 | 27,297 | 412,507                         | 153,303 | 57,440 |
| 2003       | 7,980  | 24,348 | 32,328 | 381,107                         | 274,529 | 54,174 |
| 2004       | 5,584  | 22,465 | 28,049 | 269,597                         | 198,664 | 67,592 |
| 2005       | 6,745  | 24,981 | 31,726 | 267,599                         | 261,780 | 69,826 |
| 2006       | 7,347  | 24,228 | 31,575 | 166,330                         | 297,408 | 83,978 |
| 2007       | 6,162  | 21,939 | 28,101 | 170,264                         | 208,290 | 63,074 |
| 2008       | 6,499  | 22,078 | 28,577 | 185,846                         | 295,530 | 75,653 |

**TABLE A-8.** Types of floating objects on which sets were made. The 2008 data are preliminary.

**TABLA A-8.** Tipos de objetos flotantes sobre los que se hicieron lances. Los datos de 2008 son preliminares.

| OBJ  | Flotsam<br>Naturales |      | FADs<br>Plantados |      | Unknown<br>Desconocido |     | Total |
|------|----------------------|------|-------------------|------|------------------------|-----|-------|
|      | No.                  | %    | No.               | %    | No.                    | %   |       |
| 1993 | 1,138                | 55.2 | 825               | 40.0 | 100                    | 4.8 | 2,063 |
| 1994 | 773                  | 27.9 | 1,899             | 68.6 | 98                     | 3.5 | 2,770 |
| 1995 | 728                  | 20.7 | 2,714             | 77.1 | 77                     | 2.2 | 3,519 |
| 1996 | 538                  | 13.6 | 3,405             | 85.9 | 22                     | 0.6 | 3,965 |
| 1997 | 829                  | 14.8 | 4,728             | 84.3 | 53                     | 0.9 | 5,610 |
| 1998 | 751                  | 13.7 | 4,612             | 84.4 | 102                    | 1.9 | 5,465 |
| 1999 | 831                  | 18.5 | 3,632             | 81.0 | 20                     | 0.4 | 4,483 |
| 2000 | 488                  | 13.1 | 3,187             | 85.8 | 38                     | 1.0 | 3,713 |
| 2001 | 592                  | 10.4 | 5,058             | 89.1 | 24                     | 0.4 | 5,674 |
| 2002 | 778                  | 13.5 | 4,966             | 86.1 | 27                     | 0.5 | 5,771 |
| 2003 | 715                  | 13.1 | 4,722             | 86.5 | 20                     | 0.4 | 5,457 |
| 2004 | 586                  | 11.8 | 4,370             | 87.6 | 30                     | 0.6 | 4,986 |
| 2005 | 603                  | 12.1 | 4,281             | 85.8 | 108                    | 2.2 | 4,992 |
| 2006 | 697                  | 10.2 | 6,123             | 89.2 | 42                     | 0.6 | 6,862 |
| 2007 | 597                  | 10.2 | 5,188             | 88.6 | 72                     | 1.2 | 5,857 |
| 2008 | 549                  | 8.2  | 6,074             | 91.2 | 34                     | 0.5 | 6,657 |

**TABLE A-9.** Reported nominal longline fishing effort (E; 1000 hooks), and catch (C; metric tons) of yellowfin, skipjack, bigeye, Pacific bluefin, and albacore tunas only, by flag, in the EPO.

**TABLA A-9.** Esfuerzo de pesca palangrero nominal reportado (E; 1000 anzuelos), y captura (C; toneladas métricas) de atunes aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul del Pacífico, y albacora solamente, por bandera, en el OPO.

| LL   | CHN    |        | JPN     |         | KOR    |        | PYF    |       | TWN    |        | USA   |     | OTR <sup>1</sup> |   |
|------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|-----|------------------|---|
|      | E      | C      | E       | C       | E      | C      | E      | C     | E      | C      | E     | C   | E                | C |
| 1979 | -      | -      | 137,776 | 67,932  | 5,021  | 2,305  | -      | -     | 3,138  | 2,293  | -     | -   | -                | - |
| 1980 | -      | -      | 138,143 | 75,639  | 11,788 | 5,907  | -      | -     | 3,000  | 1,611  | -     | -   | -                | - |
| 1981 | -      | -      | 131,254 | 59,226  | 19,731 | 6,540  | -      | -     | 5,952  | 2,948  | -     | -   | -                | - |
| 1982 | -      | -      | 116,210 | 61,369  | 18,612 | 7,489  | -      | -     | 8,117  | 3,910  | -     | -   | -                | - |
| 1983 | -      | -      | 127,177 | 69,563  | 14,675 | 6,478  | -      | -     | 4,850  | 2,311  | -     | -   | 49               | - |
| 1984 | -      | -      | 119,628 | 57,262  | 11,767 | 4,490  | -      | -     | 3,730  | 1,734  | -     | -   | -                | - |
| 1985 | -      | -      | 106,761 | 74,347  | 19,785 | 10,508 | -      | -     | 3,126  | 1,979  | -     | -   | 2                | - |
| 1986 | -      | -      | 160,572 | 111,673 | 30,765 | 17,432 | -      | -     | 4,874  | 2,569  | -     | -   | 68               | - |
| 1987 | -      | -      | 188,386 | 104,053 | 36,436 | 19,405 | -      | -     | 12,267 | 5,335  | -     | -   | 273              | - |
| 1988 | -      | -      | 182,709 | 82,384  | 43,056 | 10,172 | -      | -     | 9,567  | 4,590  | -     | -   | 234              | - |
| 1989 | -      | -      | 170,370 | 84,961  | 43,365 | 4,879  | -      | -     | 16,360 | 4,962  | -     | -   | 9                | - |
| 1990 | -      | -      | 178,414 | 117,923 | 47,167 | 17,415 | -      | -     | 12,543 | 4,755  | -     | -   | -                | - |
| 1991 | -      | -      | 200,374 | 112,337 | 65,024 | 24,644 | -      | -     | 17,969 | 5,862  | 42    | 12  | 173              | - |
| 1992 | -      | -      | 191,300 | 93,011  | 45,634 | 13,104 | 500    | 88    | 33,025 | 14,142 | 325   | 106 | 128              | - |
| 1993 | -      | -      | 159,956 | 87,976  | 46,375 | 12,843 | 2,605  | 80    | 18,064 | 6,566  | 415   | 81  | 227              | - |
| 1994 | -      | -      | 163,999 | 92,606  | 44,788 | 13,249 | 3,410  | 574   | 12,588 | 4,883  | 303   | 26  | 523              | - |
| 1995 | -      | -      | 129,599 | 69,435  | 54,979 | 12,778 | 3,452  | 559   | 2,910  | 1,639  | 828   | 179 | 562              | - |
| 1996 | -      | -      | 103,649 | 52,298  | 40,290 | 14,120 | 4,219  | 931   | 5,830  | 3,554  | 510   | 181 | 184              | - |
| 1997 | -      | -      | 96,385  | 59,325  | 30,493 | 16,663 | 5,490  | 1,941 | 8,720  | 5,673  | 464   | 216 | 752              | - |
| 1998 | -      | -      | 106,568 | 50,167  | 51,817 | 15,089 | 6,415  | 2,858 | 10,586 | 5,039  | 1,008 | 405 | 1,176            | - |
| 1999 | -      | -      | 80,950  | 32,886  | 54,269 | 13,295 | 9,190  | 4,446 | 23,247 | 7,865  | 1,756 | 470 | 1,156            | - |
| 2000 | -      | -      | 79,327  | 45,216  | 33,585 | 18,758 | 10,230 | 4,382 | 18,152 | 7,809  | 736   | 204 | 4,868            | - |
| 2001 | 13,054 | 5,162  | 102,220 | 54,775  | 72,261 | 18,200 | 11,200 | 5,086 | 53,224 | 20,060 | 1,438 | 238 | 15,614           | - |
| 2002 | 34,894 | 10,398 | 103,912 | 45,401  | 96,273 | 14,370 | 10,700 | 3,238 | 77,051 | 31,773 | 611   | 138 | 10,258           | - |
| 2003 | 43,290 | 14,548 | 101,236 | 36,187  | 71,006 | 15,551 | 14,048 | 4,101 | 74,322 | 28,328 | 1,313 | 262 | 11,595           | - |
| 2004 | 15,886 | 4,033  | 76,828  | 30,937  | 55,861 | 14,540 | 17,865 | 3,030 | 51,697 | 19,535 | 1,047 | 166 | 9,194            | - |
| 2005 | 16,895 | 3,681  | 65,085  | 25,712  | 15,798 | 12,284 | 13,359 | 2,514 | 38,536 | 12,229 | 2,579 | 557 | 5,442            | - |
| 2006 | *      | 969    | 57,300  | 21,727  | *      | 8,752  | 11,783 | 3,220 | 38,089 | 12,375 | 234   | 121 | 6,335            | - |
| 2007 | 12,229 | 2,624  | 49,621  | 21,992  | 10,548 | 6,037  | 9,669  | 3,753 | 19,911 | 9,498  | 2,686 | 432 | 3,553            | - |

<sup>1</sup> Includes the catches of—Incluye las capturas de: Belize, Chile, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Vanuatu

**TABLE A-10.** Numbers and well volumes, in cubic meters, of purse-seine and pole-and line vessels of the EPO tuna fleet, 1977-2008. The data for 2008 are preliminary.

**TABLA A-10.** Número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de buques cerqueros y cañeros de la flota atunera del OPO, 1977-2008. Los datos de 2008 son preliminares.

|      | PS  |                        | LP  |                        | Total |                        |
|------|-----|------------------------|-----|------------------------|-------|------------------------|
|      | No. | Vol. (m <sup>3</sup> ) | No. | Vol. (m <sup>3</sup> ) | No.   | Vol. (m <sup>3</sup> ) |
| 1977 | 253 | 189,967                | 116 | 6,780                  | 369   | 196,746                |
| 1978 | 271 | 192,259                | 118 | 6,736                  | 389   | 198,995                |
| 1979 | 282 | 195,494                | 50  | 4,341                  | 332   | 199,835                |
| 1980 | 270 | 196,476                | 50  | 4,186                  | 320   | 200,662                |
| 1981 | 251 | 196,484                | 41  | 3,308                  | 292   | 199,792                |
| 1982 | 223 | 178,234                | 40  | 3,016                  | 263   | 181,250                |
| 1983 | 215 | 149,404                | 60  | 3,940                  | 275   | 153,344                |
| 1984 | 175 | 121,650                | 40  | 3,245                  | 215   | 124,895                |
| 1985 | 178 | 137,814                | 25  | 2,574                  | 203   | 140,387                |
| 1986 | 166 | 131,806                | 17  | 2,060                  | 183   | 133,867                |
| 1987 | 177 | 152,351                | 29  | 2,376                  | 206   | 154,727                |
| 1988 | 189 | 156,636                | 36  | 3,274                  | 225   | 159,910                |
| 1989 | 178 | 141,956                | 30  | 3,135                  | 208   | 145,091                |
| 1990 | 172 | 143,946                | 23  | 2,044                  | 195   | 145,990                |
| 1991 | 155 | 124,501                | 19  | 1,629                  | 174   | 126,131                |
| 1992 | 160 | 117,017                | 19  | 1,612                  | 179   | 118,629                |
| 1993 | 152 | 118,730                | 15  | 1,543                  | 167   | 120,272                |
| 1994 | 167 | 122,214                | 20  | 1,725                  | 187   | 123,939                |
| 1995 | 175 | 124,096                | 20  | 1,784                  | 195   | 125,880                |
| 1996 | 183 | 132,731                | 17  | 1,639                  | 200   | 134,370                |
| 1997 | 194 | 146,533                | 23  | 2,105                  | 217   | 148,637                |
| 1998 | 203 | 161,560                | 22  | 2,217                  | 225   | 163,777                |
| 1999 | 208 | 180,652                | 14  | 1,656                  | 222   | 182,308                |
| 2000 | 205 | 180,679                | 13  | 1,310                  | 218   | 181,989                |
| 2001 | 205 | 189,897                | 10  | 1,259                  | 215   | 191,156                |
| 2002 | 218 | 199,870                | 6   | 921                    | 224   | 200,791                |
| 2003 | 215 | 202,755                | 3   | 338                    | 218   | 203,093                |
| 2004 | 218 | 206,473                | 3   | 338                    | 221   | 206,811                |
| 2005 | 222 | 213,286                | 4   | 498                    | 226   | 213,784                |
| 2006 | 226 | 225,950                | 4   | 498                    | 230   | 226,448                |
| 2007 | 228 | 226,878                | 4   | 380                    | 232   | 227,258                |
| 2008 | 218 | 224,686                | 4   | 380                    | 222   | 225,066                |

**TABLE A-11a.** Estimates of the numbers and well volume (cubic meters) of purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) vessels that fished in the EPO in 2007, by flag and gear. Each vessel is included in the total for each flag under which it fished during the year, but is included only once in the “Grand total”; therefore the grand total may not equal the sums of the individual flags.

**TABLA A-11a.** Estimaciones del número y volumen de bodega (metros cúbicos) de buques cerqueros (PS) y cañeros (LP) que pescaron en el OPO en 2007, por bandera y arte de pesca. Se incluye cada buque en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el “Total general”; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales.

| Flag<br>Bandera | Gear<br>Arte | Well volume —Volumen de bodega (m <sup>3</sup> ) |         |          |           |        | Total |                        |
|-----------------|--------------|--|---------|----------|-----------|--------|-------|------------------------|
|                 |              | <401   | 401-800 | 801-1300 | 1301-1800 | >1800  | No.   | Vol. (m <sup>3</sup> ) |
|                 |              | Number—Número                                    |         |          |           |        |       |                        |
| BOL             | PS           | 1  | -       | -        | -         | -      | 1     | 222                    |
| COL             | PS           | 3  | 1       | 7        | 3         | -      | 14    | 14,689                 |
| ECU             | PS           | 35   | 19      | 16       | 4         | 9      | 83    | 59,517                 |
| ESP             | PS           | -  | -       | -        | -         | 3      | 3     | 6,955                  |
| GTM             | PS           | -  | -       | -        | 1         | -      | 1     | 1,475                  |
| HND             | PS           | 1  | 1       | 1        | -         | -      | 3     | 1,700                  |
| MEX             | PS           | 8  | 10      | 23       | 17        | -      | 58    | 57,859                 |
|                 | LP           | 4  | -       | -        | -         | -      | 4     | 380                    |
| NIC             | PS           | -  | -       | 6        | -         | -      | 6     | 7,107                  |
| PAN             | PS           | 1  | 4       | 9        | 10        | 4      | 28    | 36,782                 |
| PER             | PS           | -  | 1       | -        | -         | -      | 1     | 542                    |
| SLV             | PS           | -  | -       | 1        | -         | 3      | 4     | 7,415                  |
| UNK             | PS           | 2  | -       | -        | -         | -      | 2     | 494                    |
| USA             | PS           | 1  | -       | -        | 2         | -      | 3     | 3,288                  |
| VEN             | PS           | -  | -       | 11       | 9         | 2      | 22    | 29,684                 |
| VUT             | PS           | -  | -       | 1        | 2         | -      | 3     | 3,609                  |
| Grand total—    | PS           | 51   | 36      | 74       | 46        | 21     | 228   |                        |
| Total general   | LP           | 4  | -       | -        | -         | -      | 4     |                        |
|                 | PS + LP      | 55   | 36      | 74       | 46        | 21     | 232   |                        |
|                 |              | Well volume—Volumen de bodega (m <sup>3</sup> )  |         |          |           |        |       |                        |
| Grand total—    | PS           | 12,758   | 20,374  | 82,227   | 67,445    | 44,074 |       | 226,878                |
| Total general   | LP           | 380  | -       | -        | -         | -      |       | 380                    |
|                 | PS + LP      | 13,138   | 20,374  | 82,227   | 67,445    | 44,074 |       | 227,258                |

- : none—ninguno

**TABLE A-11b.** Estimates of the numbers and well volumes (cubic meters) of purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) vessels that fished in the EPO in 2008 by flag and gear. Each vessel is included in the total for each flag under which it fished during the year, but is included only once in the “Grand total”; therefore the grand total may not equal the sums of the individual flags.

**TABLA A-11b.** Estimaciones del número y volumen de bodega (metros cúbicos) de buques cerqueros (PS) y cañeros (LP) que pescaron en el OPO en 2008, por bandera y arte de pesca. Se incluye cada buque en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el “Total general”; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales.

| Flag<br>Bandera | Gear<br>Arte | Well volume —Volumen de bodega (m <sup>3</sup> ) |         |          |           |        | Total |                        |
|-----------------|--------------|--|---------|----------|-----------|--------|-------|------------------------|
|                 |              | <401   | 401-800 | 801-1300 | 1301-1800 | >1800  | No.   | Vol. (m <sup>3</sup> ) |
|                 |              | Number—Número                                    |         |          |           |        |       |                        |
| COL             | PS           | 3  | 2       | 7        | 3         | -      | 15    | 15,110                 |
| ECU             | PS           | 35   | 20      | 16       | 4         | 9      | 84    | 60,519                 |
| ESP             | PS           | -  | -       | -        | -         | 4      | 4     | 10,116                 |
| GTM             | PS           | -  | -       | -        | 2         | -      | 2     | 3,056                  |
| HND             | PS           | -  | 1       | 1        | -         | -      | 2     | 1,559                  |
| MEX             | PS           | 7  | 7       | 21       | 16        | -      | 51    | 52,920                 |
|                 | LP           | 4  | -       | -        | -         | -      | 4     | 380                    |
| NIC             | PS           | -  | -       | 5        | -         | -      | 5     | 6,023                  |
| PAN             | PS           | -  | 4       | 9        | 10        | 4      | 27    | 36,711                 |
| PER             | PS           | -  | 2       | -        | -         | -      | 2     | 1,000                  |
| SLV             | PS           | -  | -       | 1        | -         | 3      | 4     | 7,415                  |
| USA             | PS           | 1  | -       | -        | -         | -      | 1     | 170                    |
| VEN             | PS           | -  | -       | 10       | 8         | 2      | 20    | 28,309                 |
| VUT             | PS           | -  | -       | 1        | 2         | -      | 3     | 3,609                  |
| Grand total—    | PS           | 45   | 36      | 71       | 44        | 22     | 218   |                        |
| Total general   | LP           | 4  | -       | -        | -         | -      | 4     |                        |
|                 | PS + LP      | 49   | 36      | 71       | 44        | 22     | 222   |                        |
|                 |              | Well volume—Volumen de bodega (m <sup>3</sup> )  |         |          |           |        |       |                        |
| Grand total—    | PS           | 11,758   | 20,556  | 79,357   | 64,580    | 48,435 |       | 224,686                |
| Total general   | LP           | 380  | -       | -        | -         | -      |       | 380                    |
|                 | PS + LP      | 12,138   | 20,556  | 79,357   | 64,580    | 48,435 |       | 225,066                |

- : none—ninguno

**TABLE A-12.** Minimum, maximum, and average capacity, in thousands of cubic meters, of purse-seine and pole-and-line vessels at sea in the EPO during 1998-2007 and in 2008, by month.

**TABLA A-12.** Capacidad mínima, máxima, y media, en miles de metros cúbicos, de los buques cerqueros y cañeros en el mar en el OPO durante 1998-2007 y en 2008 por mes.

| Month<br>Mes      | 1998-2007 |       |            | 2008  |
|-------------------|-----------|-------|------------|-------|
|                   | Min       | Max   | Ave.-Prom. |       |
| 1                 | 69.6      | 157.7 | 120.4      | 121.4 |
| 2                 | 104.3     | 175.3 | 132.9      | 151.0 |
| 3                 | 98.0      | 159.9 | 126.9      | 139.6 |
| 4                 | 101.3     | 164.2 | 130.4      | 143.4 |
| 5                 | 95.2      | 164.4 | 127.9      | 146.8 |
| 6                 | 103.3     | 175.0 | 130.4      | 155.4 |
| 7                 | 87.6      | 170.4 | 133.8      | 166.2 |
| 8                 | 62.2      | 140.2 | 109.2      | 102.9 |
| 9                 | 92.9      | 137.7 | 119.0      | 114.8 |
| 10                | 93.6      | 172.2 | 136.6      | 151.7 |
| 11                | 77.3      | 145.0 | 121.0      | 150.8 |
| 12                | 33.1      | 116.4 | 71.1       | 77.7  |
| <b>Ave.-Prom.</b> | 84.9      | 156.5 | 121.6      | 135.1 |

## A. LA PESQUERÍA DE ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL

|      |   |    |
|------|---|----|
| 1.   | Capturas y descargas de atunes, peces picudos, y especies asociadas ..... | 54 |
| 1.1. | Capturas por especie .....  | 55 |
| 1.2. | Distribución de las capturas de atunes .....                              | 57 |
| 1.3. | Composición por tamaño de las capturas de atunes.....                     | 58 |
| 1.4. | Capturas de atunes y bonitos, por bandera y arte.....                     | 59 |
| 1.5. | Descargas de atunes y bonitos por buques de cerco y caña.....             | 60 |
| 2.   | Esfuerzo de pesca.....  | 60 |
| 2.1. | Pesca de cerco.....   | 60 |
| 2.2. | Pesca palangrera.....   | 60 |
| 3.   | Las flotas .....  | 60 |
| 3.1. | Las flotas de cerco y de caña .....                                       | 60 |
| 3.2. | Otras flotas del OPO .....  | 62 |

En esta sección se presenta un resumen de las pesquerías de las especies amparadas por la Convención de la CIAT (los atunes y otros peces capturados por buques atuneros) en el Océano Pacífico oriental (OPO). Las más importantes de éstas son los escómbridos (familia Scombridae), que incluyen los atunes, bonitos, carites y caballas. Las especies principales de atunes capturadas son el aleta amarilla, barrilete, patudo y albacora, con capturas menores de los atunes aleta azul del Pacífico y barrilete negro y de melvas; se capturan también otros escómbridos, como el bonito y el peto.

El informe abarca también otras especies capturadas por buques atuneros en el OPO: peces picudos (pez espada, marlines y pez vela), carángidos (jureles y salmón), dorado, elasmobranchios (tiburones y rayas) y otros peces.

La mayor parte de las capturas es realizada por las flotas de cerco y palangrera; la flota cañera y varias pesquerías artesanales y deportivas toman un pequeño porcentaje de las capturas totales.

Se dispone de datos detallados de las pesquerías cerquera y cañera; los datos de las pesquerías palangreras, artesanales y deportivas son incompletos.

El Registro Regional de Buques de la CIAT contiene detalles de los buques autorizados para pescar atunes en el OPO. La CIAT cuenta con registros detallados de la mayoría de los buques cerqueros y cañeros que pescan atunes aleta amarilla, barrilete, patudo y/o aleta azul del Pacífico en el OPO. El Registro es incompleto para buques pequeños. Incluye la mayoría de los buques palangreros grandes (eslora total >24 m) que pescan en el OPO y en otros océanos.

Los datos en el presente informe provienen de varias fuentes, entre ellas los cuadernos de bitácora de los buques, datos de observadores, registros de descargas provistos por empresas enlatadoras y otros procesadores, registros de importaciones y exportaciones, informes de los gobiernos y otras entidades, y estimaciones derivadas del programa de muestreo de especies y composición por talla.

### 1. CAPTURAS Y DESCARGAS DE ATUNES, PECES PICUDOS, Y ESPECIES ASOCIADAS

Estimar la captura total de una especie de pez es difícil, por varios motivos. Pescado es descartado en el mar, y los datos de algunas artes de pesca son incompletos. Desde 1993 los observadores han tomado datos sobre pescado descartado en el mar por buques cerqueros de más de 363 toneladas métricas (t) de capacidad de acarreo, lo cual permite una estimación más precisa de las cantidades totales de pescado capturadas por la flota de cerco. Las estimaciones de la cantidad total de la captura que se descarga (en lo sucesivo la “captura retenida”) se basan principalmente en datos de descarga. A partir del Informe de la Situación de la Pesquería 3, que abarca la pesquería en 2004, los datos de descargas de buques cerqueros y cañeros son ajustados con base en las estimaciones de composición por especies para los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo. El programa actual de muestreo de composición por especies, descrito en la Sección 1.3.1, comenzó en 2000, y por lo tanto los datos de captura de 2000-2008 son ajustados con base en las estimaciones obtenidas para cada año, por bandera. Para ajustar los datos de captura de los años previos, se aplicó la proporción media de especies de las estimaciones de 2000-2004, por bandera, y se sumó para todas las banderas. En general, esto ha incrementado las capturas estimadas de patudo, y reducido aquéllas de aleta amarilla y barrilete. Todos estos ajustes son preliminares, y podrían ser mejorados en el futuro. Todos los datos de 2008 de capturas y descargas de la flota cerquera y cañera son provisionales.

Se obtienen los datos de las capturas retenidas de la mayoría de los buques palangreros grandes de los gobiernos de las naciones que pescan atunes en el OPO. Los buques palangreros, particularmente los más grandes, dirigen su esfuerzo principalmente hacia los



atunes patudo, aleta amarilla, y albacora, o el pez espada. Los datos de los buques palangreros pequeños, artesanales y otros que pescan atunes, peces picudos, dorado, y tiburones en el OPO fueron obtenidos directamente de los gobiernos, de los cuadernos de bitácora, o de informes publicados por los gobiernos. Los datos del Pacífico occidental y central (WCPO) fueron provistos por el Programa de Pesquerías Oceánicas de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico (SPC). Todos los datos de captura en el OPO con palangre y otras artes en 2007 y 2008 son preliminares.

Los datos de todas estas fuentes fueron compilados en una base de datos por el personal de la CIAT y resumidos en el presente informe. En los últimos años, el personal de la CIAT ha incrementado sus esfuerzos por compilar datos sobre las capturas de atunes, peces picudos, y otras especies capturadas con otras artes, como curricán, arpón, y red de transmalle, y artes deportivas. En la Tabla A-1 se presentan las capturas totales de aleta amarilla, barrilete, y patudo en el Océano Pacífico entero, estimadas de todas las fuentes mencionadas; son tratadas en mayor detalle en las secciones siguientes.

En la Tabla A-2 se presentan estimaciones de las capturas anuales retenidas y descartadas de atunes y otras especies capturadas por buques atuneros en el OPO durante 1979-2008. En las Tablas A-3a-e se presentan las capturas de atunes aleta amarilla, patudo, y barrilete, por arte y bandera, durante 1979-2008, y en las Tablas A-4a y A-4b se resumen por bandera las capturas cerqueras y cañeras de atunes y bonitos durante 2007-2008. No se restringió la pesca del atún en el OPO durante 1988-1997, pero las capturas de la mayoría de las especies fueron afectadas por las restricciones de la pesca durante partes, o la totalidad, del segundo semestre del año durante 1998-2008. Además, la reglamentación de aquellos cerqueros que dirigen su esfuerzo hacia atunes asociados con delfines afectó el modo de operación de esos buques, especialmente desde fines de los años 1980 (ver Sección 3).

Las capturas fueron afectadas también por perturbaciones climáticas, tales como los importantes eventos de El Niño que ocurrieron durante 1982-1983 y 1997-1998. Estos redujeron la vulnerabilidad de los peces a la captura con red de cerco debido a la mayor profundidad de la termoclina, pero aparentemente no tuvieron ningún efecto sobre las capturas palangreras. El reclutamiento de aleta amarilla suele ser mayor después de un evento de El Niño. En la Sección J.5, *Ambiente físico*, se comentan en mayor detalle los efectos de los eventos de El Niño y otras condiciones ambientales sobre la pesca en el OPO.

## **1.1. Capturas por especie**

### **1.1.1. Atún aleta amarilla**

En la Tabla A-1 se presentan las capturas anuales de aleta amarilla durante 1979-2008. En general, las capturas han aumentado durante este período en el OPO y en el Pacífico occidental y central. En el OPO, el Niño de 1982-1983 causó una reducción de las capturas en esos años, mientras que las capturas en el resto del Pacífico aparentemente no fueron afectadas. Aunque el alcance del Niño de 1997-1998 fue mayor, no tuvo el mismo efecto sobre las capturas de aleta amarilla en el OPO. La captura de aleta amarilla en el OPO en 2002, 444 mil t, estableció un récord, pero en 2004, 2005 y 2007 disminuyó sustancialmente, y la captura en 2008, 188 mil t, fue mayor que las capturas de 2006 y 2007, pero menor que aquéllas durante 1985-2005. En el Pacífico occidental y central alcanzaron 353 mil t en 1990 y un pico de 457 mil t en 1998, y siguieron altas hasta 2003; disminuyeron a 370 mil t en 2004, aumentaron a 436 mil t en 2005, y disminuyeron a 437 y 433 mil t en 2006 y 2007, respectivamente.

En la Tabla A-2a se presentan las capturas retenidas anuales de aleta amarilla en el OPO por buques cerqueros y cañeros durante 1979-2008. La captura retenida anual media durante 1993-2007 fue 267 mil t (rango: 167 a 413 mil t); la estimación preliminar de la captura retenida en 2008, 187 mil t, fue 9% más que aquélla de 2007, pero 30% menos que el promedio de 1993-2007. Los descartes medios de aleta amarilla en el mar durante 1993-2007 se cifraron en un 2% (rango: 1 a 3%) de la captura total cerquera (capturas retenidas más descartes) de la especie (Tabla A-2a).

En la Tabla A-2a se presentan las capturas retenidas anuales de aleta amarilla en el OPO por buques palangreros durante 1979-2008. Durante 1993-2007 fueron relativamente estables, con un promedio de unas 19 mil t (rango: 8 a 30 mil t), o un 7% de las capturas retenidas totales de la especie. El aleta amarilla es capturado también por buques de pesca deportiva, incidentalmente en redes de transmalle, y en pesquerías artesanales. En la columna de 'Otras artes' (OTR) de la Tabla A-2a se presentan estimaciones de estas capturas; durante 1993-2007 fueron en promedio unas mil t.

### **1.1.2. Atún barrilete**

En la Tabla A-1 se presentan las capturas anuales de barrilete durante 1979-2008. La mayoría de la captura de barrilete en el Océano Pacífico proviene del Pacífico occidental y central. La mayor captura anual registrada en esa región, 1,7 millones de toneladas, ocurrió en 2007, y la captura total récord en el OPO, 311 mil t, ocurrió en 2006.

En la Tabla A-2a se presentan las capturas retenidas anuales de barrilete en el OPO por buques cerqueros y cañeros durante 1979-2008. La captura retenida anual media durante 1993-2007 fue 181 mil t (rango: 73 a 298 mil t). La estimación preliminar de la captura retenida de barrilete en 2008, 296 mil t, un 64% más que el promedio de 1993-2007, y 1% menos que la captura retenida récord previa de 2006. Los descartes medios anuales de barrilete en el mar durante 1993-2007 se cifraron en un 11% (rango: 3 a 20%) de la captura total de la especie (Tabla A-2a).

Se capturan pequeñas cantidades de barrilete con palangre y otros tipos de arte (Tabla A-2a).

### 1.1.3. Atún patudo

En la Tabla A-1 se presentan las capturas anuales de patudo durante 1979-2008. En general, las capturas en el OPO y en el Pacífico occidental y central han aumentado, pero con fluctuaciones considerables. Las capturas en el OPO alcanzaron 105 mil t en 1986, y desde entonces han fluctuado entre unas 73 y 148 mil t, con la mayor captura en 2000. En el Pacífico occidental y central, las capturas de patudo aumentaron a más de 77 mil t a fines de la década de 1970, disminuyeron en los años 1980, y luego aumentaron, con fluctuaciones menores, hasta 1999, cuando llegaron a más de 115 mil t. La captura récord de patudo en esa región, unas 122 mil t, ocurrió en 2002. Las capturas de patudo en el Pacífico occidental y central aumentaron de forma importante en 2004, a 146 mil t. En 2005, 2006, y 2007, las capturas de patudo en el Pacífico occidental y central fueron 130, 134, y 138 mil t, respectivamente.

Antes de 1994 la captura retenida media anual de patudo por buques cerqueros en el OPO fue alrededor de 8 mil t (rango: 1 a 22 mil t) (Tabla A-2a). Con el desarrollo de dispositivos agregadores de peces (plantados) colocados en el agua por los pescadores para atraer atunes, las capturas retenidas anuales de patudo aumentaron de 35 mil t en 1994 a entre 44 y 95 mil t durante 1995-2007. La estimación preliminar de la captura retenida en el OPO en 2008 es de 76 mil t. Los descartes medios anuales de patudo en el mar durante 1993-2007 se cifraron en un 5% de la captura cerquera de la especie (rango: 2 a 9%). Los buques cañeros capturaron pequeñas cantidades de patudo en algunos años (Tabla A-2a).

Durante el período de 1979-1993, antes del incremento en el uso de plantados y las mayores capturas cerqueras de patudo resultantes, las capturas palangreras de patudo en el OPO variaron de 46 a 104 mil t, con un promedio de 74 mil t, un 89%, en promedio, de las capturas retenidas de esta especie en el EPO. Durante 1994-2007, las capturas anuales retenidas de las pesquerías palangreras oscilaron entre unas 31 y 74 mil t (promedio: 51 mil t), en promedio un 45% de la captura total de patudo en el OPO (Tabla A-2a). La estimación preliminar de la captura palangrera en el OPO en 2008 es de 19 mil t (Tabla A-2a).

Se capturan pequeñas cantidades de patudo con otros tipos de arte (Tabla A-2a).

### 1.1.4. Atún aleta azul

En la Tabla A-5 se presentan las capturas de aleta azul del Pacífico en el Océano Pacífico entero, por bandera y arte. Los datos, obtenidos del Comité Científico Internacional sobre los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC), son desglosados por nación o entidad pesquera, sin tener en cuenta la región del Pacífico donde fue capturado el pescado.

En la Tabla A-2a se presentan las capturas de atún aleta azul del Pacífico en el OPO durante 1979-2008, por arte de pesca. Durante 1993-2007 la captura anual retenida de la especie en el OPO por buques cerqueros y cañeros fue en promedio 3,7 mil t (rango: 600 t a 10 mil t). La estimación preliminar de la captura retenida de aleta azul en 2008, 4,2 mil t, es 500 t mayor que el promedio de 1993-2007. Pequeñas cantidades de aleta azul son descartadas en el mar por buques cerqueros (Tabla A-2a).

### 1.1.5. Atún albacora

En la Tabla A-6 se presentan las capturas de albacora en el Océano Pacífico entero, por arte y zona (al norte y al sur de la línea ecuatorial). En la Tabla A-2a se presentan las capturas de albacora en el OPO, por arte de pesca. Una porción importante de la captura de la especie es tomada con curricán, incluido en otras artes (OTR) en la Tabla A-2a. Los datos de capturas fueron obtenidos de datos de la CIAT en el caso del OPO, y de datos compilados por la SPC en el caso del Pacífico occidental y central.

### 1.1.6. Otros atunes y especies afines

Los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo forman el componente más importante de las capturas retenidas de la flota cerquera y cañera en el OPO, pero otros atunes y especies afines, como el barrilete negro, bonito, peto, y las melvas, contribuyen a la captura general de la región. En la Tabla A-2a se presentan estimaciones de las capturas anuales retenidas y descartadas de estas especies durante 1979-2008. Las capturas incluidas en la categoría de atunes no identificados (TUN) en la Tabla A-2a contienen algunas capturas reportadas por especie (melvas o petos) junto con los atunes no identificados. La captura retenida total de estas

otras especies en estas pesquerías fue de unas 11 mil toneladas en 2008, más que el promedio de 1993-2007 de unas 4 mil t (rango: 500 t a 19 mil t).

El barrilete negro es también capturado con otras artes en el OPO, principalmente en la pesca artesanal costera. El bonito es asimismo capturado en las pesquerías artesanales, y ha sido reportado como captura por buques palangreros en algunos años.

### **1.1.7. Peces picudos**

En la Tabla A-2b se presentan datos de captura de los peces picudos (pez espada, marlín azul, negro, rayado y trompa corta, y pez vela).

El pez espada es capturado en el OPO con palangres a gran escala y artesanales, red de trasmalle, arpón y, de vez en cuando, por buques deportivos. La captura palangrera anual media de pez espada durante 1993-2007 fue 10 mil t, pero durante 2001-2004 unas 17 mil t. No queda claro si esto se debe a una mayor abundancia de la especie o a un aumento del esfuerzo dirigido hacia la misma.

Los demás peces picudos son capturados con palangres a gran escala y artesanales y por artes deportivas. Las capturas palangreras anuales medias de marlín azul y marlín rayado durante 1993-2007 fueron unas 5 mil y 3 mil t, respectivamente. Se capturan cantidades menores de otros peces picudos con palangre.

Desgraciadamente, se cuenta con muy poca información sobre las capturas deportivas de peces picudos, pero se cree que son sustancialmente menores que las capturas comerciales de todas estas especies.

Se capturan pequeñas cantidades de peces picudos con red de cerco, pero se consideran éstas descartadas, aunque es posible que parte de esta captura sea descargada sin ser reportada. Se incluyen estos datos en la Tabla A-2b.

### **1.1.8. Otras especies**

En la Tabla A-2c se presentan datos de las capturas y descartes de carángidos (jureles y salmón), dorado, elasmobranquios (tiburnes y rayas) y otros peces capturados en el OPO.

Las capturas de dorado son descargadas principalmente en puertos de América Central y del Sur. Aunque en algunos años se capturas más que 10 mil t de la especie, rara vez se informa del tipo de arte.

## **1.2. Distribución de las capturas de atunes**

### **1.2.1. Capturas cerqueras**

En las Figuras A-1a, A-2a, y A-3a ilustran las distribuciones anuales medias de las capturas cerqueras de aleta amarilla, barrilete y patudo, por tipo de lance, en el OPO durante 1998-2007, y en las Figuras A-1b, A-2b, y A3b estimaciones preliminares para 2008. La captura de aleta amarilla en 2008, al igual que en 2006 y 2007, fue significativamente menor que el promedio de 1998-2007. Las capturas de la especie en lances asociados con delfines en las zonas del norte frente a México y Centroamérica han sido significativamente menores en los últimos años. Las capturas de aleta amarilla en la región Ecuatorial frente a Sudamérica disminuyeron en 2008, al igual que en 2007. La captura de barrilete en 2008 fue mayor que el promedio de 1998-2007. Las capturas de barrilete en 2008 fueron mayores que el promedio de 1998-2007. Se realizaron capturas importantes de barrilete en lances no asociados alrededor de las islas Galápagos y en las zonas costeras de Ecuador y Perú. Fueron observadas capturas mayores de barrilete también en lances sobre objetos flotantes en las zonas de alta mar entre 0° y 10°S y alrededor de 140°O a 150°O. La captura de patudo en 2008 fue mayor que en 2007, y también mayor que el promedio de 1998-2007. No se captura a menudo patudo al norte de aproximadamente 7°N, y las capturas de la especie han disminuido en las zonas costeras de América del Sur desde hace varios años. Con el desarrollo de la pesquería sobre plantados, arriba descrita, la importancia relativa de las zonas costeras ha disminuido, mientras que la de las zonas de altura ha aumentado. La mayoría de las capturas de patudo provienen de lances sobre plantados entre 5°N y 5°S.

### **1.2.2. Capturas palangreras**

Las bases de datos de la CIAT contienen datos sobre las distribuciones espacial y temporal de las capturas en el OPO de las flotas palangreras de aguas lejanas de China, la República de Corea, España, Estados Unidos, Japón, Polinesia Francesa, Taipei Chino, y Vanuatu. Los atunes patudo y aleta amarilla forman la mayor parte de las capturas de la mayoría de estos buques. En la Figura A-4 se ilustra la distribución de las capturas de atunes de estas dos especies por buques de palangre de Corea, Japón, y Taipei Chino en el Océano Pacífico durante 2003-2007. Se presentan datos de la pesquería palangrera japonesa en el OPO durante 1956-2003 en los Boletines de la CIAT que describen esa pesquería.

### 1.3. Composición por tamaño de las capturas de atunes

#### 1.3.1. Las pesquerías de cerco, de caña, y deportiva

Las muestras de frecuencia de talla son la fuente básica de los datos usados para estimar la composición por talla y edad de las distintas especies de peces en las descargas. Esta información es necesaria para obtener estimaciones de la composición de las poblaciones por edad, usadas para varios propósitos, entre ellos el modelado integrado que el personal ha usado en los últimos años. Los resultados de estudios de este tipo han sido descritos en diversos Boletines de la CIAT, en sus Informes Anuales de 1954 a 2002, y en sus Informes de Evaluación de Poblaciones.

Las muestras de frecuencia de talla de aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul del Pacífico y, ocasionalmente, barrilete negro de las capturas de buques cerqueros, cañeros, y deportivos en el OPO son tomadas por el personal de la CIAT en puertos de descarga en Ecuador, Estados Unidos, México, Panamá, y Venezuela. El muestreo de las capturas de aleta amarilla y barrilete fue iniciado en 1954, el de aleta azul en 1973, y el de patudo en 1975, y continúa actualmente.

En el Informe Anual de la CIAT de 2000 y los Informes de Evaluación de Stocks 2 y 4 se describen los métodos de muestreo de las capturas de atún. En breve, se selecciona para el muestreo pescado en las bodegas de buques cerqueros y cañeros solamente si todo el pescado en la bodega fue capturado durante un solo mes, en un solo tipo de lance (delfín, objeto flotante, o no asociado), y en la misma zona de muestreo. Se clasifican estos datos por pesquería (Figura A-5), con base en las evaluaciones más recientes de las poblaciones realizadas por el personal.

En este informe se presentan datos de pescado capturado durante 2003-2008. Para cada especie, excepto el aleta azul y el barrilete negro, se presentan dos histogramas de frecuencia de talla: el primero presenta los datos por estrato (arte de pesca, tipo de lance, y zona) para 2008, y el segundo ilustra los datos combinados para cada año del período de 2003-2008. En el caso del aleta azul, se ilustran las capturas comerciales y deportivas de 2003-2008 combinadas. En el caso del barrilete negro, los histogramas ilustran as capturas por artes comerciales durante 2003-2008. Hubo muy poca captura por buques cañeros en 2008, y no se obtuvo ninguna muestra de los mismos.

Para la evaluación de las poblaciones de aleta amarilla se definen nueve pesquerías de cerco (cuatro asociadas con objetos flotantes, tres asociadas con delfines, dos de atunes no asociados) y una de caña (Figura A-5). La última abarca todas las 13 zonas de muestreo. De las 1.027 bodegas muestreadas, 630 contenían aleta amarilla. En la Figura A-6a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2008. La mayoría de la captura de aleta amarilla provino de lances asociados con delfines y no asociados. La mayor parte de los peces de mayor tamaño (>100 cm) fue capturada durante todo el año en la pesquería sobre delfines Costera, en los trimestres primero, segundo, y tercero en la pesquería sobre delfines del Norte, y durante el primer y cuarto trimestre en la pesquería sobre delfines del Sur. Fueron capturados aletas amarillas grandes también durante los trimestres primero y cuarto en la pesquería no asociada del Sur. Una pequeña cantidad de aleta amarilla grande fue capturada en la pesquería sobre objetos flotantes del Sur durante el año entero, y en la pesquería sobre objetos flotantes Ecuatorial en los trimestres primero y segundo. Fue evidente aleta amarilla de entre 40 cm y 60 cm de talla en todas las pesquerías sobre objetos flotantes durante todo el año, y en la pesquería no asociada del Norte durante los tres primeros trimestres del año. Fueron capturadas pequeñas cantidades de aleta amarilla de entre 50 y 70 cm por buques cañeros, principalmente durante los trimestres tercero y cuarto.

En la Figura A-6b se ilustra la composición por talla estimada del aleta amarilla capturado por todas las pesquerías combinadas durante 2003-2008. El peso medio del aleta amarilla capturado en 2008 fue mayor menor que en 2006 y 2007, pero considerablemente menor que aquéllos de 2003-2004.

Para la evaluación de las poblaciones de barrilete se definen siete pesquerías de cerco (cuatro asociadas con objetos flotantes, dos de atunes no asociados, una asociada con delfines) y una de caña (Figura A-5). Las dos últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 1.027 bodegas muestreadas, 837 contenían barrilete. En la Figura A-7a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2008. Fueron capturadas grandes cantidades de barrilete de entre 40 y 50 cm de talla en todas las pesquerías sobre objetos flotantes y en la pesquería no asociada del Sur durante todo el año. Barrilete de mayor tamaño, entre 50 y 70 cm, fue capturado principalmente durante los tres primeros trimestres en la pesquería pesquería no asociada del Sur. Fueron capturadas cantidades menores de barrilete más grande en todas las pesquerías sobre objetos flotantes durante los trimestres tercero y cuarto. Los buques cañeros capturaron cantidades insignificantes de barrilete.

En la Figura A-7b se ilustra la composición por talla estimada del barrilete capturado por todas las pesquerías combinadas durante 2003-2008. El peso medio del barrilete en 2008, 2,2 kg, es menor que aquéllos del quinquenio previo.

Para la evaluación de las poblaciones de patudo se definen seis pesquerías de cerco (cuatro asociadas con objetos flotantes, una de atunes no asociados, una asociada con delfines) y una de caña (Figura A-5). Las tres últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 1.027 bodegas muestreadas, 271 contenían patudo. En la Figura A-8a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2008. En 2000 la mayor parte de la captura provino de lances sobre objetos flotantes en la zona Ecuatorial, pero desde 2001 hasta 2003 provino de lances sobre objetos flotantes en la zona Sur. En 2008, al igual que en 2004-2007, las pesquerías sobre objetos flotantes Norte, Ecuatorial, y Sur capturaron cantidades casi iguales de patudo. Fue capturado patudo de tamaño menor, en el rango de talla de 40 a 80 cm, durante todo el año en la pesquería sobre objetos flotantes del Sur, en el segundo trimestre en la pesquería sobre objetos flotantes Ecuatorial, y durante los trimestres segundo, tercero, y cuarto en la pesquería sobre objetos flotantes del Norte. El patudo más grande (>100 cm) fue capturado principalmente en el primer y segundo trimestre en las pesquerías sobre objetos flotantes Ecuatorial y del Sur. Se capturaron pequeñas cantidades de patudo en lances no asociados, y en lances sobre objetos flotantes en la zona Costera. No se registró captura de patudo por barcos cañeros.

En la Figura A-8b se ilustra la composición por talla estimada del patudo capturado por todas las pesquerías combinadas durante 2003-2008. El peso medio del pescado fue considerablemente mayor que en el quinquenio previo.

El aleta azul del Pacífico es capturado con red de cerco y con artes deportivas frente a California y Baja California, entre 23°N y 35°N, aproximadamente, principalmente entre mayo y octubre. Durante 2008 fue capturado entre 26°N y 32°N desde mayo hasta septiembre. La mayor parte de las capturas comerciales y deportivas fue lograda en mayo, junio, y julio. Antes de 2004 se reportaban las tallas del pescado en las capturas comercial y deportiva por separado, pero durante 2004-2008 el pequeño tamaño de las muestras imposibilitó la estimación de la composición por talla por separado. Se combinaron por tanto las tallas del pescado en las capturas comercial y deportiva de aleta azul para cada año del período de 2003-2008. El peso medio del pescado capturado durante 2008 fue considerablemente menor que aquéllos de los cinco años previos. En la Figura A-9 se presentan las composiciones por talla estimadas.

El barrilete negro es capturado incidentalmente por pescadores que dirigen su esfuerzo hacia los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo. La demanda de la especie es baja, y la mayoría de las capturas es desechada en el mar, pero a veces se retienen pequeñas cantidades, mezcladas con las especies más deseadas. En 2008 se tomaron 29 muestras de barrilete negro; en la Figura A-10 se ilustra la composición estimada por talla de la especie en cada año del período de 2003-2008.

### **1.3.2. La pesquería de palangre**

En las Figuras A-11 y A-12 se ilustra la composición estimada por talla de las capturas de aleta amarilla y patudo por la pesquería palangrera japonesa en el OPO durante 2003-2007. El peso promedio de ambas especies en dicha pesquería ha sido la misma durante toda su historia. En los Boletines de la CIAT que describen esta pesquería se presenta información sobre la composición por talla del pescado capturado en el OPO durante 1958-2003.

### **1.4. Capturas de atunes y bonitos, por bandera y arte**

En las Tablas A-3a-e se detallan las capturas retenidas anuales de atunes y bonitos en el OPO durante 2004-2008, clasificadas por bandera y arte. Las tablas incluyen todas las capturas conocidas de atunes, compiladas de varias fuentes, entre ellas los cuadernos de bitácora de los buques, datos de observadores, registros de descargas provistos por empresas enlatadoras y otros procesadores, registros de importaciones y exportaciones, informes de los gobiernos y otras entidades, y estimaciones derivadas del programa de muestreo de especies y composición por talla. En el [sitio web de la CIAT](#) se presenta información similar de años anteriores a 2001 sobre los atunes y bonitos, y datos históricos de atunes, peces picudos, tiburones, carángidos, dorado, y peces misceláneos. En las Tablas A-4a y A-4b (recuadro superior) se resumen las capturas cerqueras y cañeras de atunes y bonitos en 2007 y 2008, por bandera.

### 1.5. Descargas de atunes y bonitos por buques de cerco y caña

Las descargas representan pescado descargado de buques pesqueros en el año correspondiente, sin tener en cuenta el año de captura. El país de descarga es aquél en el cual el pescado fue descargado o, en el caso de transbordos, el que recibió el pescado transbordado. Los datos de descarga preliminares de 2007 y 2008 (Tablas A-4a y A-4b, recuadro inferior) señalan que, de las 569 mil t de atunes y bonitos descargadas en 2008, el 53% fue descargado en Ecuador y el 22% en México. Otros países con descargas importantes de atunes y bonitos capturados en el OPO incluyeron Colombia y Venezuela, con 11 y 4%, respectivamente. Es importante notar que cuando se disponga de información final, las descargas asignadas ahora a varios países podrían cambiar debido a la exportación de pescado almacenado a procesadoras en otros países.

## 2. ESFUERZO DE PESCA

### 2.1. Pesca de cerco

En la Tabla A-7 se presentan estimaciones del número de lances cerqueros de cada tipo (asociados con delfines, asociados con objetos flotantes (naturales y plantados), y no asociados) en el OPO durante 1993-2008 y de las capturas retenidas de esos lances (Figura 1). Se calcularon las estimaciones para los buques de  $\leq 363$  t de capacidad de acarreo con datos de bitácora en la base de datos estadística de la CIAT, y aquéllos para los buques de  $>363$  t de capacidad de acarreo a partir de las bases de datos de observadores de la CIAT y de los programas de observadores de la CIAT, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, México, Nicaragua, Panamá, la Unión Europea y Venezuela. El número de lances sobre atunes asociados con objetos flotantes y no asociados fue máximo entre mediados de los años 1970 y principios de los 1980. A pesar de la oposición a la pesca de atunes asociados con delfines, y de la decisión de las enlatadoras de EE.UU. de no comprar atún capturado en viajes en los cuales se realizaron lances sobre delfines, el número de lances sobre delfines disminuyó tan sólo moderadamente a mediados de los años 1990, y en 2003 fue el mayor jamás registrado.

Hay dos tipos de objetos flotantes, los “naturales” (que también incluyen desperdicios y otros objetos artificiales), que se encuentran en el mar por casualidad, del punto de vista de los pescadores, y los que son construidos por pescadores con el propósito específico de atraer peces. Se conocen estos últimos como dispositivos agregadores de peces (DAP), plantados, o FAD (del inglés *fish-aggregating device*). Hace unos 14 años que se usan extensamente los plantados, y su importancia relativa ha aumentado en ese período, mientras que la de los objetos “naturales” ha disminuido, tal como indican los datos en la Tabla A-8.

### 2.2. Pesca palangrera

En la Tabla A-9 se presentan el esfuerzo nominal de los buques palangreros en el OPO, en miles de anzuelos, y sus capturas reportadas de las especies principales de atunes.

## 3. LAS FLOTAS

### 3.1. Las flotas de cerco y de caña

El personal de la CIAT mantiene registros detallados del arte de pesca, bandera, y capacidad de acarreo de la mayoría de los buques que pescan atunes aleta amarilla, barrilete, patudo, y/o aleta azul del Pacífico con red de cerco o caña en el OPO. La flota aquí descrita incluye buques cerqueros y cañeros que pescaron alguna de estas cuatro especies en el OPO durante el año entero o parte del mismo.

Históricamente, se usaron las estimaciones de la capacidad de acarreo de buques individuales provistas por el armador o astillero, en toneladas de pescado, hasta que los registros de descarga indicasen que era preciso modificarlas.

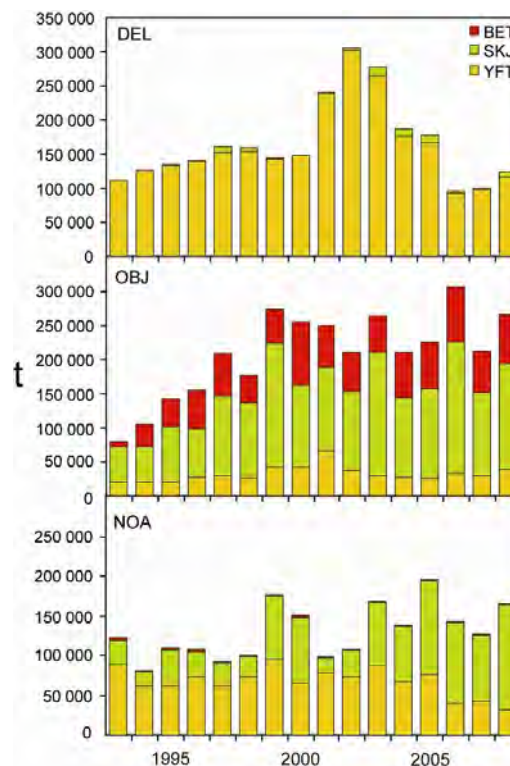


Figura 1. Capturas cerqueras de atunes, por especie y tipo de lance, 1993-2008

Desde 2000, el personal de la CIAT usa el volumen de bodegas, en metros cúbicos ( $m^3$ ), en lugar de peso, en toneladas (t), para medir la capacidad de acarreo de los buques. Ya que la densidad de carga de pescado en una bodega puede variar, medir la capacidad de acarreo en peso es subjetivo, ya que un cargamento de pescado medido en una bodega a densidad alta pesa más que uno cargado a densidad menor. El uso de volumen como medida de capacidad elimina este problema.

El personal de la CIAT comenzó a reunir datos sobre la capacidad en volumen en 1999, pero todavía no ha obtenido esta información para todos los buques. En el caso de buques para los cuales no se dispone de información fidedigna sobre el volumen de bodega, se convirtió la capacidad estimada en toneladas en metros cúbicos.

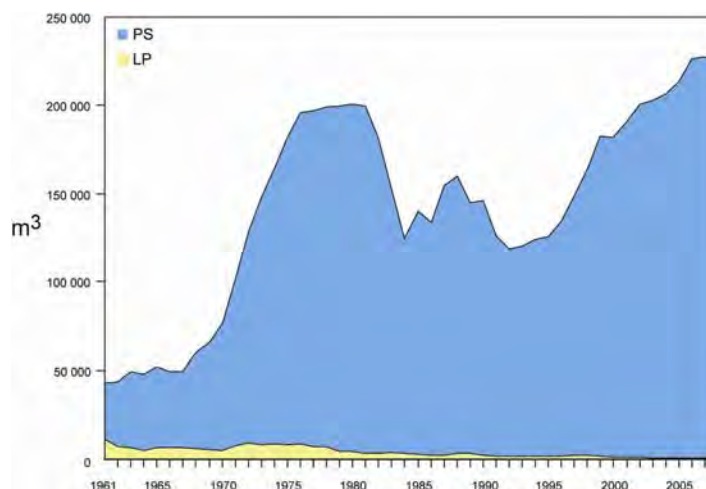
Hasta aproximadamente 1960 predominaron en la pesca atunera en el OPO los buques cañeros, que faenaban en zonas costeras y cerca de islas y bancos de alta mar. Hacia fines de los años 1950 y a principios de los 1960, la mayoría de los buques cañeros grandes fue convertida a arte de cerco, y para 1961 este arte predominaba en la pesquería del OPO. Entre 1961 y 2008 el número de buques cañeros se redujo de 93 a 4, y su volumen total disminuyó de unos 11.000  $m^3$  a unos 380  $m^3$ . Durante el mismo período el número de cerqueros aumentó de 125 a 218, y su volumen total de bodega de unos 32.000  $m^3$  a 225.000  $m^3$ , un promedio de unos 1.000  $m^3$  por buque. Previamente ocurrió un pico en el número y volumen total de bodega de la flota cerquera entre mediados de los años 1970 y principios de los 1980, cuando llegó a haber 282 buques, y el volumen total de bodega alcanzó unos 195.000  $m^3$ , un promedio de unos 700  $m^3$  por buque (Tabla A-10 y Figura 2).

Las tasas de captura en el OPO fueron bajas durante 1978-1981, debido a la concentración del esfuerzo de pesca sobre peces pequeños, y la situación se vio agravada por un evento importante de El Niño que comenzó a mediados de 1982 y persistió hasta fines de 1983, y que causó que los peces fueran menos vulnerables a la captura. Luego disminuyó el volumen total de bodegas de los buques de cerco y caña, debido al retiro de buques o a su traslado a otras zonas de pesca, principalmente el Pacífico occidental, y en 1984 alcanzó el nivel más bajo desde 1971, unos 122.000  $m^3$ . A principios de 1990 la industria enlatadora de Estados Unidos decidió no comprar más atún capturado en viajes en los que se pescaran atunes asociados con delfines. Esto llevó a que muchas embarcaciones de Estados Unidos abandonasen el OPO, y a una disminución consecuente en la flota a 117.000  $m^3$  en 1992. Con la mayor participación de buques de otras naciones en la pesquería, el volumen total de bodega ha aumentado progresivamente desde 1992, y en 2008 fue de unas 225.000  $m^3$ .

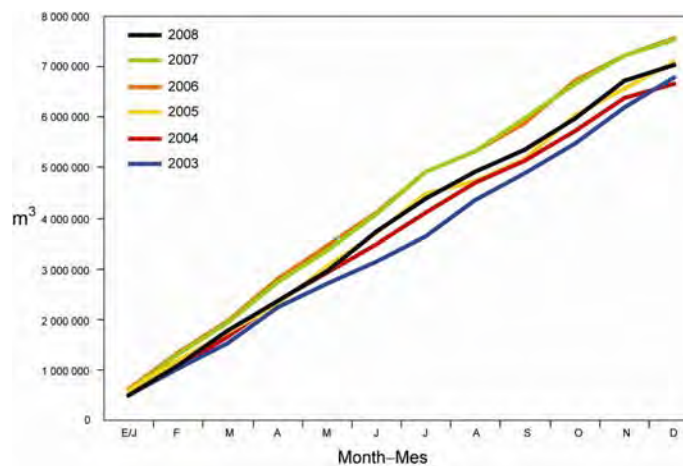
En las Tablas A-11a y A-11b se presentan los datos finales de 2007 y preliminares de 2008 del número y volumen total de bodega de los buques cerqueros y cañeros que pescaron atunes en el OPO. En 2008 predominaron las flotas de Ecuador y México, con el 27% y 24%, respectivamente, del volumen total de bodega, seguidos por Panamá (16%), Venezuela (13%), Colombia (7%), España (5%), El Salvador y Nicaragua (3% cada uno), y Vanuatu (2%).

En la Figura 3 se compara la capacidad acumulativa en el mar durante 2008 con los cinco años anteriores.

En la Tabla A-12 se presentan los valores mensuales medios, mínimos, y máximos del volumen total de



**Figura 2.** Capacidad de acarreo, en metros cúbicos de volumen de bodega, de las flotas cerquera y cañera en el OPO, 1961-2008



**Figura 3.** Capacidad acumulativa de la flota cerquera y cañera en el mar, por mes, 2003-2008

bodega en el mar (VEM), en miles de m<sup>3</sup>, de los buques cerqueros y cañeros que pescaron atunes en el OPO durante 1998-2007, junto con los valores de 2008. Los valores mensuales son los promedios de las estimaciones de la VEM calculadas semanalmente por el personal de la CIAT. La pesca fue reglamentada en algunos de los últimos cuatro meses del año durante 1998-2008, por lo que los valores de la VEM de septiembre-diciembre de 2008 no son comparables con los valores medios del período correspondiente durante 1998-2007. Durante 1998-2007 y 2008 el valor medio del VEM fue 122 mil m<sup>3</sup> (61% de la capacidad total) y 135 mil m<sup>3</sup> (60% de la capacidad total), respectivamente.

### **3.2. Otras flotas del OPO**

El Registro Regional de Buques de la CIAT, disponible en el [sitio web de la Comisión](#), contiene información sobre otros tipos de buques que pescan atunes en el OPO. El Registro es incompleto para buques pequeños. En algunos casos, particularmente con respecto a los buques palangreros grandes, el Registro Regional contiene información de buques que están autorizados para pescar no sólo en el OPO, sino también en otros océanos, y que posiblemente no hayan pescado en el OPO en 2008, o jamás.



## B. YELLOWFIN TUNA

An integrated statistical age-structured stock assessment model (Stock Synthesis Version 3) was used in the assessment, which is based on the assumption that there is a single stock of yellowfin in the EPO. This model differs from that used in previous assessments. Yellowfin are distributed across the Pacific Ocean, but the bulk of the catch is made in the eastern and western regions. The purse-seine catches of yellowfin are relatively low in the vicinity of the western boundary of the EPO. The movements of tagged yellowfin are generally over hundreds, rather than thousands, of kilometers, and exchange between the eastern and western Pacific Ocean appears to be limited. This is consistent with the fact that longline catch-per-unit-of-effort (CPUE) trends differ among areas. It is likely that there is a continuous stock throughout the Pacific Ocean, with exchange of individuals at a local level, although there is some genetic evidence for local isolation. Movement rates between the EPO and the western Pacific cannot be estimated with currently-available tagging data.

The stock assessment requires substantial amounts of information, including data on retained catches, discards, indices of abundance, and the size compositions of the catches of the various fisheries. Assumptions have been made about processes such as growth, recruitment, movement, natural mortality, fishing mortality, and stock structure. The assessment for 2009 differs substantially from that of 2008 because it uses the Stock Synthesis program. Previous assessments have used the A-SCALA program. The main differences include: use of a sex-specific model, inclusion of indices of abundance rather than effort, and use of functional forms for selectivity. The catch and length-frequency data for the surface fisheries have been updated to include new data for 2008. New or updated longline catch data are available for China (2007), Chinese Taipei (2005-2007) and Japan (2003-2007). The catches are shown in Figure B-1.

In general, the recruitment of yellowfin to the fisheries in the EPO is variable, with a seasonal component (Figure B-2). This analysis and previous analyses have indicated that the yellowfin population has experienced two, or possibly three, different recruitment productivity regimes (1975-1982, 1983-2002, and 2003-2006). The productivity regimes correspond to regimes in biomass, higher-productivity regimes producing greater biomass levels. A stock-recruitment relationship is also supported by the data from these regimes, but the evidence is weak, and is probably an artifact of the apparent regime shifts. Larger recruitments in 2007 and 2008 have caused the biomass to increase in recent years.

The average weights of yellowfin taken from the fishery have been fairly consistent over time, but vary substantially among the different fisheries. In general, the floating-object, northern unassociated, and pole-and-line fisheries capture younger, smaller yellowfin than do the southern unassociated, dolphin-associated and longline fisheries. The longline fisheries and the dolphin-associated fishery in the southern region capture older, larger yellowfin than do the northern and coastal dolphin-associated fisheries.

Significant levels of fishing mortality have been estimated for the yellowfin fishery in the EPO (Figure B-3). These levels are highest for middle-aged yellowfin. Despite more catch being taken in schools associated with dolphins than the other fisheries, the floating object and purse seine sets on unassociated schools have a greater impact on the yellowfin spawning biomass (Figure B-4).

The estimated biomass is significantly lower than estimated in the previous assessment indicating that the results are sensitive to the changes in assessment methodology. There is also a large retrospective pattern of overestimating recent recruitment, due to the floating-object size composition data. These, in combination with the large confidence intervals for estimates of recent recruitment, indicate that estimates of recent recruitment and recent biomass are uncertain. The results of the assessment are also particularly sensitive to the level of natural mortality assumed for adult yellowfin.

Historically, the spawning biomass ratio (SBR) of yellowfin in the EPO was below the level corresponding to the maximum sustainable yield (MSY) during the lower productivity regime of 1975-1983 (Section 4.2.1), but above that level for most of the following years, except for the recent period (2004-2007) (Figure B-5). The 1984 increase in the SBR is attributed to the regime change, and the recent decrease may be a reversion to an intermediate productivity regime. The two different productivity regimes may support two different MSY levels and associated SBR levels. The SBR at the start of 2009 is estimated to be above the level corresponding to the MSY. The effort levels are estimated to be less than those that would support the MSY (based on the current distribution of effort among the different fisheries) (Figure B-8), but recent catches are substantially below MSY (Table B-1).

It is important to note that the curve relating the average sustainable yield to the long-term fishing mortality is very flat around the MSY level (Figure B-9). Therefore, changes in the long-term levels of effort will change the long-term catches only marginally, while changing the biomass considerably. Reducing fishing mortality below the level at MSY would provide only a marginal decrease in the long-term average yield, with the benefit of a relatively large increase in the spawning biomass. In addition, fishing at levels corresponding to the MSY estimated from the base case, which assumes that recruitment is independent of spawning biomass,

when the true dynamics includes a stock recruitment relationship causes a greater loss in yield than fishing at levels corresponding to MSY estimated from the stock-recruitment relationship sensitivity when recruitment is in fact independent of spawning biomass (Figure B-9).

The MSY calculations indicate that, theoretically, at least, catches could be increased if the fishing effort were directed toward longlining and purse-seine sets on yellowfin associated with dolphins. This would also increase the SBR levels.

The MSY has been stable during the assessment period (Figure B-7), which suggests that the overall pattern of selectivity has not varied a great deal through time. However, the overall level of fishing effort has varied with respect to the level corresponding to MSY.

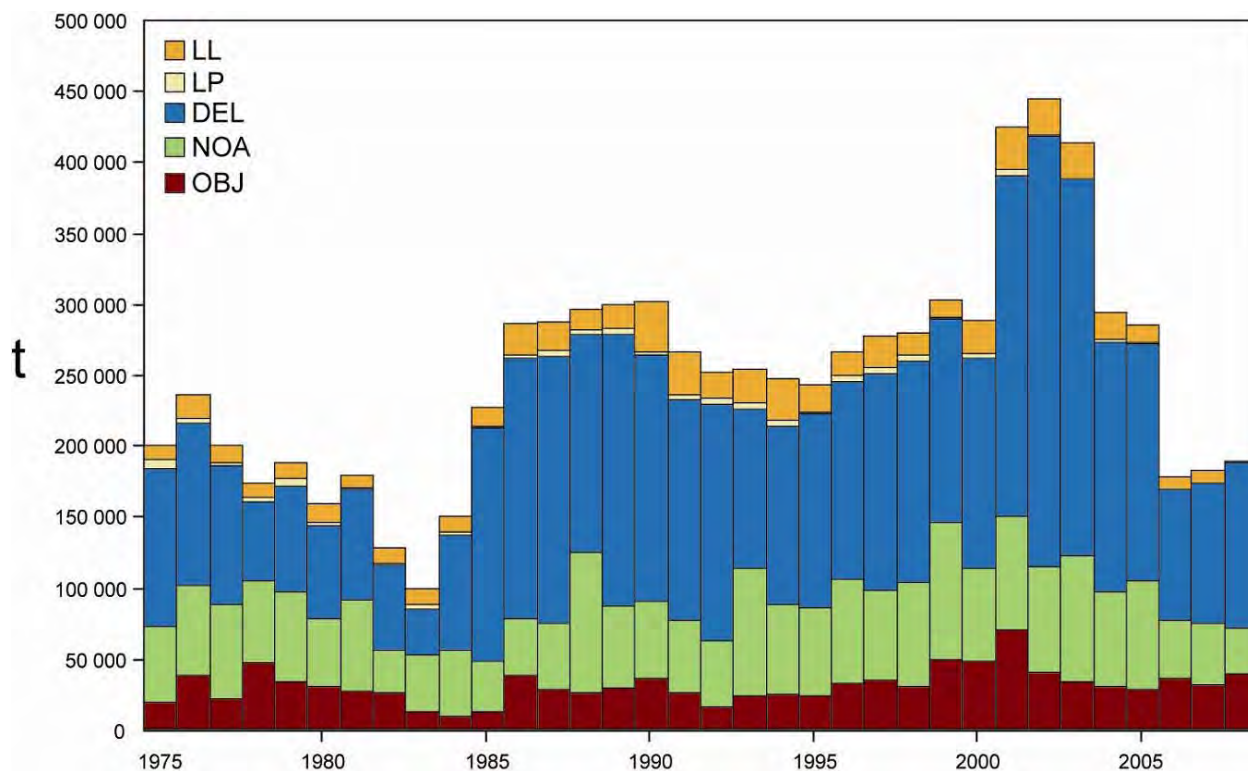
The SBR corresponding to MSY decreased substantially from the previous assessment indicating that the results are sensitive to the change in methodology. The change is attributed to the method used to model selectivity. However, the SBR relative to SBR corresponding to MSY and the F multiplier are similar to the previous assessment.

If a stock-recruitment relationship is assumed, the outlook is more pessimistic, and current biomass is estimated to be below the level corresponding to the MSY. The status of the stock is also sensitive to the value of adult natural mortality, the method used to model selectivity, and the assumed length of the oldest age modeled (29 quarters).

Under current levels of fishing mortality (2006-2008), the spawning biomass is predicted to slightly decrease, but remain above the level corresponding to MSY ( $F_{MSY}$ ). It is predicted that the catches will be higher over the near term than in 2008, but will decline slightly in the future (Figure B-6). Fishing at  $F_{MSY}$  predicted to reduce the spawning biomass slightly from that under current effort and produces slightly higher catches.

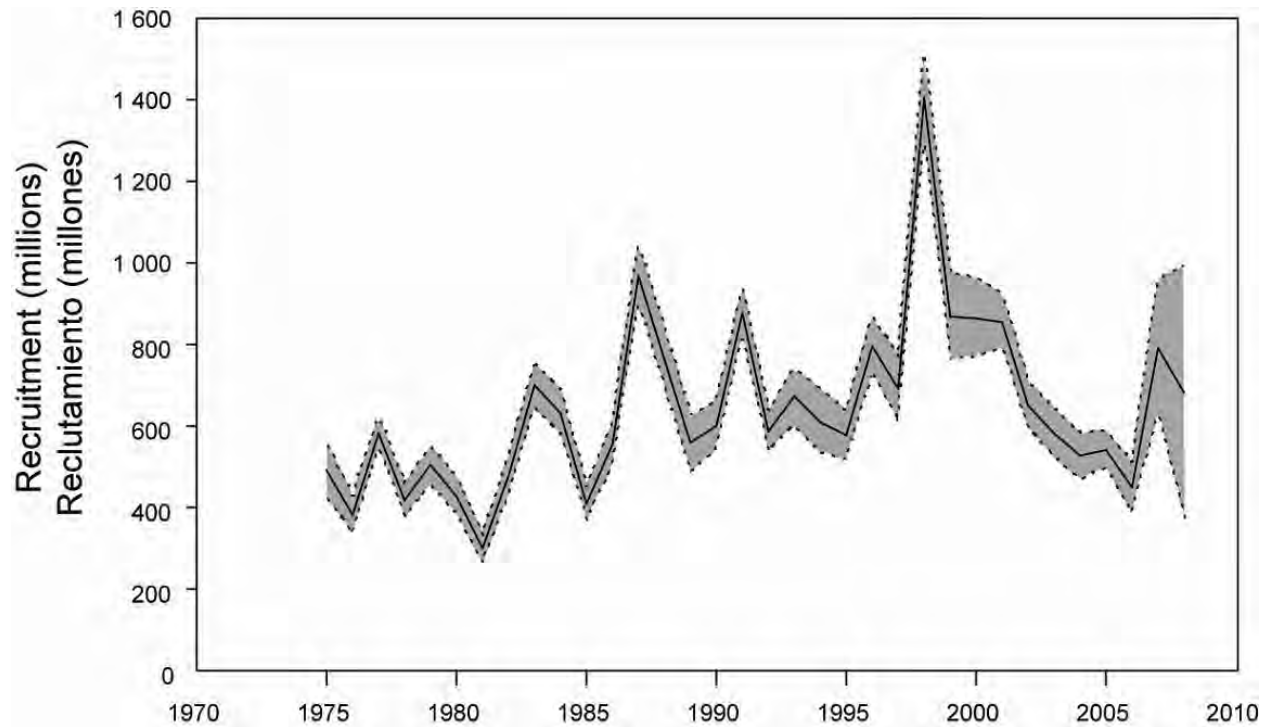
### Key results

1. The stock assessment method has changed to Stock Synthesis
2. The estimates of the key management quantities are similar to the previous assessments
3. Estimates of absolute biomass are lower than estimated in previous years
4. The SBR corresponding to MSY has reduced substantially from previous assessments and the reduction is attributed to the new method to model selectivity
5. There is uncertainty about recent and future recruitment and biomass levels and there are retrospective patterns of overestimating recent recruitment.
6. The recent fishing mortality rates are close to those corresponding to the MSY and SBR is above the level corresponding to the MSY.
7. Increasing the average weight of the yellowfin caught could increase the MSY.
8. There have been two, and possibly three, different productivity regimes, and the levels of MSY and the biomasses corresponding to the MSY may differ between the regimes. The population may have recently switched from the high to an intermediate productivity regime.
9. The results are more pessimistic if a stock-recruitment relationship is assumed.
10. The results are sensitive to the natural mortality assumed for adult yellowfin, the method used to model selectivity, and the length assumed for the oldest fish.



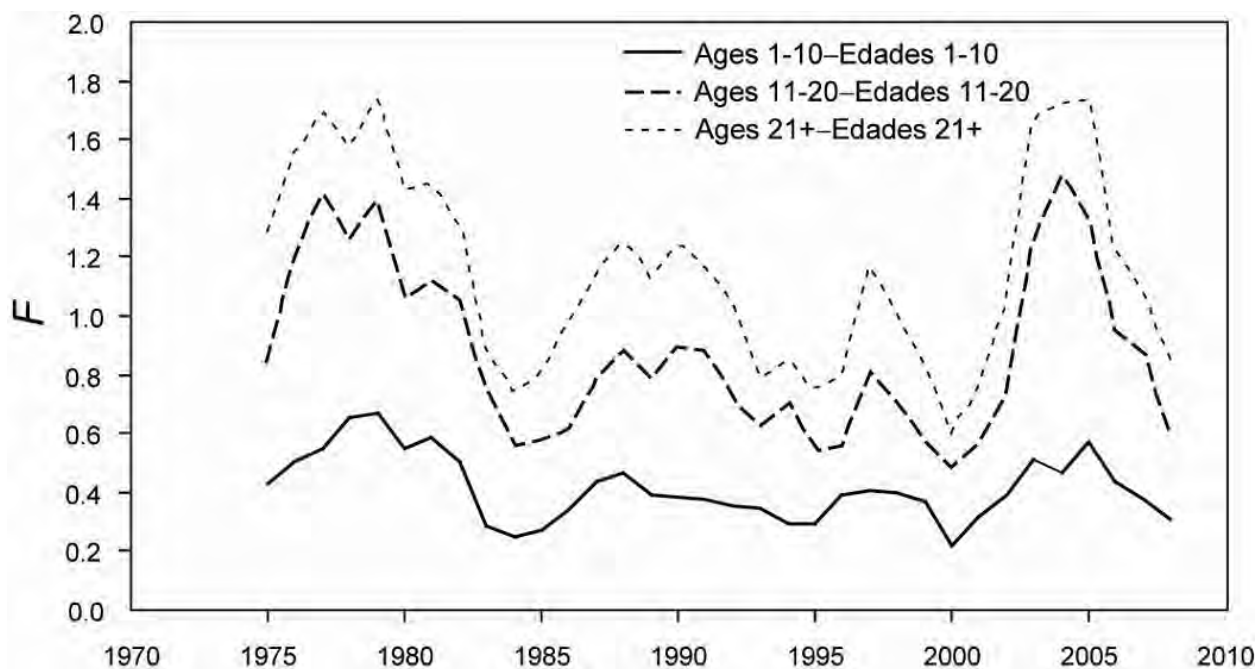
**FIGURE B-1.** Total catches (retained catches plus discards) for the purse-seine fisheries, and retained catches for the pole-and-line and longline fisheries, of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 1975-2008. The purse-seine catches are adjusted to the species composition estimate obtained from sampling the catches. The 2008 catch data are provisional.

**FIGURA B-1.** Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de las pesquerías de cerco, y capturas retenidas de las pesquerías cañera y palangreras, de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, 1975-2008. Las capturas cerqueras están ajustadas a la estimación de la composición por especie obtenida del muestreo de las capturas. Los datos de captura de 2008 son provisionales.



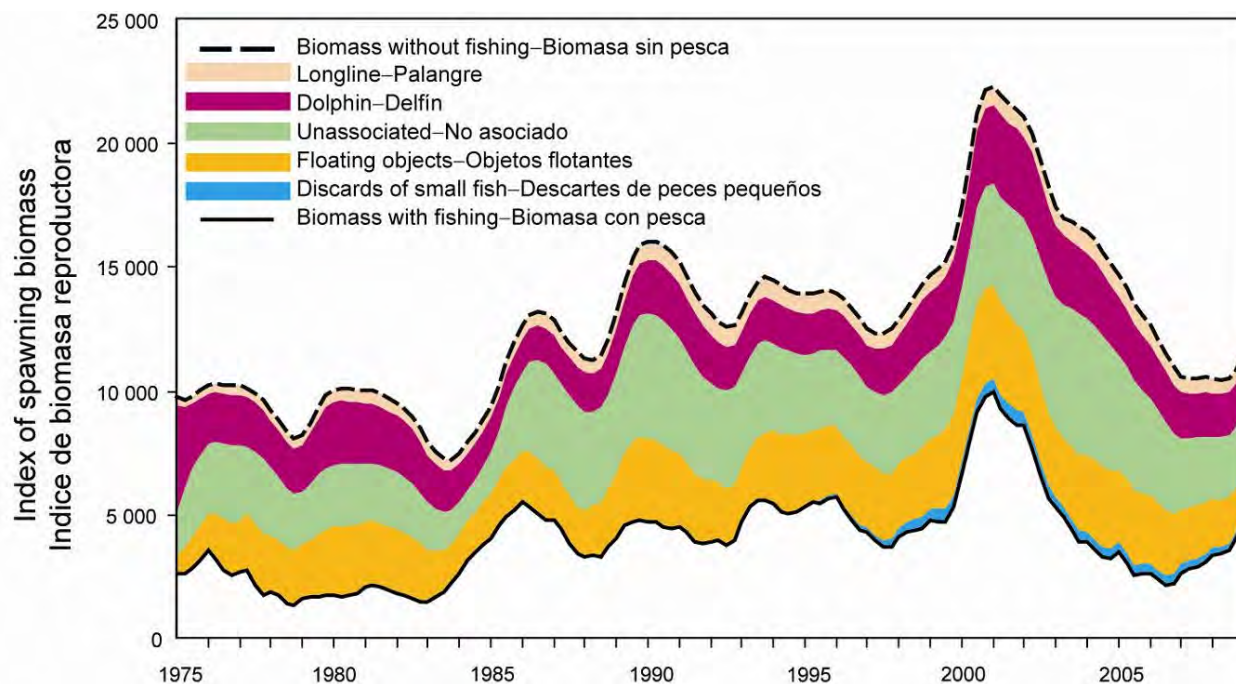
**FIGURE B-2.** Estimated recruitment of yellowfin tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the average recruitment is equal to 1.0. The bold line illustrates the maximum likelihood estimates of recruitment, and the shaded area indicates the approximate 95% confidence intervals around those estimates.

**FIGURA B-2.** Reclutamiento estimado de atún aleta amarilla a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que el reclutamiento medio equivalga a 1,0. La línea gruesa ilustra las estimaciones de probabilidad máxima del reclutamiento, y el área sombreada indica los intervalos de confianza de 95% aproximados de esas estimaciones.



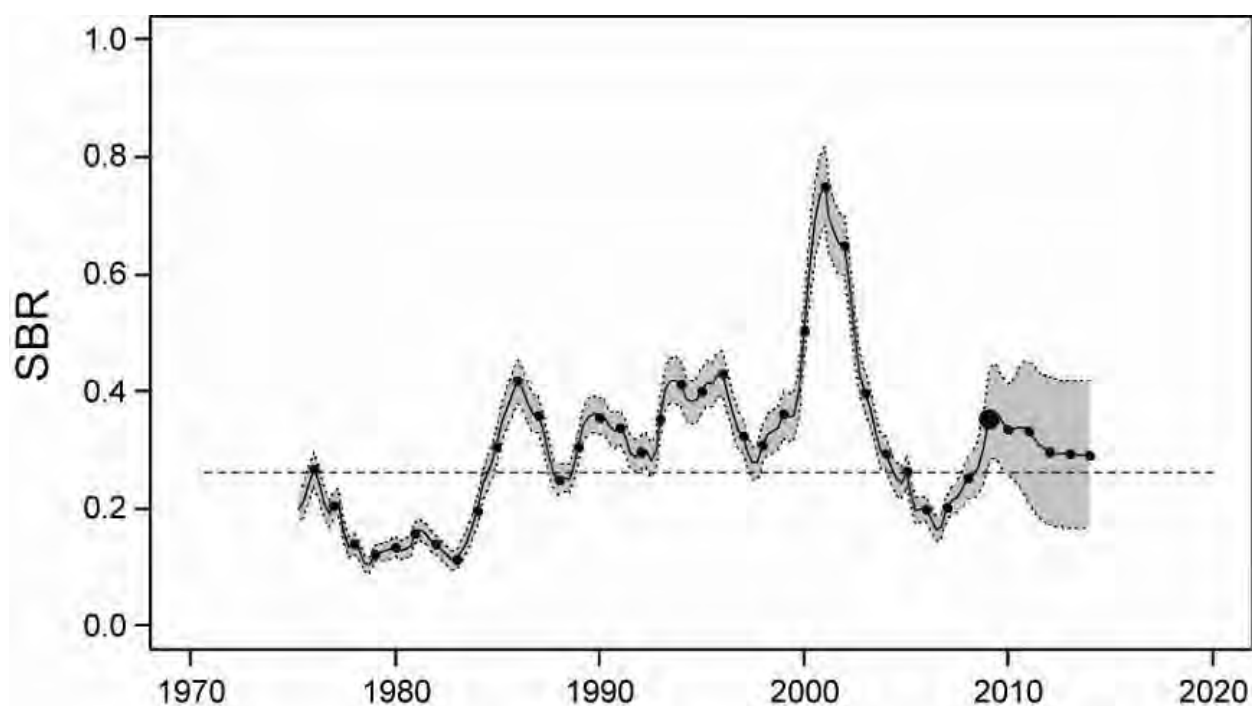
**FIGURE B-3.** Average total annual fishing mortality of yellowfin tuna that have been recruited to the fisheries of the EPO. Each line illustrates an average of annual fishing mortality vectors that affected the fish of the age range (in quarters) indicated in the legend.

**FIGURA B-3.** Mortalidad por pesca anual total media de atún aleta amarilla reclutado a las pesquerías del OPO. Cada línea ilustra un promedio de vectores anuales de mortalidad por pesca que afectaron a los peces de la edad (en trimestres) indicada en la leyenda.



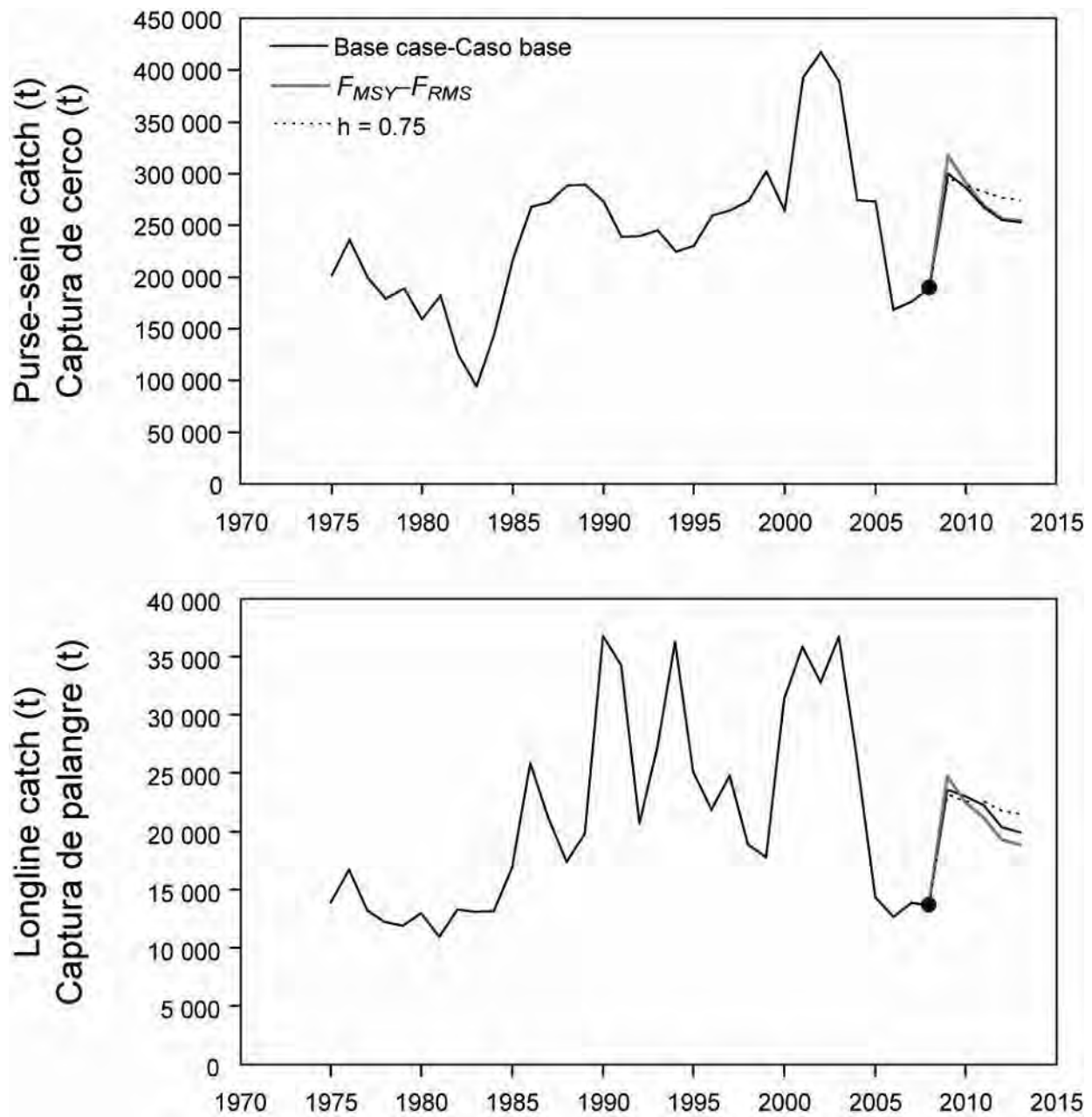
**FIGURE B-4.** Spawning biomass trajectory of a simulated population of yellowfin tuna that was not exploited during 1975-2008 (dashed line) and that predicted by the stock assessment model (solid line). The shaded areas between the two lines represent the portion of the fishery impact attributed to each fishing method.

**FIGURA B-4.** Trayectoria de la biomasa reproductora de una población simulada de atún aleta amarilla no explotada durante 1975-2008 (línea de trazos) y la que predice el modelo de evaluación (línea sólida). Las áreas sombreadas entre las dos líneas representan la porción del impacto de la pesca atribuida a cada método de pesca.



**FIGURE B-5.** Spawning biomass ratios (SBRs) for 1975-2008 and SBRs projected during 2009-2014 for yellowfin tuna in the EPO. The dashed horizontal line (at 0.27) identifies  $SBR_{MSY}$ . The shaded area represents the 95% confidence limits of the estimates. The estimates after 2009 (the large dot represents the start of 2009) indicate the SBR predicted to occur if effort continues at the current level (2006-2008), and average environmental conditions occur during the next five years.

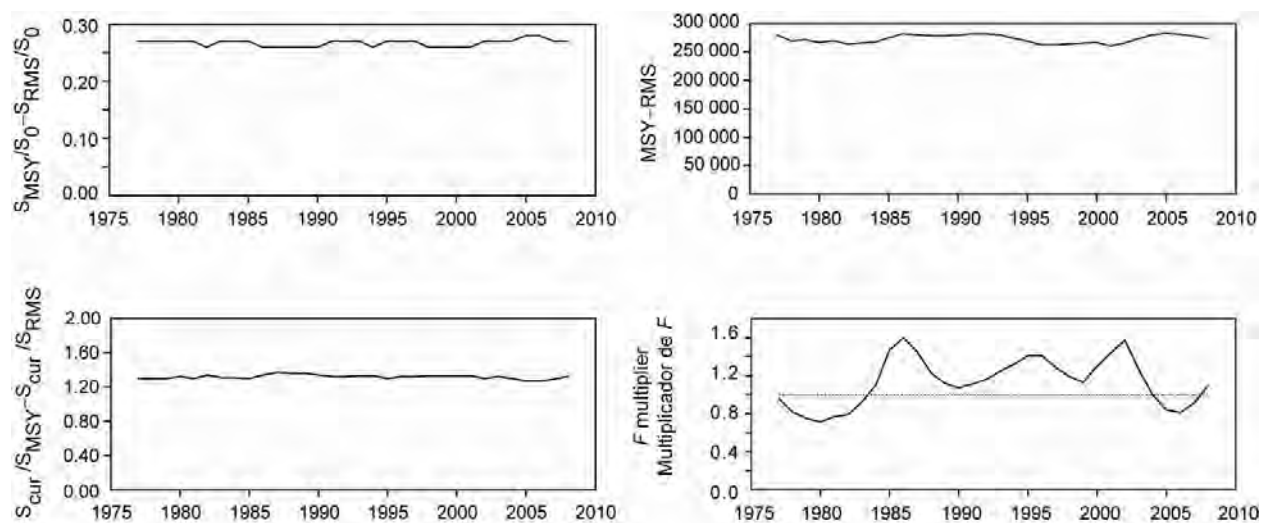
**FIGURA B-5.** Cocientes de biomasa reproductora (SBR) de 1975-2008 y SBR proyectados durante 2009-2014 para el atún aleta amarilla en el OPO. La línea de trazos horizontal (en 0.27) identifica el  $SBR_{RMS}$ . El área sombreada representa los límites de confianza de 95% de las estimaciones. Las estimaciones a partir de 2009 (el punto grande representa el principio de 2009) señalan el SBR predicho si el esfuerzo continúa en el nivel actual (2006-2008), y ocurren condiciones ambientales medias en los cinco años próximos.



**FIGURE B-6.** Catches of yellowfin tuna during 1975-2008, and simulated catches of yellowfin tuna during 2009-2013, by the purse-seine and pole-and-line fleets (upper panel) and the longline fleet (lower panel).

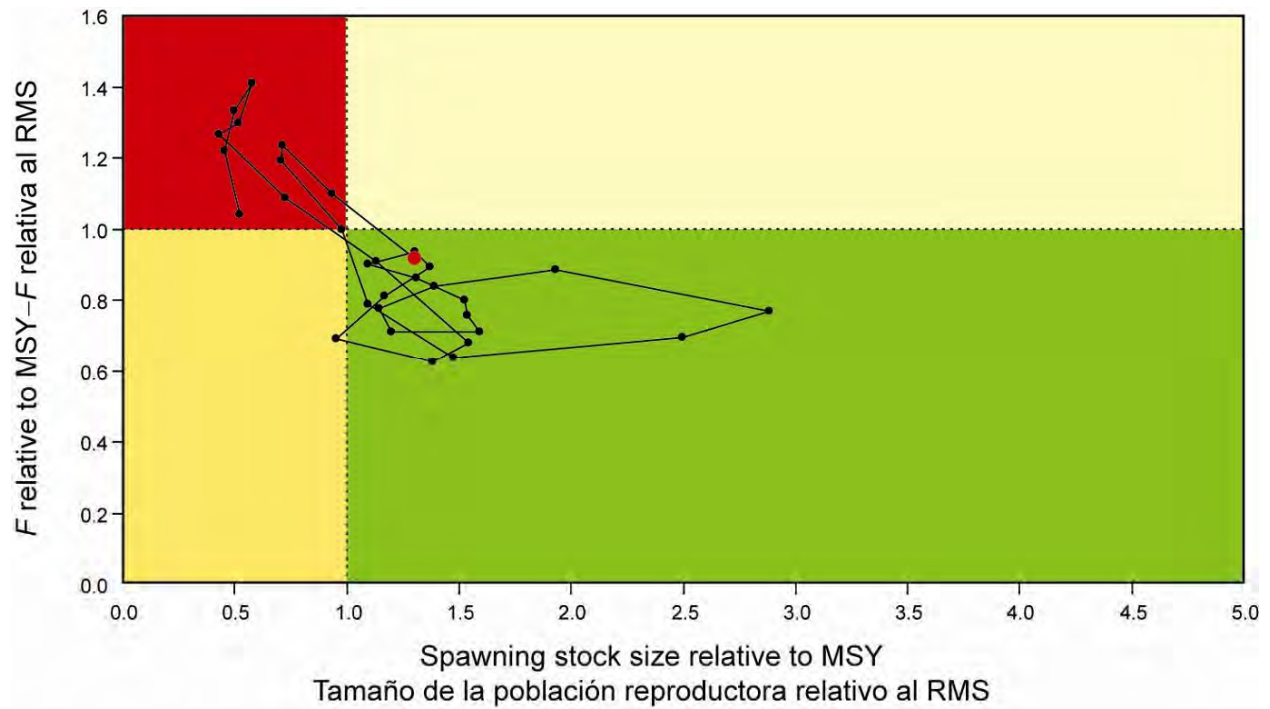
**FIGURA B-6.** Capturas de atún aleta amarilla durante 1975-2008, y capturas simuladas de aleta amarilla durante 2009-2013, por las flotas de cerco y de caña (recuadro superior) y la flota palangrera (recuadro inferior).





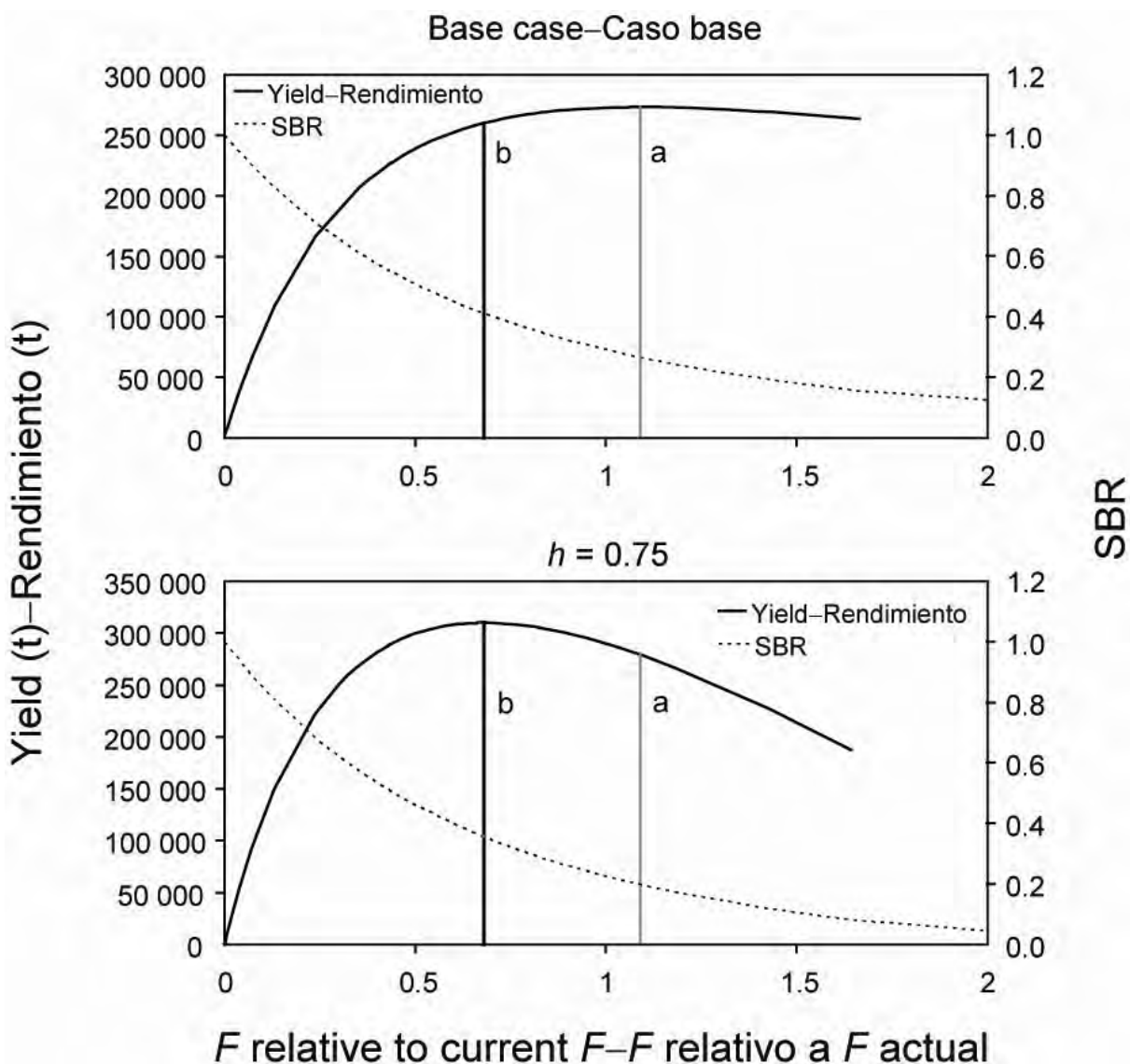
**FIGURE B-7.** MSY of yellowfin tuna, 1975-2008 (upper panel), and the change (increase or reduction) in the effort corresponding to the MSY (lower panel), estimated separately for each year, using the average age-specific fishing mortality for that year.

**FIGURA B-7.** RMS de atún aleta amarilla, 1975-2008 (recuadro superior), y cambio (aumento o reducción) del esfuerzo correspondiente al RMS (recuadro inferior), estimado por separado para cada año, usando la mortalidad por pesca promedio por edad de ese año.



**FIGURE B-8.** Phase plot of the time series of estimates for stock size and fishing mortality of yellowfin tuna relative to their MSY reference points. Each dot is based on the average exploitation rate over three years; the large dot indicates the most recent estimate.

**FIGURA B-8.** Gráfica de fase de la serie de tiempo de las estimaciones del tamaño de la población y la mortalidad por pesca de atún aleta amarilla en relación con sus puntos de referencia de RMS. Cada punto se basa en la tasa de explotación media de tres años; el punto grande indica la estimación más reciente.



**FIGURE B-9.** Yield and spawning biomass ratio (SBR) as a function of fishing mortality relative to the current fishing mortality. The vertical lines represent the fishing mortality corresponding to MSY for the base case and the sensitivity analysis that uses a stock-recruitment relationship ( $h = 0.75$ ).

**FIGURA B-9.** Rendimiento y cociente de biomasa reproductora (SBR) como función de la mortalidad por pesca relativa a la mortalidad por pesca actual. Las líneas verticales representan la mortalidad por pesca correspondiente a el RMS del caso base y el análisis de sensibilidad que usa una relación población-reclutamiento ( $h = 0.75$ ).

**TABLE B-1.** Estimates of the MSY of yellowfin tuna, and associated quantities, for the base case assessment (no stock recruitment relationship, steepness [ $h$ ] = 1), and a sensitivity analysis including a stock-recruitment relationship with  $h = 0.75$ . All analyses are based on average fishing mortality for 2006-2008.  $B_{\text{recent}}$  and  $B_{\text{MSY}}$  are the biomass of yellowfin tuna 2+ quarters old at the start of 2009 and at MSY, respectively, and  $S_{2009}$ ,  $S_{\text{MSY}}$ , and  $S_{F=0}$  are indices of spawning biomass (relative number of eggs) at the start of 2009, at MSY, and without fishing, respectively.  $C_{2008}$  is the estimated total catch in 2008.

**TABLA B-1.** Estimaciones del RMS del atún aleta amarilla, y cantidades asociadas, para la evaluación del caso base (sin relación población-reclutamiento, inclinación [ $h$ ] = 1), y un análisis de sensibilidad que incluye una relación población-reclutamiento, con  $h = 0.75$ . Todos los análisis se basan en la mortalidad por pesca media de 2006-2008.  $B_{\text{reciente}}$  y  $B_{\text{RMS}}$  son la biomasa de atún aleta amarilla de 2+ trimestres de edad al principio de 2009 y en RMS, respectivamente, y  $S_{2009}$ ,  $S_{\text{RMS}}$ , y  $S_{F=0}$  son índices de la biomasa reproductora (número relativo de huevos) al principio de 2009, en RMS, y sin pesca, respectivamente.  $C_{2007}$  es la captura total estimada en 2008.

|   | Base case—Caso base | $h = 0.75$ |
|---|---------------------|------------|
| MSY—RMS   | 273,159             | 310,073    |
| $B_{\text{MSY}} - B_{\text{RMS}}$                                       | 372,909             | 594,909    |
| $S_{\text{MSY}} - S_{\text{RMS}}$                                       | 3,522               | 6,436      |
| $C_{2008}/\text{MSY} - C_{2008}/\text{RMS}$                             | 0.75                | 0.66       |
| $B_{\text{recent}}/B_{\text{MSY}} - B_{\text{reciente}}/B_{\text{RMS}}$ | 1.27                | 0.78       |
| $S_{2009}/S_{\text{MSY}} - S_{2009}/S_{\text{RMS}}$                     | 1.32                | 0.71       |
| $S_{\text{MSY}}/S_{F=0} - S_{\text{RMS}}/S_{F=0}$                       | 0.27                | 0.36       |
| $F$ multiplier—Multiplicador de $F$                                     | 1.09                | 0.68       |

## B. ATÚN ALETA AMARILLA

Se usó un modelo de evaluación de poblaciones estadístico integrado con estructura por edad (Stock Synthesis Version 3) en la evaluación, que se basa en el supuesto que existe una sola población de aleta amarilla en el OPO. Este modelo es diferente de aquél usado en las evaluaciones previas. El aleta amarilla se encuentra distribuido por todo el Océano Pacífico, pero la mayor parte de la captura proviene de las zonas oriental y occidental del mismo. Las capturas cerqueras de aleta amarilla son relativamente bajas cerca del límite occidental del OPO. Los desplazamientos de aletas amarillas marcados suelen ser de centenares, no miles, de kilómetros, y el intercambio entre el OPO y el Pacífico occidental parece ser limitado. Esto es consistente con que las tendencias de la CPUE palangrera varíen entre áreas. Es probable que exista una población continua en el Océano Pacífico entero, con intercambio de individuos a nivel local, aunque existe cierta evidencia genética de aislamiento local. No es posible estimar las tasas de desplazamiento entre el OPO y el Pacífico occidental con los datos de marcado actualmente disponibles.

La evaluación de poblaciones requiere cantidades sustanciales de información, incluyendo datos de capturas retenidas, descartes, índices de abundancia, y la composición por tamaño de las capturas de las distintas pesquerías. Se hicieron supuestos sobre procesos tales como crecimiento, reclutamiento, desplazamiento, mortalidad natural, mortalidad por pesca ( $F$ ), y estructura de poblaciones. La evaluación de 2009 es sustancialmente diferente de aquella de 2008 porque usa el programa *Stock Synthesis*. Las evaluaciones previas usaron el programa A-SCALA. Las diferencias principales incluyen: uso de un modelo por sexos, inclusión de índices de abundancia en lugar de esfuerzo, y uso de formas funcionales para la selectividad. Se actualizaron los datos de captura y frecuencia de tallas de las pesquerías de superficie para incluir datos nuevos de 2008. Se dispone de datos de captura palangrera nuevos o actualizados de China (2007), Taipei Chino (2005-2007) y Japón (2003-2007). En la Figura B-1 se ilustran las capturas.

En general, el reclutamiento de aleta amarilla a las pesquerías en el OPO es variable, con un componente estacional (Figura B-2). El presente análisis y los análisis previos indican que la población de aleta amarilla ha pasado por dos, o posiblemente tres, regímenes distintos de productividad de reclutamiento (1975-1982, 1983-2002, y 2003-2006), correspondientes a reclutamientos bajo, alto, e intermedio. Los regímenes de productividad corresponden a regímenes de biomasa: un régimen de productividad alto produce niveles mayores de biomasa. Una relación población-reclutamiento es también apoyada por los datos de estos regímenes, pero las pruebas son tenues, y son probablemente artefactos de los cambios de régimen aparentes. Los reclutamientos mayores en 2007 y 2008 causaron que la biomasa creciese en los últimos años.

El peso medio de las aletas amarillas capturados en la pesquería ha sido bastante consistente en el transcurso de los años, pero varía sustancialmente entre las distintas pesquerías. En general, las pesquerías sobre objetos flotantes, no asociada del norte, y cañera capturan aletas amarillas más jóvenes y pequeños que las pesquerías no asociada del sur, asociadas con delfines, y palangreras. En las pesquerías palangreras y en la pesquería asociada con delfines del sur se capturan aletas amarillas de mayor edad y tamaño que en las pesquerías sobre delfines costera y del norte.

Se han estimado niveles importantes de mortalidad por pesca en la pesquería de aleta amarilla en el OPO (Figura B-3). Estos niveles son máximos para las aletas amarillas de edad intermedia. A pesar de que la captura en asociación con delfines es mayor que en las otras pesquerías, la pesca sobre objetos flotantes y atunes no asociados ejerce un impacto mayor sobre la biomasa reproductora del aleta amarilla (Figura B-4).

La biomasa estimada es significativamente menor que la estimación de la evaluación previa, lo cual indica que los resultados son sensibles a los cambios en la metodología de la evaluación. Existe también un patrón retrospectivo grande de sobreestimación del reclutamiento reciente, el cual se debe a los datos de composición por talla de las capturas sobre objetos flotantes. En combinación con los grandes intervalos de confianza de las estimaciones del reclutamiento reciente, éstos indican que las estimaciones del reclutamiento reciente y la biomasa reciente son inciertas. Los resultados de la evaluación son asimismo particularmente sensibles al nivel de mortalidad natural supuesto para el aleta amarilla adulto.

Históricamente, el cociente de biomasa reproductora (SBR) del aleta amarilla en el OPO estuvo por debajo del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible (RMS) durante el régimen de productividad baja de 1975-1983), pero por encima de ese nivel durante la mayoría de los años subsiguientes, excepto el período reciente (2004-2007) (Figura B-5). Se atribuye el incremento del SBR en 1984 a un cambio de régimen, y la disminución reciente podría ser una reversión a un régimen de productividad intermedio. Los dos distintos regímenes de productividad podrían sostener dos niveles distintos de RMS y de los SBR asociados. Se estima que el SBR al principio de 2009 estuvo por encima del nivel correspondiente al RMS. Se estima que los niveles de esfuerzo son menores que aquéllos que sostendrían el RMS (con base en la distribución actual del esfuerzo entre las distintas pesquerías) (Figura B-8), pero las capturas recientes son sustancialmente menores que el RMS (Tabla B-1).

Es importante señalar que la curva que relaciona al rendimiento máximo promedio a la mortalidad por pesca a largo plazo es muy plana alrededor del nivel de RMS (Figura B-9). Por lo tanto, cambios en los niveles de esfuerzo a largo plazo cambiarán las capturas a largo plazo de forma marginal solamente, pero cambiarán la biomasa considerablemente. Reducir la mortalidad por pesca por debajo del nivel de RMS brindaría una disminución tan sólo marginal en el rendimiento promedio a largo plazo, con el beneficio de un aumento relativamente grande de la biomasa reproductora. Además, la pesca a niveles correspondientes al RMS estimado del caso base, que supone que el reclutamiento es independiente de la biomasa reproductora, mientras que en realidad el reclutamiento incluye una relación población-reclutamiento, causa una pérdida de rendimiento mayor que la pesca a niveles correspondientes al RMS estimado del análisis de sensibilidad a la relación población-reclutamiento cuando el reclutamiento es en realidad independiente de la biomasa reproductora (Figura B-9).

Los cálculos de RMS indican que, al menos en teoría, se podría incrementar las capturas si se dirigiera el esfuerzo de pesca hacia la pesca con palangre y a los lances sobre aleta amarilla asociado con delfines. Esto incrementaría también los niveles de SBR.

El RMS ha sido estable durante el período de la evaluación (Figura B-7), lo cual sugiere que el patrón general de selectividad no ha variado mucho con el tiempo. No obstante, el nivel general del esfuerzo de pesca ha variado con respecto al nivel correspondiente a RMS.

El SBR correspondiente al RMS disminuyó sustancialmente con respecto a la evaluación previa, lo cual indica que los resultados son sensibles al cambio en la metodología. Se atribuye el cambio al método usado para modelar la selectividad. No obstante, el SBR relativo al SBR correspondiente al RMS y el multiplicador de  $F$  son similares a la evaluación previa.

Si se supone una relación población-reclutamiento, el pronóstico es más pesimista, y se estima que la biomasa actual está por debajo del nivel correspondiente al RMS. La condición de la población es también sensible al valor de la mortalidad natural de los adultos, el método usado para modelar la selectividad, y la talla supuesta de la edad máxima modelada (29 trimestres).

Con los niveles actuales (2006-2008) de mortalidad por pesca, se predice que la biomasa reproductora disminuirá levemente, pero permanecerá por encima del nivel correspondiente al RMS ( $F_{RMS}$ ). Se predice que las capturas serán mayores a corto plazo que en 2008, pero que disminuirán ligeramente en el futuro (Figura B-6). Se predice que pescar en  $F_{RMS}$  reducirá la biomasa reproductora levemente de aquella con el esfuerzo actual y producirá capturas levemente mayores.

### Resultados clave

1. El método de evaluación de la población ha cambiado a Stock Synthesis.
2. Las estimaciones de las cantidades de ordenación clave son similares a las evaluaciones previas.
3. Las estimaciones de biomasa absoluta son más bajas que aquéllas estimadas en años previos.
4. El SBR correspondiente al RMS ha disminuido sustancialmente con respecto a las evaluaciones previas; se atribuye la disminución al nuevo método usado para modelar la selectividad.
5. Existe incertidumbre acerca de los niveles recientes y futuros de reclutamiento y biomasa, y existen patrones retrospectivos de sobreestimación del reclutamiento reciente.
6. Las tasas recientes de mortalidad por pesca son cercanas a aquéllas correspondientes al RMS, y el SBR está por encima del nivel correspondiente al RMS.
7. Un aumento del peso medio del aleta amarilla capturado podría incrementar el RMS.
8. Hubo dos, y posiblemente tres, regímenes distintos de productividad, y los niveles de RMS y la biomasa correspondiente al RMS podrían ser diferentes entre los regímenes. Es posible que la población haya cambiado recientemente de un régimen de productividad alto a uno intermedio.
9. Los resultados son más pesimistas si se supone una relación población-reclutamiento.
10. Los resultados son sensibles a la mortalidad natural supuesta para los aletas amarillas adultos, el método usado para modelar la selectividad, y la talla supuesta para los peces de mayor edad.

### C. SKIPJACK TUNA

An age-structured catch-at-length analysis (A-SCALA) has been used to assess skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). The methods of analysis are described in IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 5, and readers are referred to that report for technical details. This method was used most recently for skipjack tuna in 2004 ([IATTC Stock Assessment Report 5](#); available on the [IATTC web site](#)), and included data up to and including 2003. More recently, data- and model-based indicators have been used to evaluate the status of the stock.

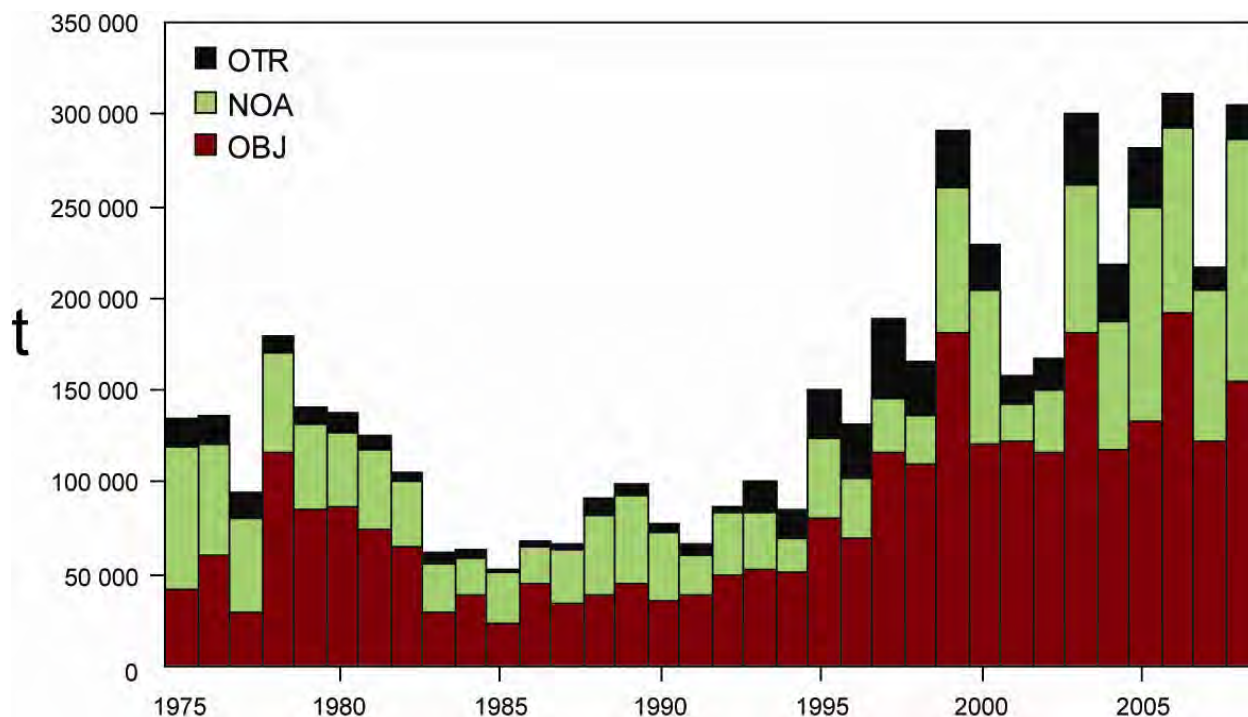
The catches used in the assessment are presented in Figure C-1.

Yield-per-recruit analysis indicates that maximum yields are achieved with infinite fishing mortality because the critical weight (weight at which the gain to the total weight of a cohort due to growth is equal to the weight loss to that cohort due to natural mortality) is less than the average weight at recruitment to the fishery. However, this result is uncertain because of uncertainties in the estimates of natural mortality and growth.

The results of an analysis described in [IATTC Stock Assessment Report 7](#), in which an index of relative abundance was developed from the ratio of skipjack to bigeye tuna in the floating-object fishery, were consistent with previous assessments, and suggest that there is no management concern for skipjack tuna, apart from the associated catch of bigeye in floating-object sets.

Eight data- and model-based indicators are shown in Figure C-2. The standardized effort, which is a measure of exploitation rate, is calculated as the sum of the effort, in days fished, for the floating-object (OBJ) and unassociated (NOA) fisheries. The floating-object effort is standardized to be equivalent to the unassociated effort by multiplying the floating-object effort by the ratio of the average floating-object CPUE to the average unassociated CPUE. The purse-seine catch has been increasing since 1985, and is currently above the upper reference level. Except for a large peak in 1999, the floating-object CPUE has generally fluctuated around an average level since 1990. The unassociated CPUE has been higher than average since about 2003 and was at its highest level in 2008. The standardized effort indicator, which is a measure of exploitation rate has been increasing since about 1991, but declined in recent years. The average weight of skipjack has been declining since 2000, and the 2008 average weight is approaching the lower reference level. The biomass, recruitment, and exploitation rate have been increasing over the past 20 years.

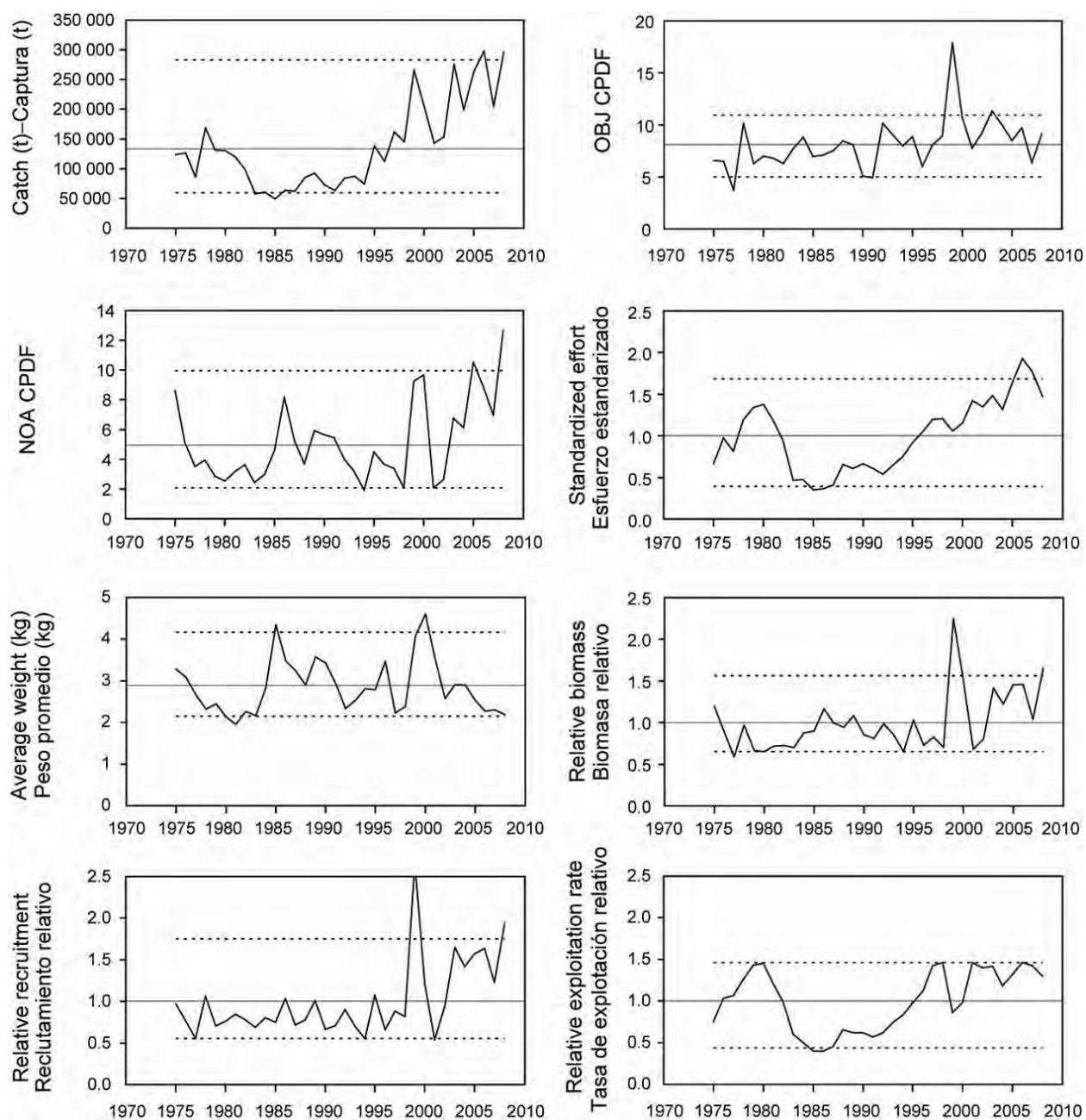
The main concern with the skipjack stock is the constantly increasing exploitation rate. However, the data- and model-based indicators have yet to detect any adverse consequence of this increase. The average weight is near its lower reference level, which can be a consequence of overexploitation, but it can also be caused by recent recruitments being stronger than past recruitments.



**FIGURE C-1.** Total catches (retained catches plus discards) of skipjack tuna by the purse-seine fisheries on floating objects and unassociated schools, and by other fisheries combined, in the eastern Pacific Ocean, 1975-2008. The purse-seine catches for 1975-2006 are adjusted to the species composition estimate.

**FIGURA C-1.** Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de atún barrilete por las pesquerías de cerco sobre objetos flotantes y cardúmenes no asociados, y de las demás pesquerías combinadas, en el Océano Pacífico oriental, 1975-2008. Las capturas cerqueras de 1975-2006 fueron ajustadas a la estimación de composición por especies.





**FIGURE C-2.** Indicators of the stock status of skipjack tuna based on data and/or a simple stock assessment model. CPDF: catch per day fished.

**FIGURA C-2.** Indicadores de la condición de la población de atún barrilete basados en datos y/o en un modelo sencillo de evaluación de población. CPDF: captura por día de pesca.

### C. ATÚN BARRILETE

Se ha usado un análisis de la captura por talla y edad, A-SCALA (del inglés *age-structured, catch-at-length analysis*) para evaluar el atún barrilete en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se describen los métodos analíticos en el Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 5, y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho informe. La última vez que se usó este método para el barrilete fue en 2004 ([Informe de Evaluación de Stocks 5](#), disponible en la [página web de la CIAT](#)), e incluyó datos hasta 2003, inclusive. Más recientemente, se han usado indicadores basados en datos y en modelos para evaluar la condición de la población.

En la Figura C-1 se ilustran las capturas usadas en la evaluación.

Un análisis de rendimiento por recluta señala que se logra el rendimiento máximo con una mortalidad por pesca infinita porque el peso crítico (el peso al cual el incremento del peso total de una cohorte debido al crecimiento es igual a la pérdida de peso de la cohorte debida a la mortalidad natural) es menor que el peso medio de reclutamiento a la pesquería. Sin embargo, este resultado no es seguro debido a incertidumbres en las estimaciones de mortalidad natural y crecimiento.

Los resultados de un análisis descrito en el [Informe de Evaluación de Stocks 7](#) de la CIAT, en el cual se elaboró un índice de abundancia relativa a partir de las proporciones de los atunes barrilete y patudo en la pesca sobre objetos flotantes, fueron consistentes con las evaluaciones previas, y sugieren que no existe motivo de preocupación con respecto a la ordenación del atún barrilete, aparte de la captura asociada de patudo en los lances sobre objetos flotantes.

En la Figura C-2 se ilustran ocho indicadores basados en datos y en modelos. El esfuerzo estandarizado, una medida de la tasa de explotación, es calculado como la suma del esfuerzo, en días de pesca, de las pesquerías sobre objetos flotantes (OBJ) y no asociadas (NOA). Para estandarizar el esfuerzo sobre objetos flotantes para que sea equivalente al esfuerzo no asociado, se multiplica el esfuerzo sobre objetos flotantes por la razón de la CPUE media sobre objetos flotantes a la CPUE media no asociada. La captura de cerco viene aumentando desde 1985, y está actualmente por encima el nivel de referencia superior. Con la excepción de un pico grande en 1999, la CPUE sobre objetos flotantes ha fluctuado generalmente alrededor de un nivel medio desde 1990. La CPUE ha sido superior al promedio desde aproximadamente 2003, y estuvo en su nivel máximo en 2008. El indicador de esfuerzo estandarizado, una medida de la tasa de explotación, viene aumentando desde aproximadamente 1991, pero disminuyó en los últimos años. El peso promedio del barrilete viene disminuyendo desde 2000, y el peso promedio de 2008 es cercano al nivel de referencia inferior. La biomasa, el reclutamiento, y la tasa de explotación han estado aumentando en los 20 últimos años.

La preocupación principal con respecto a la población de barrilete es el incremento constante de la tasa de explotación. Sin embargo, los indicadores basados en datos y en modelos todavía no han detectado ninguna consecuencia negativa de este incremento. El peso promedio se encuentra cerca de su nivel de referencia inferior, lo cual puede ser consecuencia de una explotación excesiva, pero también podría ser causado por reclutamientos recientes más fuertes que los anteriores.

## D. BIGEYE TUNA

An age-structured catch-at-length model, Stock Synthesis (version 3), was used in the assessment of the bigeye stock of the Eastern Pacific Ocean (EPO). The details of the stock assessment are available on the [IATTC web site](http://www.iattc.org/StockAssessmentReports/StockAssessmentReportsENG.htm)<sup>7</sup>.

The stock assessment requires a substantial amount of information. Data on retained catch, discards, catch per unit of effort (CPUE), and size compositions of the catches from several different fisheries have been analyzed. Several assumptions regarding processes such as growth, recruitment, movement, natural mortality, and fishing mortality, have also been made. Catch, CPUE, and length-frequency data for the surface fisheries have been updated to include new data for 2008. New or updated longline catch data are available for Chinese Taipei (2005-2007), the Peoples Republic of China (2007), and Japan (2003-2007).

Bigeye are distributed across the Pacific Ocean, but the bulk of the catch is made to the east and to the west. The purse-seine catches of bigeye are substantially lower close to the western boundary (150°W) of the EPO (Figure A-3); the longline catches are more continuous, but show lower levels between 160°W and 180° (Figure A-4). Bigeye are not often caught by purse seiners in the EPO north of 10°N (Figure A-3), but a substantial portion of the longline catches of bigeye in the EPO is made north of that parallel (Figure A-4). Bigeye tuna do not move long distances (95% of tagged bigeye showed net movements of less than 1000 nautical miles), and current information indicates little exchange between the eastern and western Pacific Ocean (Figure D-1). This is consistent with the fact that longline catch-per-unit-of-effort (CPUE) trends differ among areas. It is likely that there is a continuous stock throughout the Pacific Ocean, with exchange of individuals at local levels. The assessment is conducted as if there were a single stock in the EPO. Its results are consistent with results of other analyses of bigeye tuna on a Pacific-wide basis. In addition, analyses have shown that the results are insensitive to the spatial structure of the analysis. Currently, there are not enough tagging data to provide adequate estimates of movement between the eastern and western Pacific Ocean.

There have been substantial changes in the bigeye tuna fishery in the EPO. Initially, the majority of the bigeye catch was taken by longline vessels, but with the expansion of the fishery on fish associated with fish-aggregating devices (FADs) since 1993, the purse-seine fishery has taken an increasing proportion of the bigeye catch (Figure D-2). The FAD fishery captures smaller bigeye, and has therefore resulted in important changes in the amount of fishing mortality for bigeye in the EPO. On average, since 1993 the fishing mortality of bigeye less than about 15 quarters old has increased substantially, and that of fish more than about 15 quarters old has increased slightly (Figure D-3).

Over the range of spawning biomasses estimated by the base case assessment, the abundance of bigeye recruits appears to be unrelated to the spawning potential of adult females at the time of hatching.

There are several important features in the estimated time series of bigeye recruitment (Figure D-4). First, estimates of recruitment before 1993 are very uncertain, as the floating-object fisheries were not catching significant amounts of small bigeye. There was a period of above-average recruitment in 1994-1998, followed by a period of below-average recruitment in 1999-2000. The recruitments have been above average from 2001 to 2006, and were particularly large in 2005 and 2006. The 2007 recruitment was below average, but the recent recruitment in 2008 appears to be particularly high. However, this recent estimate is very uncertain and should be regarded with caution, due to the fact that recently-recruited bigeye are represented in only a few length-frequency samples.

The biomass of 3+-quarter-old bigeye increased during 1975-1986, and reached its peak level of about 630 thousand metric tons (t) in 1986, after which it decreased to an historic low of 287 thousand t at the beginning of 2009. Spawning biomass has generally followed a trend similar to that for the biomass of 3+-quarter-olds, but lagged by 1-2 years. There is uncertainty in the estimated biomasses of both 3+-quarter-old bigeye and spawners. Nevertheless, it is apparent that fishing has reduced the total biomass of bigeye in the EPO. The biomasses of both 3+-quarter-old fish and spawners are estimated to have been nearly stable with no trend for the last six years.

The estimated trajectory of the spawning biomass that would have occurred without fishing and that projected by the assessment model, together with an estimate of the impacts attributed to each fishing gear, are shown in Figure D-5.

At the beginning of 2009, the spawning biomass of bigeye tuna in the EPO was near the historic low level (Figure D-6). At that time the spawning biomass ratio (the ratio of the spawning biomass at that time to that of the unfished stock; SBR) was about 0.17, which is about 11% less than the level corresponding to the maximum sustainable yield (MSY). Recent spikes in recruitment are predicted to result in stabilized levels of SBR and increased longline catches for the next few years (Figure D-7). However, high levels of

---

<sup>7</sup> <http://www.iattc.org/StockAssessmentReports/StockAssessmentReportsENG.htm>

fishing mortality are expected to subsequently reduce the SBR and catches. Under current effort levels, the population is unlikely to remain at levels that support MSY unless fishing mortality levels are greatly reduced or recruitment is above average for several consecutive years. These simulations are based on the assumption that selectivity and catchability patterns will not change in the future. Changes in targeting practices or increasing catchability of bigeye as abundance declines (*e.g.* density-dependent catchability) could result in differences from the outcomes predicted here.

Recent catches are estimated to have been 19% higher than the MSY level (Table D-1). If fishing mortality ( $F$ ) is proportional to fishing effort, and the current patterns of age-specific selectivity are maintained, the level of fishing effort corresponding to the MSY is about 81% of the current (2006-2008) level of effort. The MSY of bigeye in the EPO could be maximized if the age-specific selectivity pattern were similar to that for the longline fishery that operates south of 15°N because it catches larger individuals that are close to the critical weight. Before the expansion of the floating-object fishery that began in 1993, the MSY was greater than the current MSY and the fishing mortality was less than  $F_{MSY}$  (Figure D-8). The base case stock assessment results indicate that the bigeye stock in the EPO is overfished ( $S < S_{MSY}$ ) and that overfishing is taking place ( $F > F_{MSY}$ ) (Figure D-9).

Analyses were carried out to assess the sensitivity of the stock assessment results to: 1) a stock-recruitment relationship; 2) use of a Richards growth curve fit to age at length data derived from otolith data; 3) extending the assumed western limit of the bigeye stock distribution from 150°W to 170°E.

The estimates of biomass are moderately sensitive to the steepness of the stock-recruitment relationship, but the trends are very similar to the base case. The recruitment time series is similar to the base case.

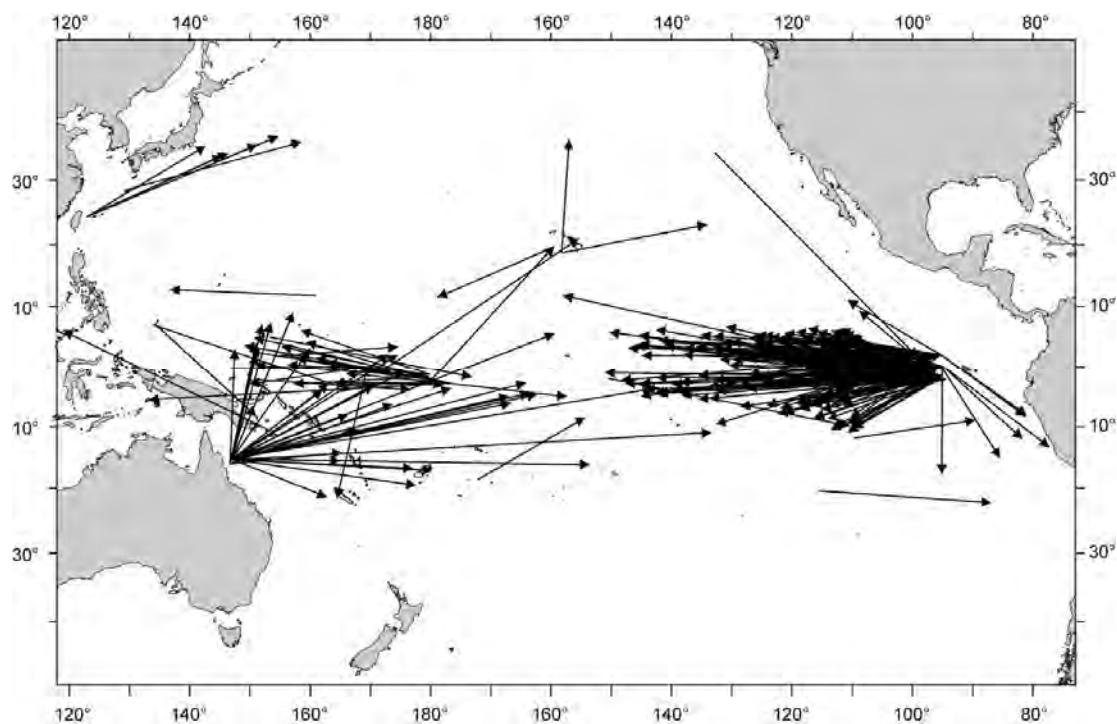
When a Richards growth curve was used, the biomasses were lower than those obtained by base case model which assumes a von Bertalanffy growth function. However, the trends in the biomasses were very similar. The recruitment estimates were also very similar between the two models. The Richards growth curve provided a better fit to the fishery data when compared to the base case model.

When the assumed western limit of the bigeye stock distribution was extended from 150°W to 170°E, and the additional catch taken in the WCPO were included in the model, the recruitments and biomasses were greater than those estimated by the base case. However, the biomass estimates for most years became lower than the base case when the model was also fit to the additional CPUE and size composition data from the WCPO.

All four scenarios considered suggest that, at the beginning of 2009, the spawning biomass ( $S$ ) was below  $S_{MSY}$ . MSY and the  $F$  multiplier are sensitive to how the assessment model is parameterized, the data that are included in the assessment, and the periods assumed to represent average fishing mortality, but under all scenarios considered, fishing mortality is well above  $F_{MSY}$ . The management quantities derived from the base case model were the less pessimistic among all scenarios.

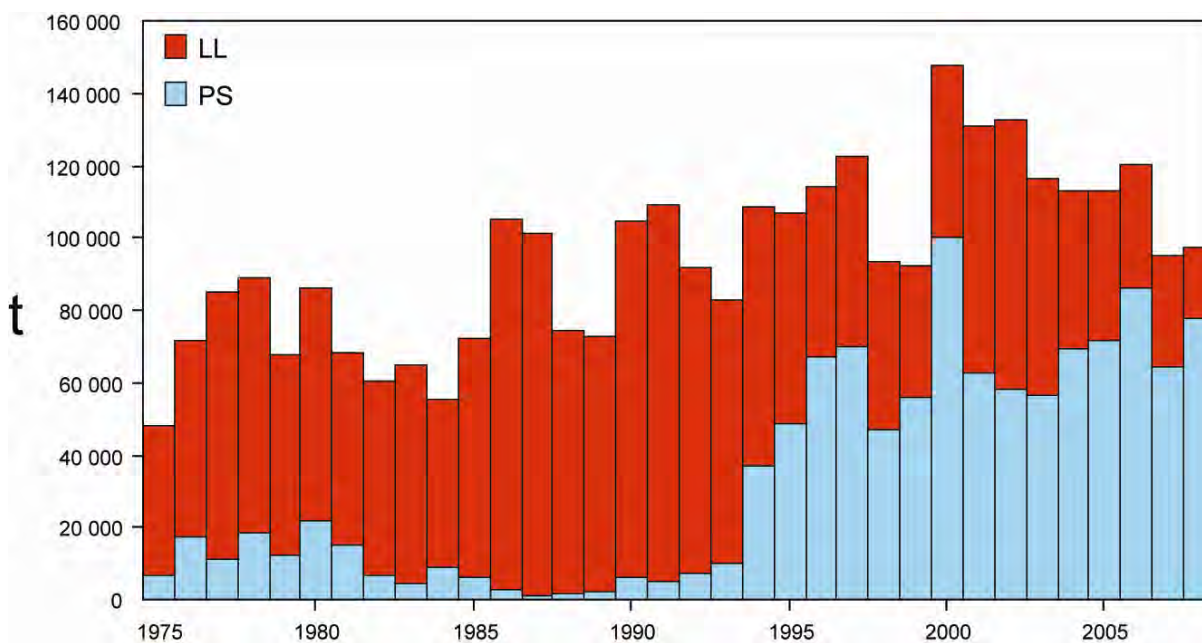
### Key results

1. The results of this assessment are similar to the previous assessments;
2. There is uncertainty about recent and future recruitment and biomass levels;
3. The recent fishing mortality rates are well above those corresponding to the MSY and this result is consistent across various modeling scenarios;
4. The recent SBR levels are below those corresponding to the MSY and this result is consistent across various modeling scenarios;
5. The results from the base case model are the more optimistic among the various modeling scenarios investigated;
6. The results are more pessimistic if a stock-recruitment relationship is assumed;
7. Assuming a more flexible Richards growth curve improved the model fit to the fishery data. This alternative model could potentially be considered as the base case model in future assessments;
8. The assessment results are more pessimistic if the western limit of the bigeye stock distribution is extended from 150°W to 170°E.



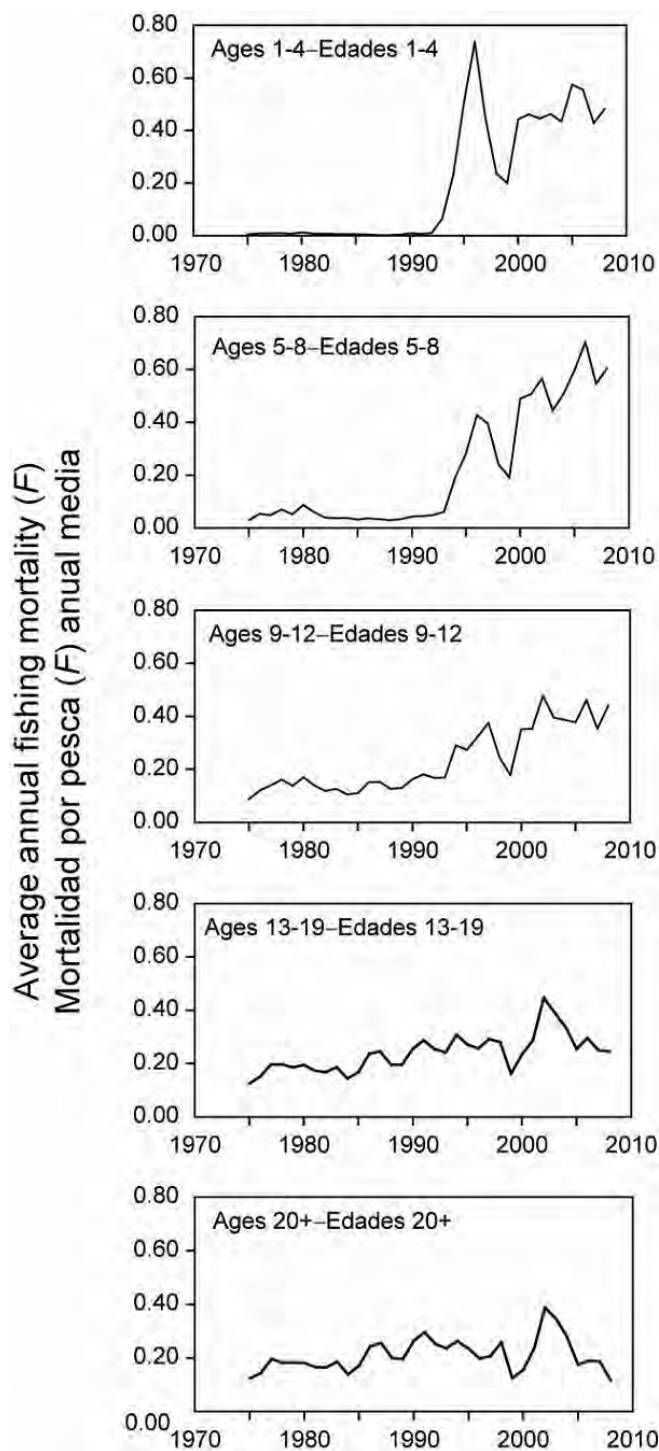
**FIGURE D-1.** Movements of more than 1000 nm by tagged bigeye tuna in the Pacific Ocean.

**FIGURA D-1.** Desplazamientos de más de 1000 mn de atunes patudo marcados en el Océano Pacífico.



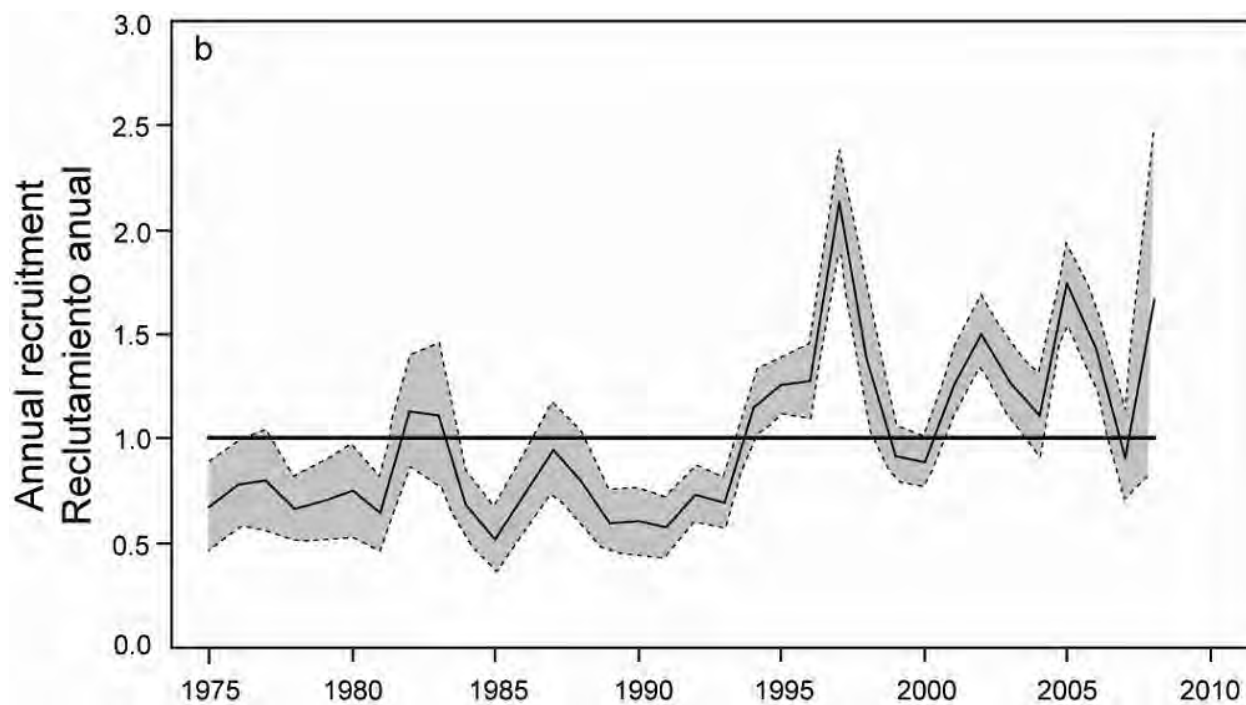
**FIGURE D-2.** Total catches (retained catches plus discards) of bigeye tuna by the purse-seine fisheries, and retained catches for the longline fisheries, in the eastern Pacific Ocean, 1975-2008. The purse-seine catches are adjusted to the species composition estimate. The 2008 catch data are provisional.

**FIGURA D-2.** Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de atún patudo por las pesquerías de cerco, y capturas retenidas de las pesquerías palangreras en el Océano Pacífico oriental, 1975-2008. Las capturas cerqueras están ajustadas a la estimación de la composición por especie. Los datos de captura de 2008 son provisionales.



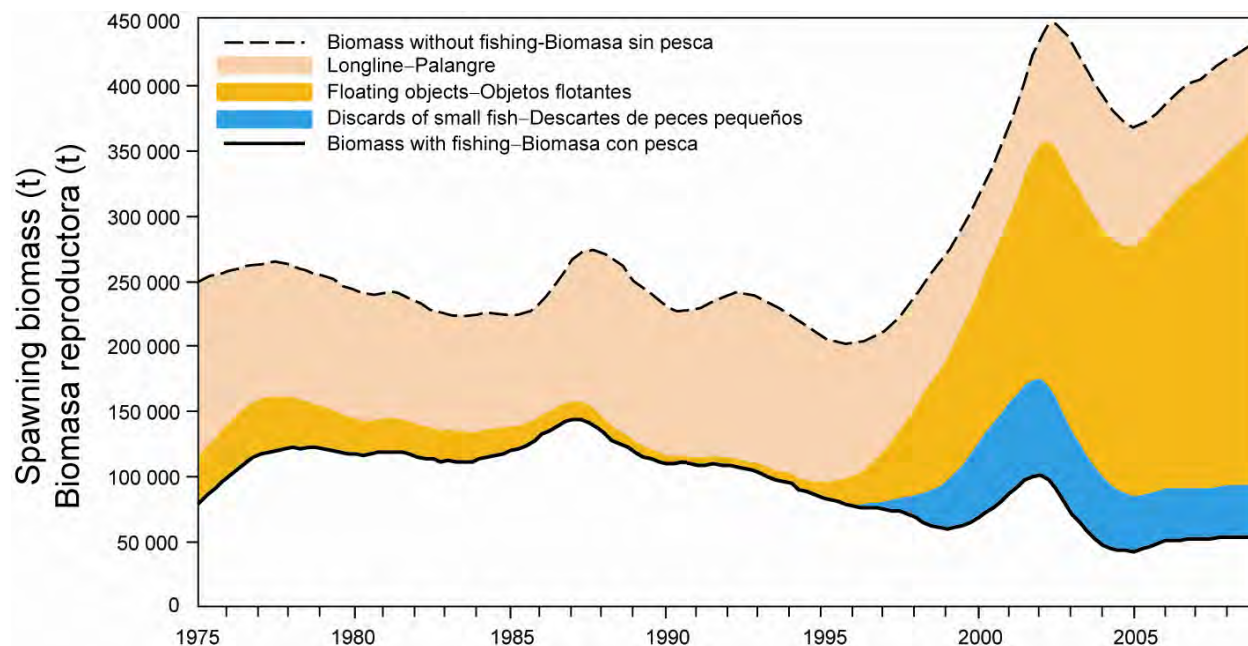
**FIGURE D-3.** Average annual fishing mortality, by all gears, of bigeye tuna recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of four annual fishing mortality vectors that affected the fish in the range of ages indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper left panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 1-4 quarters old.

**FIGURA D-3.** Mortalidad por pesca anual media, por todas las artes, de atún patudo reclutado a las pesquerías del OPO. Cada recuadro ilustra un promedio de cuatro vectores anuales de mortalidad por pesca que afectaron los peces de la edad indicada en el título de cada recuadro. Por ejemplo, la tendencia ilustrada en el recuadro superior izquierdo es un promedio de las mortalidades por pesca que afectaron a peces de entre 1-4 trimestres de edad.



**FIGURE D-4.** Estimated recruitment of bigeye tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the estimate of virgin recruitment is equal to 1.0. The solid line shows the maximum likelihood estimates of recruitment, and the shaded area indicates the approximate 95% confidence intervals around those estimates.

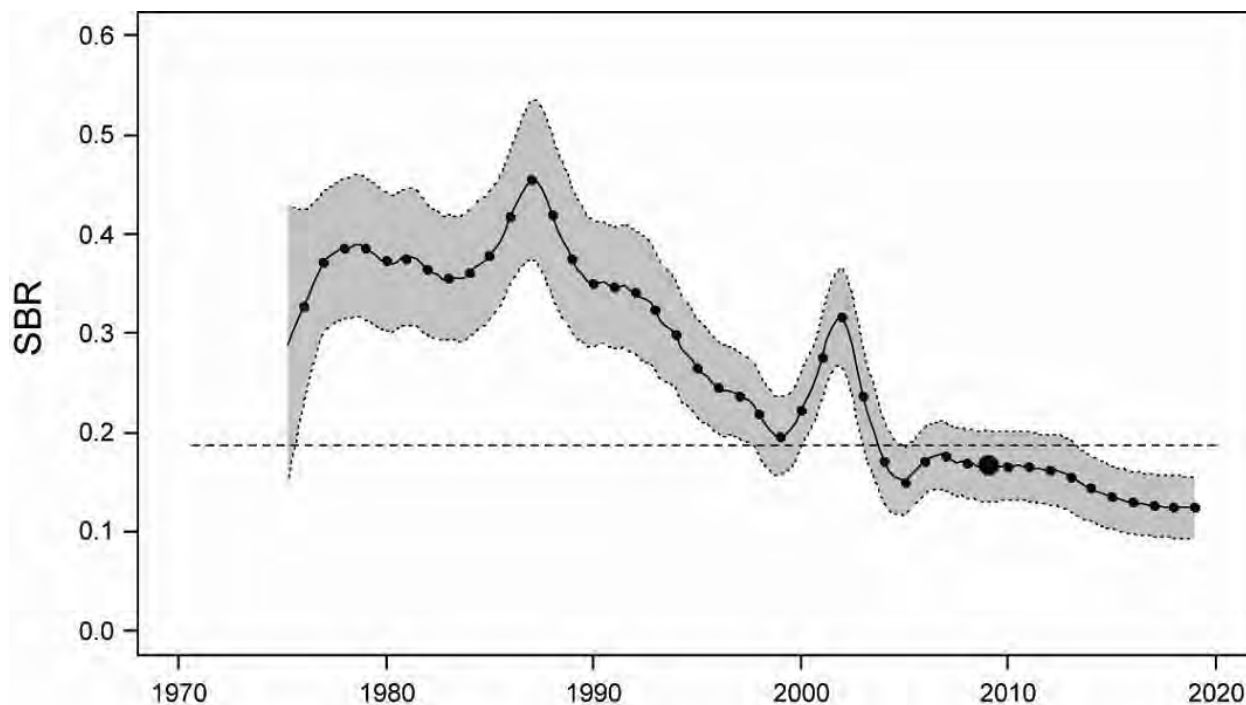
**FIGURA D-4.** Reclutamiento estimado de atún patudo a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que la estimación de reclutamiento virgen equivalga a 1,0. La línea sólida indica las estimaciones de reclutamiento de verosimilitud máxima, y el área sombreada indica los intervalos de confianza de 95% aproximados de esas estimaciones.



**FIGURE D-5.** Trajectory of the spawning biomass of a simulated population of bigeye tuna that was not exploited during 1975-2008 (dashed line) and that predicted by the stock assessment model (solid line). The shaded areas between the two lines show the portions of the fishery impact attributed to each fishery.

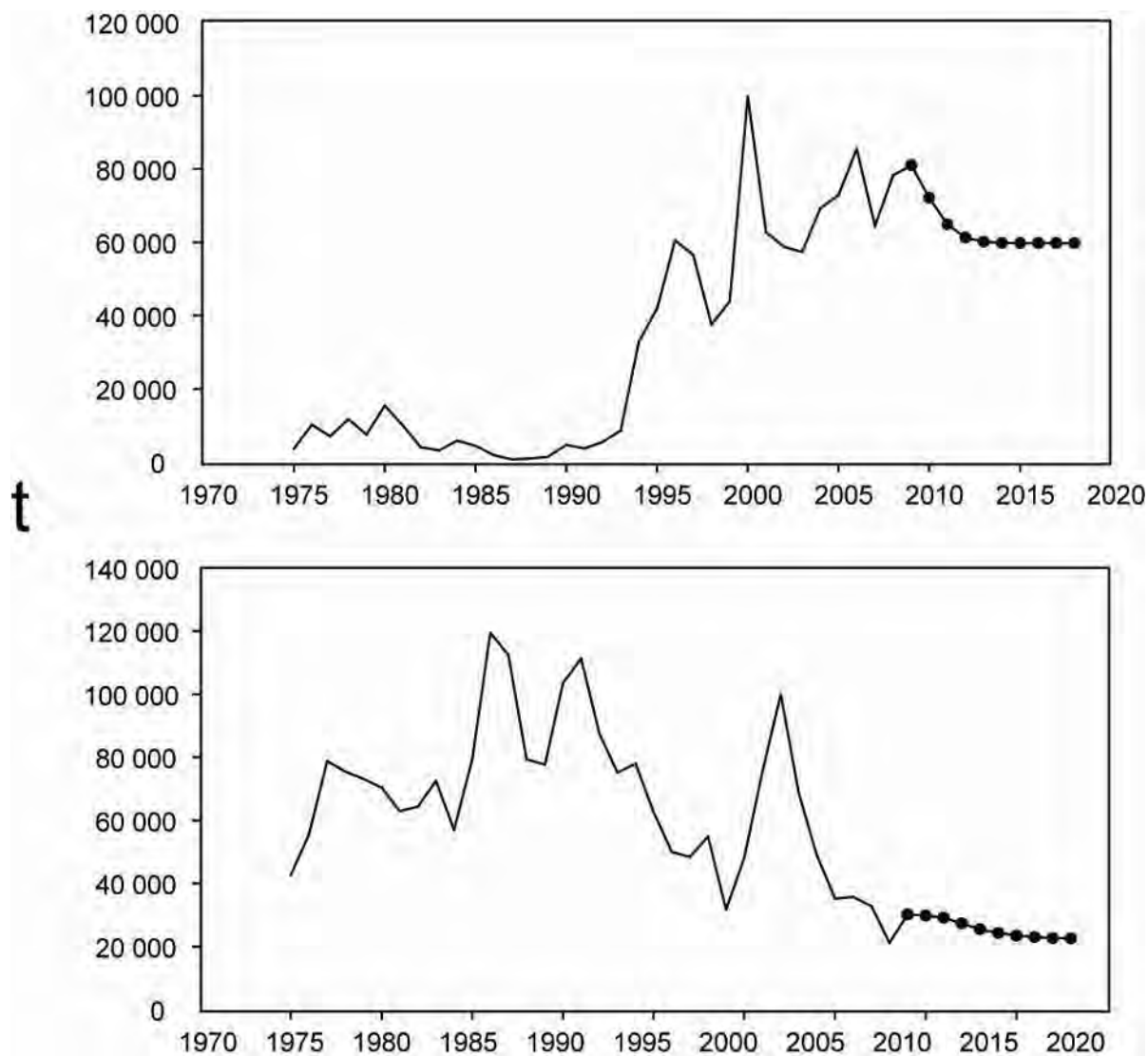
**FIGURA D-5.** Trayectoria de la biomasa reproductora de una población simulada de atún patudo no explotada durante 1975-2008 (línea de trazos) y la que predice el modelo de evaluación (línea sólida). Las áreas sombreadas entre las dos líneas señalan la porción del impacto de la pesca atribuida a cada método de pesca.





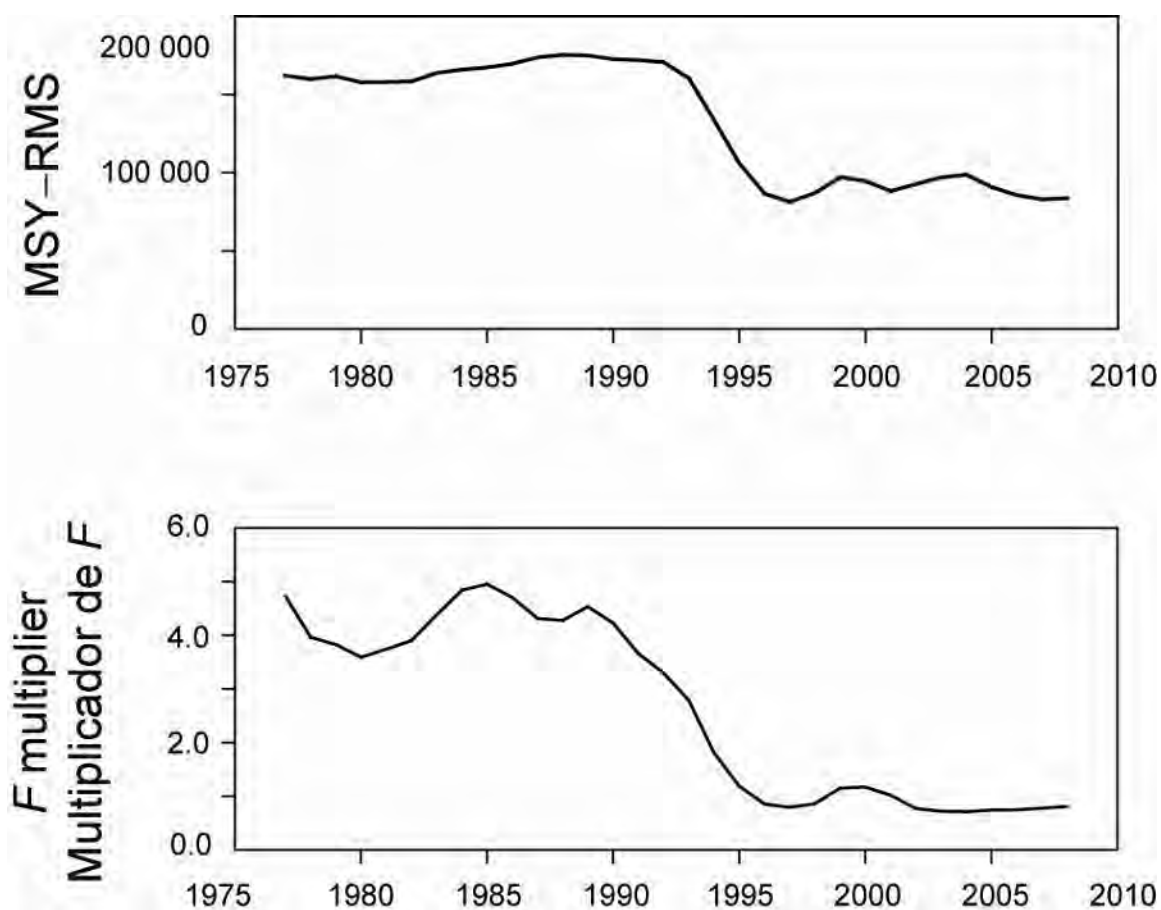
**FIGURE D-6.** Estimated spawning biomass ratios (SBRs) for bigeye tuna in the EPO. The dashed horizontal line (at about 0.19) identifies the SBR at MSY. The solid curve illustrates the maximum likelihood estimates, and the estimates after the start of 2009 (the large dot) indicate the SBR predicted to occur if fishing mortality rates continue at the average of that observed during 2006-2008. The shaded area indicates the 95-percent confidence intervals around these estimates.

**FIGURA D-6.** Cocientes de biomasa reproductora (SBR) estimados del atún patudo en el OPO. La línea de trazos horizontal (en aproximadamente 0.19) identifica el SBR en RMS. La línea sólida ilustra las estimaciones de verosimilitud máxima, y las estimaciones a partir el principio de 2009 (el punto grande) señalan el SBR predicho si las tasas de mortalidad por pesca continúan en el promedio observado durante 2006-2008. El área sombreada indica los límites de confianza de 95% de las estimaciones.



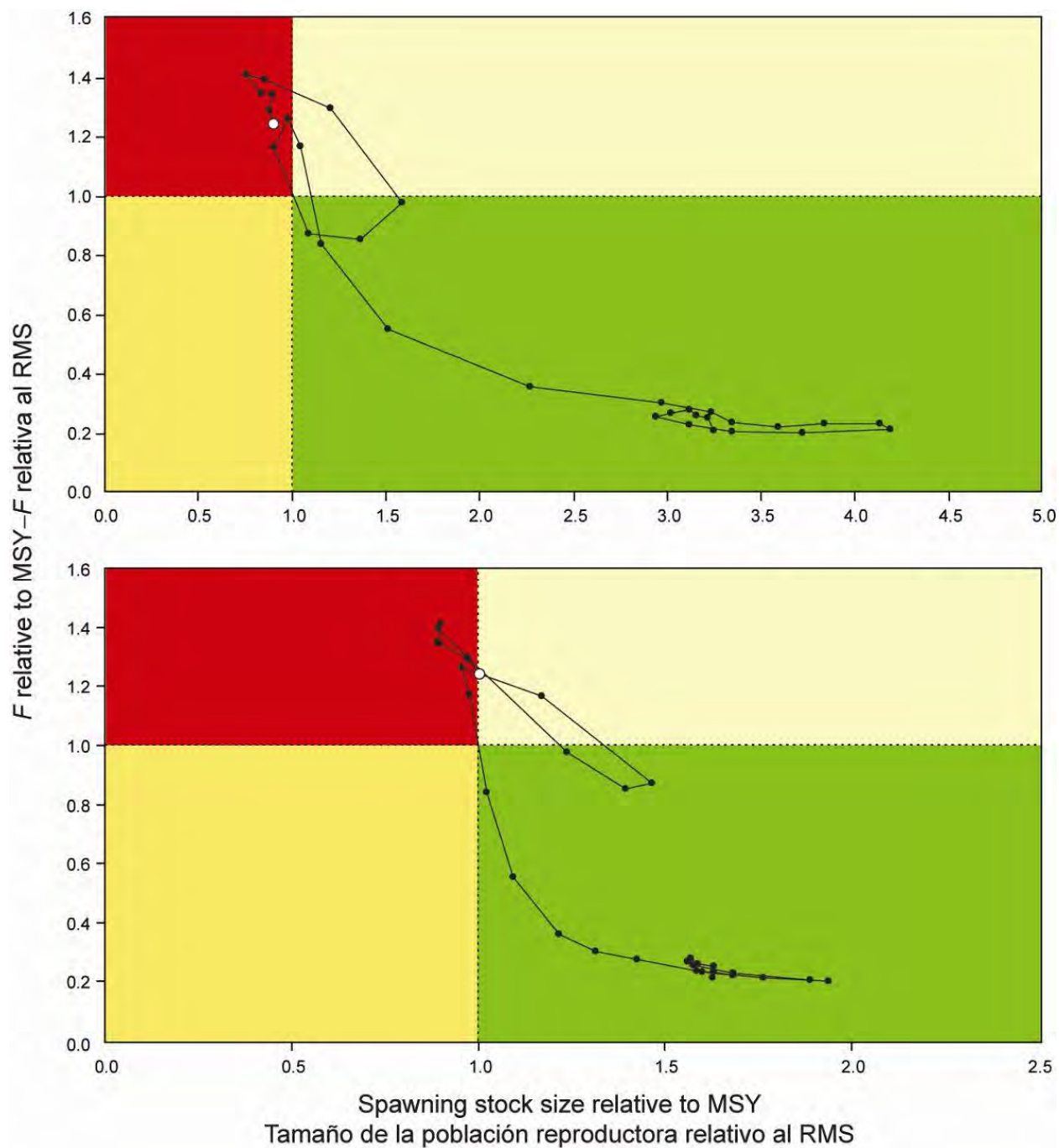
**FIGURE D-7.** Catches for 1975-2008, and predicted catches for 2009-2018, of bigeye tuna by the purse-seine and pole-and-line (upper panel) and longline (lower panel) fisheries. The predicted catches are based on average fishing mortality during 2006-2008.

**FIGURA D-7.** Capturas de atún patudo durante 1975-2008, y predichas para 2009-2018, por las pesquerías de cerco y de caña (recuadro superior) y de palangre (recuadro inferior). Las capturas predichas se basan en la mortalidad por pesca promedio durante 2006-2008.



**FIGURE D-8.** MSY (upper panel), 1975-2008, and the change (increase or reduction) in the effort required to produce the MSY (lower panel) for bigeye tuna, estimated separately for each year, using the average age-specific fishing mortality for that year.

**FIGURA D-8.** RMS (recuadro superior), 1975-2008, y cambio (aumento o reducción) del esfuerzo necesario para producir el RMS (recuadro inferior), de atún patudo, estimado por separado para cada año, usando la mortalidad por pesca promedio por edad de ese año.



**FIGURE D-9.** Phase plot of the time series of estimates of stock size (top: spawning biomass,  $S$ ; bottom: total biomass,  $B$ ) and fishing mortality ( $F$ ) of bigeye relative to their MSY reference points. Each dot is based on the average exploitation rate over three years; the large dot indicates the most recent estimate.

**FIGURA D-9.** Gráfica de fase de la serie de tiempo de las estimaciones del tamaño de la población (arriba: biomasa reproductora,  $S$ ; abajo: biomasa total,  $B$ ) y la mortalidad por pesca ( $F$ ) de atún patudo en relación con sus puntos de referencia de RMS. Cada punto se basa en la tasa de explotación media de tres años. El punto grande indica la estimación más reciente.

**TABLE D-1.** Estimates of the MSY of bigeye tuna, and associated quantities, for the base case assessment (no stock recruitment relationship, steepness[ $h$ ] = 1), and a sensitivity analysis including a stock-recruitment relationship with  $h = 0.75$ . All analyses are based on average fishing mortality for 2006-2008.  $B_{2009}$ ,  $B_{MSY}$ , and  $B_0$  are the biomass of bigeye 3+ quarters old at the start of 2009, at MSY, and without fishing, respectively, and  $S_{2009}$ ,  $S_{MSY}$ , and  $S_0$  are the spawning biomass at the start of 2009, at MSY, and without fishing, respectively.  $C_{2008}$  is the estimated total catch in 2008.

**TABLA D-1.** Estimaciones del RMS del atún patudo, y cantidades asociadas, para la evaluación del caso base (sin relación población-reclutamiento, inclinación [ $h$ ] = 1), y un análisis de sensibilidad que incluye una relación población-reclutamiento, con  $h = 0.75$ . Todos los análisis se basan en la mortalidad por pesca media de 2006-2008.  $B_{2009}$ ,  $B_{RMS}$ , y  $B_0$  son la biomasa de patudo de edad 3+ trimestres al principio de 2009, en RMS, y sin pesca, respectivamente, y  $S_{2009}$ ,  $S_{RMS}$ , y  $S_0$  son la biomasa reproductora al principio de 2009, en RMS, y sin pesca, respectivamente.  $C_{2008}$  es la captura total estimada en 2008.

|   | Base case—Caso base | $h = 0.75$ |
|---|---------------------|------------|
| MSY—RMS                                 | 83,615              | 81,482     |
| $B_{MSY}$ — $B_{RMS}$                   | 289,475             | 521,888    |
| $S_{MSY}$ — $S_{RMS}$                   | 60,631              | 125,008    |
| $B_{MSY}/B_0$ — $B_{RMS}/B_0$           | 0.25                | 0.34       |
| $S_{MSY}/S_0$ — $S_{RMS}/S_0$           | 0.19                | 0.29       |
| $C_{2008}/MSY$ — $C_{2008}/RMS$         | 1.19                | 1.22       |
| $B_{2009}/B_{MSY}$ — $B_{2009}/B_{RMS}$ | 0.99                | 0.62       |
| $S_{2009}/S_{MSY}$ — $S_{2009}/S_{RMS}$ | 0.89                | 0.52       |
| $F$ multiplier—Multiplicador de $F$     | 0.81                | 0.54       |

## D. ATÚN PATUDO

En la presente evaluación de la población de patudo del Océano Pacífico oriental (OPO) se usó un análisis de la captura por talla y edad, *Stock Synthesis II* (Versión 3). En la [página web de la CIAT](#)<sup>8</sup> se presentan los detalles de la evaluación.

La evaluación de la población exige una cantidad sustancial de información. Se analizaron datos de captura retenida, descartes, captura por unidad de esfuerzo (CPUE), y composición por talla de las capturas de varias pesquerías diferentes. Se hicieron también varios supuestos con respecto a procesos tales como el crecimiento, reclutamiento, desplazamientos, mortalidad natural, y mortalidad por pesca. Se actualizaron los datos de captura, CPUE, y frecuencia de tallas de las pesquerías de superficie para incluir datos nuevos de 2008. Se dispone de datos nuevos o actualizados de la captura palangrero de Taipei Chino (2005-2007), la República Popular China (2007), y Japón (2003-2007).

El patudo se encuentra distribuido por todo el Océano Pacífico, pero la mayor parte de la captura proviene de las zonas oriental y occidental del mismo. Las capturas cerqueras de patudo son sustancialmente menores alrededor del límite occidental del OPO (150°O; Figura A-3); las capturas palangreras son más continuas, pero muestran niveles más bajos entre 160°O y 180° (Figura A-4). En el OPO, los buques de cerco rara vez capturan patudo al norte de 10°N (Figura A-3), pero una porción sustancial de las capturas palangreras de patudo en el OPO proviene de la zona al norte de ese paralelo (Figura A-4). El patudo no se desplaza grandes distancias (el 95% de los especímenes marcados mostraron desplazamientos netos de menos de 1000 millas náuticas) y la información actual indica poco intercambio entre el Pacífico oriental y occidental (Figura D-1). Esto es consistente con las diferencias de las tendencias de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) palangrera entre zonas. Es probable que exista una población continua en el Océano Pacífico entero, con intercambio de individuos a nivel local. La evaluación aquí descrita fue realizada como si hubiese una sola población en el OPO. Los resultados son consistentes con los resultados de otros análisis del atún patudo en el Pacífico entero. Además, los análisis han demostrado que los resultados no son sensibles a la estructura espacial del análisis. En la actualidad, no existen suficientes datos de marcado para generar estimaciones adecuadas de desplazamientos entre el Océano Pacífico oriental y occidental.

Han ocurrido cambios sustanciales en la pesquería de atún patudo en el OPO. Al principio, los buques de palangre tomaron la mayor parte de la captura de patudo, pero con la expansión de la pesca sobre dispositivos agregadores de peces (plantados) desde 1993, la pesquería de cerco ha tomado una proporción creciente de la captura (Figura D-2). Esta pesquería captura patudo de menor tamaño, y por lo tanto ha resultado en cambios importantes en la cantidad de mortalidad por pesca de patudo en el OPO. En promedio, la mortalidad por pesca de patudo de menos de unos 15 trimestres de edad ha aumentado sustancialmente desde 1993, y la de los peces de mayor edad ha aumentado ligeramente (Figura D-3).

En la gama de biomasa reproductoras estimadas por la evaluación de caso base, la abundancia de los reclutas de patudo no parece estar relacionado con el potencial de reproducción de las hembras adultas en el momento de cría.

La serie de tiempo estimada del reclutamiento de patudo contiene varias características importantes. En primer lugar, las estimaciones del reclutamiento antes de 1993 son muy inciertas, ya que las pesquerías sobre objetos flotantes no capturaban cantidades significativas de patudo pequeño. Hubo un período de reclutamiento superior al promedio en 1994-1998, seguido por un período de reclutamiento inferior al promedio en 1999-2000. Los reclutamientos estuvieron por encima del promedio desde 2001 hasta 2006, y fueron particularmente grandes en 2005 y 2006. El reclutamiento de 2007 fue inferior al promedio, pero el reclutamiento reciente en 2008 parece haber sido particularmente alto. No obstante, esta estimación reciente es muy incierta, y debería ser considerada con cautela, ya que el patudo recientemente reclutado está representado en solamente unas pocas muestras de frecuencia de talla.

La biomasa de patudo de 3+ trimestres de edad aumentó durante 1975-1986, y alcanzó su nivel pico de unas 630 mil toneladas métricas (t) en 1986, tras lo cual disminuyó a una mínima histórica de 287 mil t al principio de 2009. La biomasa reproductora ha seguido generalmente una tendencia similar a aquella de la biomasa de los peces de 3+ trimestres de edad, pero con un retardo de 1-2 años. Existe incertidumbre en la biomasa estimada de los patudos de 3+ trimestres de edad y de los reproductores. No obstante, es aparente que la pesca ha reducido la biomasa total del patudo en el OPO. Se estima que la biomasa de los peces de 3+ trimestres de edad y de los reproductores ha sido casi estable, sin ninguna tendencia, durante los seis últimos años.

En la Figura D-5 se ilustran la trayectoria estimada de la biomasa reproductora que hubiera existido sin pesca y aquella proyectada por el modelo de evaluación, junto con una estimación de los impactos atribuidos a cada arte de pesca.

<sup>8</sup> <http://www.iattc.org/StockAssessmentReports/StockAssessmentReportsSPN.htm>

Al principio de 2009, la biomasa reproductora del patudo en el OPO estuvo cerca de la nivel mínimo histórico (Figura D-6). En ese momento el cociente de biomasa reproductora (el cociente de la biomasa reproductora actual a la de la población no explotada, denominado SBR (*spawning biomass ratio*)) fue aproximadamente 0,17, un 11% menos que el nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible (RMS). Se predice que los picos recientes en el reclutamiento resultarán en niveles estabilizados del SBR y mayores capturas palangreras en los próximos años (Figura D.7). No obstante, se espera que niveles altos de mortalidad por pesca reduzcan posteriormente el SBR y las capturas. Con los niveles actuales de esfuerzo, es poco probable que la población siga en los niveles que soportan el RMS a menos que se reduzcan mucho los niveles de mortalidad por pesca o el reclutamiento sea mayor que el promedio durante varios años consecutivos. Estas simulaciones se basan en el supuesto que los patrones de selectividad y capturabilidad no cambiarán en el futuro. Cambios en las prácticas con respecto a los objetivos de la pesca, o una mayor capturabilidad de patudo a medida que disminuye la abundancia (por ejemplo, capturabilidad dependiente de la densidad) podrían resultar en diferencias de los resultados aquí predichos.

Se estima que las capturas recientes han sido un 19% mayores que el nivel de RMS (Tabla D-1). Si la mortalidad por pesca ( $F$ ) es proporcional al esfuerzo de pesca, y se mantienen los patrones actuales de selectividad por edad, el nivel de esfuerzo de pesca correspondiente al RMS es aproximadamente el 81% del nivel de esfuerzo actual (2006-2008). El RMS del patudo en el OPO podría ser maximizado si el patrón de fuese similar a aquél de la pesquería de palangre que faena al sur de 15°N porque captura peces más grandes, cerca del peso crítico. Antes de la expansión de la pesquería sobre objetos flotantes que comenzó en 1993, el RMS fue mayor que el RMS actual, y la mortalidad por pesca fue menos que  $F_{RMS}$  (Figura D-8). Los resultados de la evaluación de caso base de la población indican que la población de patudo en el OPO esta sobrepescado ( $S < S_{RMS}$ ) y que está ocurriendo una sobrepesca ( $F > F_{RMS}$ ) (Figura D-9).

Se realizaron análisis para evaluar la sensibilidad de los resultados de la evaluación de la población a: 1) una relación población-reclutamiento; 2) el uso de una curva de crecimiento de Richards ajustada a los datos de edad por talla derivados de los datos de otolitos; 3) la extensión del límite occidental supuesto de la distribución de la población de patudo de 150°O a 170°E.

Las estimaciones de la biomasa son moderadamente sensibles a la inclinación de la relación población-reclutamiento, pero las tendencias son muy similares al caso base. La serie de tiempo del reclutamiento es similar al caso base.

Cuando se usó una curva de crecimiento de Richards, las biomazas fueron menores que las que se obtuvieron con el modelo de caso base que supone una función de crecimiento de von Bertalanffy. No obstante, las tendencias de las biomazas fueron muy similares. Las estimaciones del reclutamiento fueron asimismo muy similares entre los dos modelos. La curva de crecimiento de Richards produjo un ajuste mejor a los datos de la pesca en comparación con el modelo de caso base.

Cuando se extendió el límite occidental supuesto de la distribución de la población de patudo de 150°O a 170°E, y se incluyó la captura adicional del WCPO en el modelo, los reclutamientos y biomazas fueron mayores que aquéllos estimados por el caso base. No obstante, las estimaciones de la biomasa de la mayoría de los años fueron menores que el caso base cuando el modelo fue ajustado a los datos adicionales de CPUE y composición por talla del WCPO también.

Todos los cuatro escenarios considerados sugieren que, al principio de 2009, la biomasa reproductora ( $S$ ) estuvo por debajo de  $S_{RMS}$ . El RMS y el multiplicador de  $F$  son sensibles a la forma de parametrizar el modelo de evaluación, los datos que se incluyen en la evaluación, y los períodos que se supone representan la mortalidad por pesca promedio, pero en todos los escenarios considerados, la mortalidad por pesca está muy por encima de  $F_{RMS}$ . Las cantidades de ordenación derivadas del modelo de caso base fueron las menos pesimistas de todos los escenarios.

### Resultados clave

1. Los resultados de esta evaluación son similares a las evaluaciones previas;
2. Existe incertidumbre con respecto a los niveles de reclutamiento y biomasa recientes y futuros;
3. Las tasas recientes de mortalidad por pesca son muy superiores a aquéllas correspondientes al RMS, y este resultado es consistente en varios escenarios modelados;
4. Los niveles recientes de SBR están por debajo de aquéllos correspondientes al RMS, y este resultado es consistente en varios escenarios modelados;
5. Los resultados del modelo de caso base son los más optimistas de los varios escenarios modelados investigados;

6. Los resultados son más pesimistas si se supone una relación población-reclutamiento;
7. Suponer una curva de crecimiento de Richards más flexible mejoró el ajuste del modelo a los datos de la pesca. Este modelo alternativo podría potencialmente ser considerado el modelo de caso base en las evaluaciones futuras;
8. Los resultados de la evaluación son más pesimistas si se extiende el límite occidental de la distribución de la población del patudo de 150°O a 170°E.



## E. PACIFIC BLUEFIN TUNA

Tagging studies have shown that there is exchange of Pacific bluefin between the eastern and western Pacific Ocean. Larval, postlarval, and early juvenile bluefin have been caught in the WCPO but not in the EPO, so it is likely that there is a single stock of bluefin in the Pacific Ocean.

Most of the catches of bluefin in the EPO are taken by purse seiners. Nearly all of the purse-seine catch have been made west of Baja California and California, within about 100 nautical miles of the coast, between about 23°N and 35°N. Ninety percent of the catch is estimated to have been between about 60 and 100 cm in length, representing mostly fish 1 to 3 years of age. Aquaculture facilities for bluefin were established in Mexico in 1999, and some Mexican purse seiners began to direct their effort toward bluefin during that year. During recent years, most of the catches have been transported to holding pens, where the fish are held for fattening and later sale to sashimi markets. Lesser amounts of bluefin are caught by recreational, gillnet, and longline gear. Bluefin have been caught during every month of the year, but most of the fish are taken during May through October.

Bluefin are exploited by various gears in the WCPO from Taiwan to Hokkaido. Age-0 fish about 15 to 30 cm in length are caught by trolling during July-October south of Shikoku Island and south of Shizuoka Prefecture. During November-April, age-0 fish about 35 to 60 cm in length are taken by trolling south and west of Kyushu Island. Age-1 and older fish are caught by purse seining, mostly during May-September, between about 30°-42°N and 140°-152°E. Bluefin of various sizes are also caught by traps, gillnets, and other gear, especially in the Sea of Japan. Small amounts of bluefin are caught near the southeastern coast of Japan by longlining. The Chinese Taipei small-scale longline fishery, which has expanded since 1996, takes bluefin tuna over 180 cm in length from late April to June, when they are aggregated for spawning in the waters east of the northern Philippines and Taiwan.

The high-seas longline fisheries are directed mainly at tropical tunas, albacore, and billfishes, but small amounts of Pacific bluefin are caught by these fisheries. Small amounts of bluefin are also caught by Japanese pole-and-line vessels on the high seas.

Tagging studies, conducted with conventional and archival tags, have revealed a great deal of information about the life history of bluefin. Some fish apparently remain their entire lives in the WCPO, while others migrate to the EPO. These migrations begin mostly during the first and second years of life. The first- and second-year migrants are exposed to various fisheries before beginning their journey to the EPO. The migrants, after crossing the ocean, are exposed to commercial and recreational fisheries off California and Baja California. Eventually, the survivors return to the WCPO.

Bluefin more than about 50 cm in length are most often found in waters where the sea-surface temperatures (SSTs) are between 17° and 23°C. Fish 15 to 31 cm in length are found in the WCPO in waters where the SSTs are between 24° and 29°C. The survival of larval and early juvenile bluefin is undoubtedly strongly influenced by the environment. Conditions in the WCPO probably influence the portions of the juvenile fish there that migrate to the EPO, and also the timing of these migrations. Likewise, conditions in the EPO probably influence the timing of the return of the juvenile fish to the WCPO.

An index of abundance for the predominantly young bluefin in the EPO has been calculated, based on standardization of catch per vessel day using a generalized linear model, and including the variables latitude, longitude, SST, SST<sup>2</sup>, month, and vessel identification number. The index is highly variable, but shows a peak in the early 1960s, very low levels for a period in the early 1980s, and some increase since that time.

A preliminary stock assessment was carried out by the International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean (ISC) in 2008, but the results were inconclusive, so another meeting of the group has been scheduled for mid-2009.

The total catches of bluefin have fluctuated considerably during the last 50 years (Figure E-1). The presence of consecutive years of above-average catches (mid-1950s to mid-1960s) and below-average catches (early 1980s to early 1990s) could be due to consecutive years of above-average and below-average recruitment.

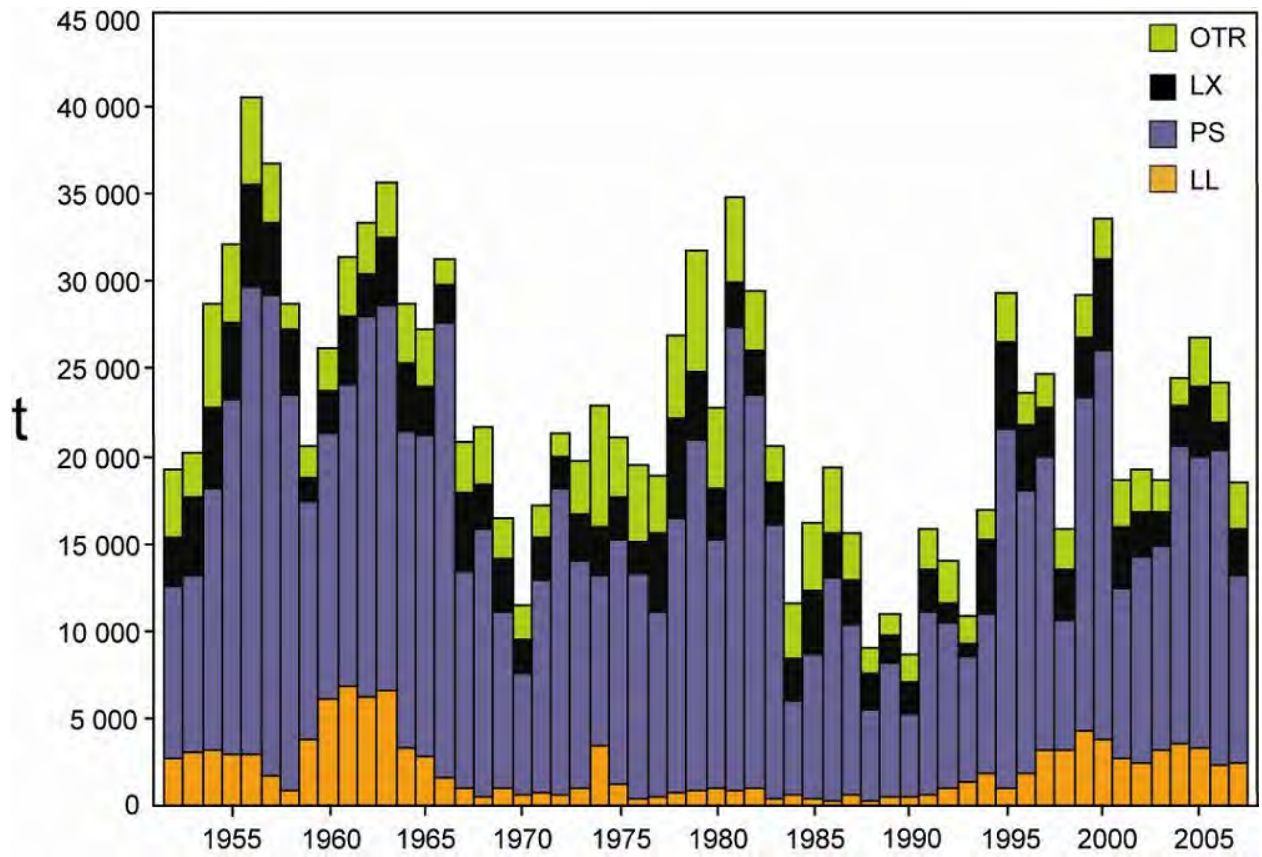


FIGURE E-1. Retained catches of Pacific bluefin, 1952-2007.

FIGURA E-1. Capturas retenidas de aleta azul del Pacífico, 1952-2007.

## E. ATÚN ALETA AZUL DEL PACÍFICO

Los estudios de marcado han demostrado que ocurre intercambio de aleta azul del Pacífico entre el Océano Pacífico oriental y occidental. Se han capturado aletas azules larvales, poslarvales, y juveniles tempranos en el Pacífico occidental pero no en el OPO, por lo que es probable que exista una sola población de aleta azul en el Océano Pacífico.

La mayoría de las capturas de aleta azul en el OPO es realizada por buques cerqueros. Casi toda la captura cerquera ha provenido de una zona frente a Baja California y California, a menos de unas 100 millas náuticas de la costa, entre 23°N y 35°N. Se estima que el 90% de la captura midió entre aproximadamente 60 y 100 cm de talla, representando principalmente peces de entre 1 y 3 años de edad. En 1999 fueron establecidas en México instalaciones de acuicultura de aleta azul, y algunos cerqueros mexicanos comenzaron a dirigir su esfuerzo hacia el aleta azul en ese año. En los últimos años, la mayoría de las capturas han sido transportadas a corrales marinos, donde se mantienen los peces para engordarlos y luego venderlos en el mercado de *sashimi*. Se capturan cantidades menores de aleta azul con arte de pesca deportiva, redes de transmalle, y palangres. Se captura la especie en todos los meses del año, pero la mayor parte de la captura es lograda entre mayo y octubre.

El aleta azul es pescado con varias artes en el Pacífico occidental y central desde Taiwán hasta Hokkaido. Peces de 0 años de edad de entre unos 15 y 30 cm de talla son capturados con curricán durante julio-octubre al sur de Shikoku y al sur de la Prefectura de Shizuoka. Durante noviembre-abril, peces de edad 0 de entre unos 35 y 60 cm son capturados con curricán al sur y oeste de Kyushu. Peces de edad 1 y mayores son capturados con redes de cerco, principalmente durante mayo-septiembre, entre 30°-42°N y 140°-152°E. Se capturan también aletas azules de varios tamaños con trampas, redes de transmalle, y otras artes de pesca, especialmente en el Mar de Japón. Se capturan pequeñas cantidades de la especie con palangre cerca del litoral sudeste de Japón. La pesquería palangrera a pequeña escala de Taipei Chino, que se ha expandido desde 1996, captura atunes aleta azul de más de 180 cm desde fines de abril hasta junio, cuando se agregan para el desove en las aguas al este del norte de Filipinas y Taiwán.

Las pesquerías palangreras de alta mar están dirigidas principalmente hacia los atunes tropicales, la albacora, y los peces picudos, pero capturan pequeñas cantidades de aleta azul del Pacífico. Buques cañeros japoneses capturan asimismo pequeñas cantidades de aleta azul en alta mar.

Los estudios de marcado, con marcas convencionales y archivadoras, han arrojado una gran cantidad de información sobre el ciclo vital del aleta azul. Algunos peces permanecen aparentemente toda la vida en el Pacífico occidental, mientras que otros migran al OPO; estas migraciones comienzan principalmente durante el primer y segundo año de vida. Los migrantes de primer o segundo año están expuestos a varias pesquerías antes de iniciar su migración al OPO. Después de cruzar el océano, están expuestos a las pesquerías comercial y deportiva frente a California y Baja California. Posteriormente, los supervivientes regresan al Pacífico occidental.

Se encuentran aletas azules de más de 50 cm de talla con mayor frecuencia en aguas de entre 17° y 23°C de temperatura de superficie. En el Pacífico occidental se encuentran peces de entre 15 y 31 cm en aguas de entre 24° y 29°C de temperatura de superficie. La supervivencia de las larvas y juveniles tempranos de la especie es indudablemente afectada de manera importante por las condiciones ambientales. Las condiciones en el Pacífico occidental afectan probablemente cuáles porciones de los peces juveniles migran al OPO, y cuándo. Asimismo, las condiciones en el OPO probablemente afectan cuándo los peces juveniles regresan al Pacífico occidental.

Se ha calculado un índice de abundancia para el aleta azul predominantemente joven en el OPO, basado en una estandarización de la captura por día de buque usando un modelo lineal generalizado, y incluyendo las variables latitud, longitud, TSM, TSM<sup>2</sup>, mes, y número de identificación del buque. El índice es altamente variable, pero señala un pico a principios de los años 1960, niveles muy bajos durante un período a principios de los años 1980, y cierto aumento desde entonces.

Una evaluación de la población fue realizada por el Comité Científico Internacional del Pacífico Norte en 2008, pero los resultados no fueron concluyentes, y se ha programado otra reunión del grupo para mediados de 2009.

Las capturas totales de aleta azul han fluctuado considerablemente durante los últimos 50 años (Figura E-1). La presencia de años consecutivos de capturas superiores al promedio (mediados de la década de 1950 a mediados de la década de 1960) e inferiores al promedio (principios de la década de 1980 a principios de la década de 1990) podría deberse a años consecutivos de reclutamiento superior e inferior al promedio.

## F. ALBACORE TUNA

There are two stocks of albacore in the Pacific Ocean, one occurring in the northern hemisphere and the other in the southern hemisphere. Albacore are caught by longline gear in most of the North and South Pacific, but not often between about 10°N and 5°S, by trolling gear in the eastern and central North and South Pacific, and by pole-and-line gear in the western North Pacific. In the North Pacific about 60% of the fish are taken in pole-and-line and troll fisheries that catch smaller, younger albacore, whereas about 90% of the albacore caught in the South Pacific are taken by longline. The total annual catches of North Pacific albacore peaked in 1976 at about 125,000 t, declined to about 38,000 t in 1991, and then increased to about 126,000 t in 1999 (Figure F-1a). The total annual catches of South Pacific albacore ranged from about 25,000 to 50,000 t during the 1980s and 1990s, but increased after that, ranging from about 55,000 to 70,000 t during 2001-2007 (Figure F-1b).

Juvenile and adult albacore are caught mostly in the Kuroshio Current, the North Pacific Transition Zone, and the California Current in the North Pacific and in the Subtropical Convergence Zone in the South Pacific, but spawning occurs in tropical and subtropical waters, centering around 20°N and 20°S latitudes. North Pacific albacore are believed to spawn between March and July in the western and central Pacific.

The movements of North Pacific albacore are strongly influenced by oceanic conditions, and migrating albacore tend to concentrate along oceanic fronts in the North Pacific Transition Zone. Most of the catches are made in water temperatures between about 15° and 19.5°C. Details of the migration remain unclear, but juvenile fish (2- to 5-year-olds) are believed to move into the eastern Pacific Ocean (EPO) in the spring and early summer, and return to the western and central Pacific, perhaps annually, in the late fall and winter, where they tend to remain as they mature. It has been hypothesized that there are two subgroups of North Pacific albacore, separated at about 40°N in the EPO, with the northern subgroup more likely to migrate to the western and central Pacific Ocean.

Less is known about the movements of albacore in the South Pacific Ocean. The juveniles move southward from the tropics when they are about 35 cm long, and then eastward along the Subtropical Convergence Zone to about 130°W. When the fish approach maturity they return to tropical waters, where they spawn. Recoveries of tagged fish released in areas east of 155°W were usually made at locations to the east and north of the release site, whereas those of fish released west of 155°W were usually made at locations to the west and north of the release site.

The most recent stock assessments for the South and North Pacific stocks of albacore were presented in 2008 and 2006, respectively.

The assessment of South Pacific albacore, which was carried out with MULTIFAN-CL by scientists of the Secretariat of the Pacific Community, incorporated catch and effort, length-frequency, tagging data, and information on biological parameters. Although uncertainties were found to exist, it appeared reasonably certain that the stock was above the level corresponding to the average maximum sustainable yield (MSY), that the effort during 2004-2006 was less than that corresponding to the MSY, and that the spawning biomass was greater than that corresponding to the MSY. There currently appears to be no need to restrict the fisheries for albacore in the South Pacific Ocean, but additional research to attempt to resolve the uncertainties in the data are recommended.

An assessment of North Pacific albacore was conducted at a workshop of the Albacore Working Group of the International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean (ISC), held in November-December 2006.

The conclusions reached at that workshop were presented to the seventh plenary meeting of the ISC, held in July 2007. Among these were the following:

- The spawning stock biomass (SSB) in 2006 was estimated to be about 153 thousand t—53% above the long-term average (Figure F-2);
- Retrospective analysis revealed a tendency to overestimate the abundance of albacore;
- Recruitment had fluctuated about a long-term average of roughly 28 million fish during the 1990s and early 2000s;
- The current coefficient of fishing mortality ( $F$ ), calculated as the geometric mean of the estimates for 2002-2004, was about 0.75, which is high relative to several biological reference points to which Working Group compared its estimate for albacore;
- The SSB was forecast to decline to an equilibrium level of about 92 thousand t by 2015;
- The substantial decline in total catch during recent years is cause for concern;

- In conclusion, the Working Group recommended that all nations participating in the fishery observe precautionary-based fishing practices.

Additional meetings of the Albacore Working Group took place in February-March 2008 and July 2008. These workshops were devoted mostly to discussion of data requirements and transition of assessments from Virtual Population Analysis to Stock Synthesis II. Another short meeting will take place in July 2009. An updated stock assessment will be produced at a meeting of the Albacore Working Group in March 2010.

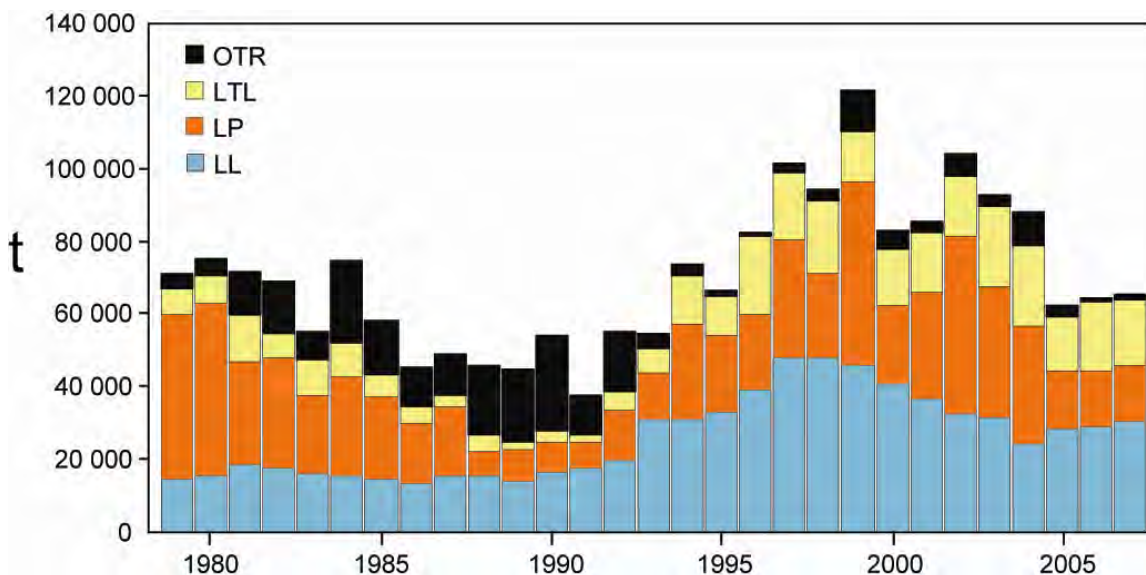


FIGURE F-1a. Retained catches of North Pacific albacore, 1979-2007.

FIGURA F-1a. Capturas retenidas de albacora del Pacífico norte, 1979-2007.

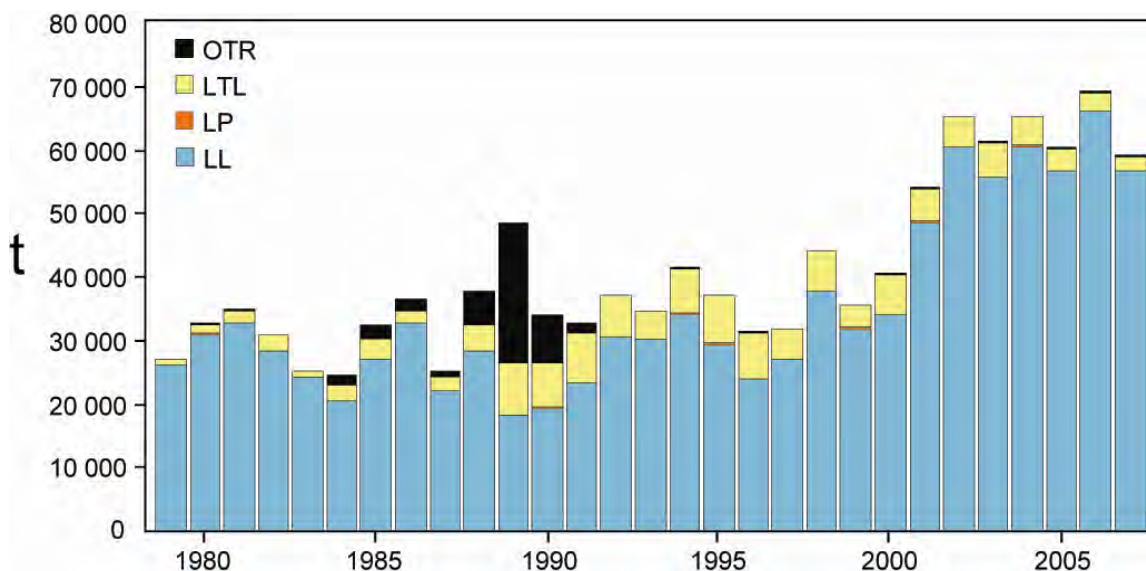
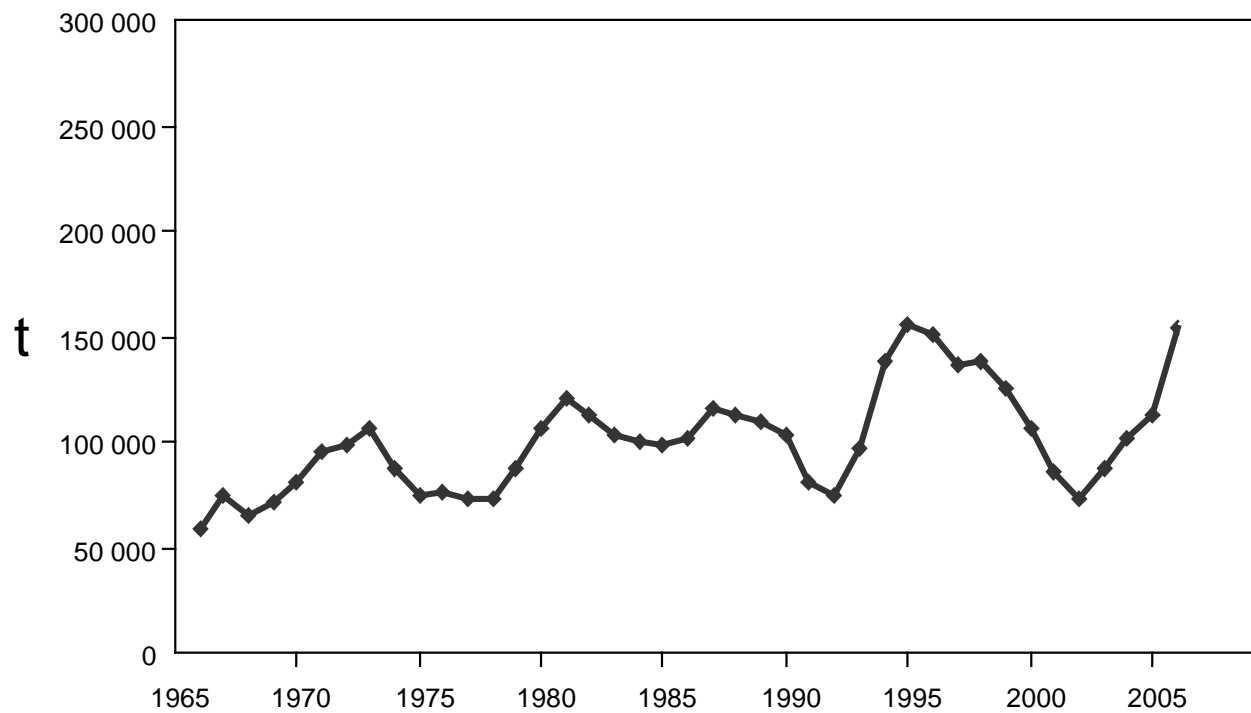


FIGURE F-1b. Retained catches of South Pacific albacore, 1979-2007.

FIGURA F-1b. Capturas retenidas de albacora del Pacífico sur, 1979-2007.



**FIGURE F-2.** Spawning stock biomass of North Pacific albacore tuna, from the North Pacific Albacore Workshop analysis of 2006.

**FIGURA F-2.** Biomasa de la población reproductora del atún albacora del Pacífico Norte, de los análisis de la Reunión Técnica sobre el Albacora del Pacífico Norte de 2006.

## F. ATÚN ALBACORA

Hay dos poblaciones de atún albacora en el Océano Pacífico, una en el hemisferio norte y la otra en el hemisferio sur. La especie es capturada con palangre en la mayor parte del Pacífico Norte y Sur, pero rara vez entre aproximadamente 10°N y 5°S, con curricán en el Pacífico Norte y Sur oriental y central, y con caña en el Pacífico Norte occidental. En el Pacífico Norte un 60% del pescado es capturado con caña y curricán, que capturan albacora más joven de menor tamaño, mientras que en el Pacífico Sur un 90% de la captura de albacora es tomada con palangre. Las capturas totales anuales de albacora del Pacífico Norte alcanzaron su nivel máximo de más de 125.000 t anuales en 1976, disminuyó a unas 38.000 t en 1991, y luego aumentó a unas 126.000 t en 1999 (Figura F-1a). Las capturas anuales totales de albacora del Pacífico Sur oscilaron entre unas 25.000 y 50.000 t durante los años 1980 y 1990, pero aumentaron posteriormente, oscilando entre unas 55.000 y 70.000 t durante 2001-2007 (Figura F-1b).

El atún albacora juvenil y adulto es capturado principalmente en la Corriente de Kuroshio, la Zona de Transición del Pacífico Norte, y la Corriente de California en el Pacífico norte y en la Zona de Convergencia Subtropical en el Pacífico sur, pero el desove ocurre en aguas tropicales y subtropicales, y se centra en los paralelos de 20°N y 20°S. Se cree que el albacora del Pacífico Norte desova entre marzo y julio en el Pacífico occidental y central.

Los desplazamientos del albacora del Pacífico Norte son fuertemente afectados por las condiciones oceánicas, y los migrantes suelen estar concentrados en frentes oceánicos en la Zona de Transición del Pacífico Norte. La mayoría de las capturas tienen lugar en aguas de entre aproximadamente 15° y 19.5°C. No quedan claros los detalles de la migración, pero se cree que peces juveniles (de entre 2 y 5 años de edad) se trasladan al Océano Pacífico oriental (OPO) en la primavera y a principios del verano, y vuelven al Pacífico occidental y central, tal vez anualmente, a fines de otoño y en el invierno, donde suelen permanecer cuando maduran. Se ha propuesto la hipótesis de dos subgrupos de albacora del Pacífico Norte, separados en aproximadamente 40°N en el Pacífico oriental, y que el subgrupo del norte tiene la mayor probabilidad de migrar al Pacífico occidental y central.

Se sabe menos acerca de los desplazamientos de albacora en el Pacífico sur. Los juveniles se desplazan de los trópicos hacia el sur cuando miden unos 35 cm, y luego hacia el este por la Zona de Convergencia Subtropical hasta aproximadamente 130°O. Poco antes de alcanzar la madurez vuelven a aguas tropicales, donde desovan. Marcas fijadas en peces liberados al este de 155°O fueron recuperadas generalmente en lugares al este y norte del punto de liberación, mientras que aquéllas fijadas al oeste de 155°O fueron recuperadas generalmente en lugares al oeste y norte del punto de liberación.

En 2008 y 2006 fueron presentadas las evaluaciones más recientes por edad de las poblaciones de albacora del Pacífico Sur y Norte, respectivamente.

La evaluación del albacora del Pacífico Sur, realizada con MULTIFAN-CL por científicos de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, incorporó datos de captura y esfuerzo, frecuencia de talla, marcado, e información sobre parámetros biológicos. Aunque se descubrió que existen incertidumbres, pareció razonablemente seguro que la población está por encima del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible promedio (RMS), que el esfuerzo durante 2004-2006 fue menor que aquél correspondiente al RMS, y que la biomasa reproductora fue mayor que aquélla correspondiente al RMS. Las capturas seguirían aumentando con aumentos del esfuerzo, aunque no se sabe bien hasta cuál punto el rendimiento sostenible podría aumentar a medida que disminuye la biomasa total. No parece haber en la actualidad ninguna necesidad de limitar la pesca de albacora en el Pacífico Sur, pero se recomiendan investigaciones adicionales para procurar resolver las incertidumbres en los datos.

Una evaluación del albacora del Pacífico Norte fue realizada en una reunión del Grupo de Trabajo sobre Albacora del Comité Científico Internacional sobre los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC), celebrada en noviembre-diciembre de 2006.

Las conclusiones alcanzadas en dicha reunión fueron presentadas a la séptima reunión plenaria del ISC en julio de 2007. Entre las mismas figuraban las siguientes:

- Se estimó la biomasa de la población reproductora (SSB) en 2006 en unas 153 mil t – un 53% más que el promedio a largo plazo (Figura F-2);
- Un análisis retrospectivo reveló una tendencia hacia la sobreestimación de la abundancia del albacora;
- El reclutamiento fluctuó alrededor de un promedio a largo plazo de aproximadamente 28 millones de peces durante la década de 1990 y al principio de los 2000;
- El coeficiente actual de mortalidad por pesca ( $F$ ), calculado como el promedio geométrico de las estimaciones de 2002-2004,

fue aproximadamente 0.75, nivel alto con respecto a varios puntos de referencia biológicos con los cuales el Grupo de Trabajo comparó su estimación para el albacora;

- Se predijo que la SSB disminuirá a un nivel de equilibrio de unas 92 mil t para 2015;
- La disminución sustancial de la captura total en los últimos años es motivo de preocupación;
- En conclusión, el Grupo de Trabajo recomendó que todas las naciones que participan en la pesquería observen prácticas de pesca basadas en precaución.

En febrero-marzo y julio de 2008 tuvieron lugar reuniones adicionales del Grupo de Trabajo sobre Albacora. Fueron dedicadas principalmente a la discusión de los requisitos de datos y la transición de las evaluaciones del análisis de poblaciones virtuales a *Stock Synthesis II*. En julio de 2009 tendrá lugar otra reunión breve. En una reunión del Grupo de Trabajo sobre Albacora en marzo de 2010 se producirá una evaluación actualizada de la población.



## G. SWORDFISH

Swordfish occur throughout the Pacific Ocean between about 50°N and 50°S. They are caught mostly by the longline fisheries of Far East and Western Hemisphere nations. Lesser amounts are taken by gillnet and harpoon fisheries. They are seldom caught by recreational fishermen. During the 2005-2007 period the greatest catches in the EPO have been taken by vessels of Spain, Chile, and Japan, which together harvest about 70% of the total swordfish catch taken in the region. All three have fisheries that target swordfish, though much of the swordfish taken in the Japanese fishery are incidental catches of a fishery that targets predominantly bigeye tuna. Other nations with fisheries known to target swordfish are Mexico and the United States.

Swordfish reach maturity at about 5 to 6 years of age, when they are about 150 to 170 cm in length. They probably spawn more than once per season. Unequal sex ratios occur frequently. For fish greater than 170 cm in length, the proportion of females increases with increasing length.

Swordfish tend to inhabit waters further below the surface during the day than at night, and they tend to inhabit frontal zones. Several of these occur in the eastern Pacific Ocean (EPO), including areas off California and Baja California, off Ecuador, Peru, and Chile, and in the equatorial Pacific. Swordfish tolerate temperatures of about 5° to 27°C, but their optimum range is about 18° to 22°C. Swordfish larvae have been found only at temperatures exceeding 24°C.

The best available scientific information from genetic and fishery data indicate that the swordfish of the northeastern Pacific Ocean and the southeastern Pacific Ocean (south of 5°S) constitute two distinct stocks. Also, there may be movement of a northwestern Pacific stock of swordfish into the EPO at various times.

The results of preliminary modeling with MULTIFAN-CL of a North Pacific swordfish stock in the area north of 10°N and west of 140°W indicate that, in recent years, the biomass level has been stable and well above 50% of the unexploited levels of stock biomass, indicating that these swordfish are not overexploited at current levels of fishing effort. A more recent analysis for the Pacific Ocean north of the equator, using a sex-specific age-structured assessment method, indicated that, at the current level of fishing effort, there is negligible risk of the spawning biomass decreasing to less than 40% of its unfished level.

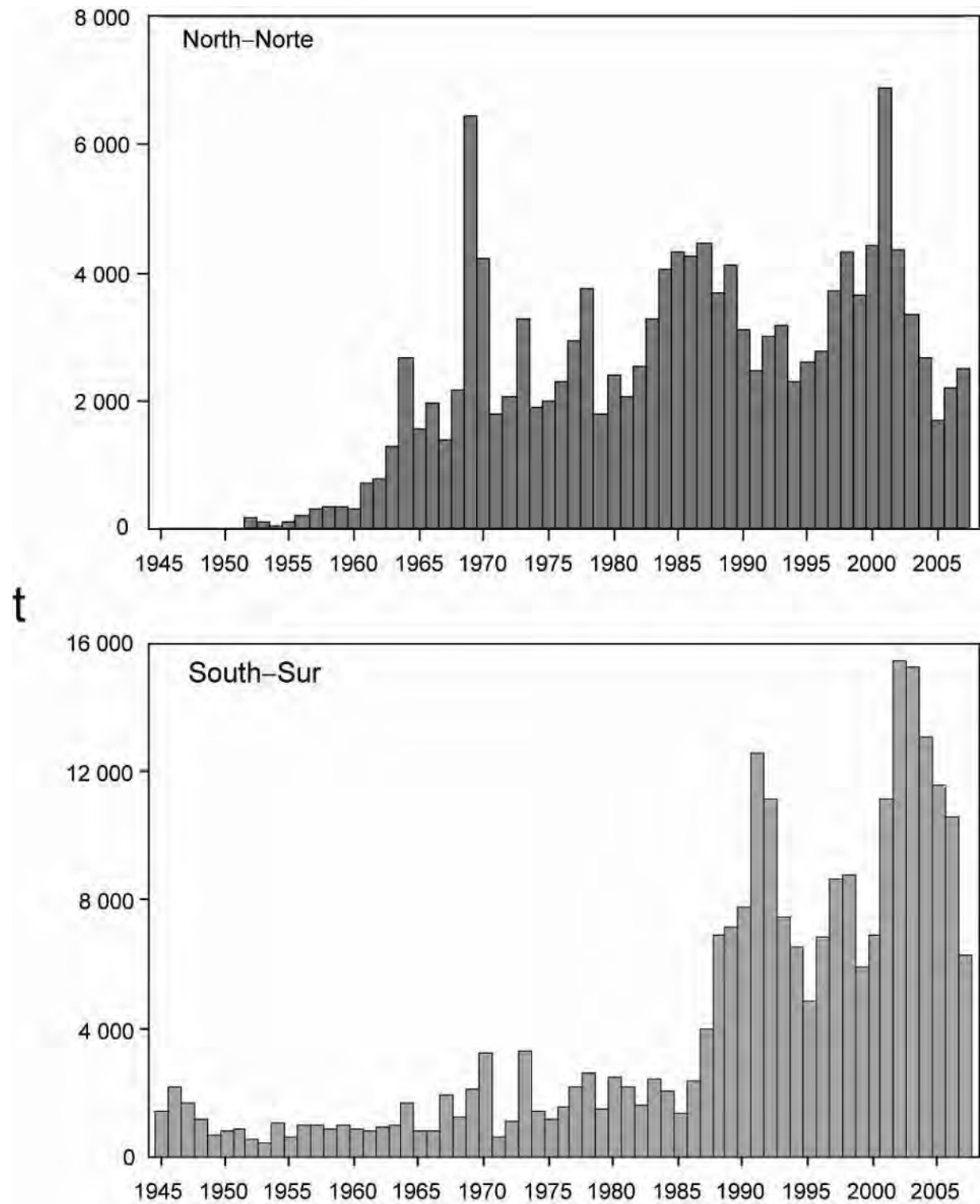
The standardized catches per unit of effort of the longline fisheries in the northern region of the EPO and trends in relative abundance obtained from them do not indicate declining abundances. Attempts to fit production models to the data failed to produce estimates of management parameters, such as maximum sustainable yield (MSY), under reasonable assumptions of natural mortality rates, due to lack of contrast in the trends. This lack of contrast suggests that the fisheries in this region have not been of magnitudes sufficient to cause significant responses in the populations. Based on these considerations, and the long period of relatively stable catches in the northern region (Figure G-1), it appears that swordfish are not overfished in the northern region of the EPO.

An assessment of the southern stock of swordfish in the EPO was carried out with Stock Synthesis II (SS2: Ver.1.23b) with the following results. The population has undergone considerable changes in biomass, and is currently at a moderate level of depletion. There is strong evidence of one or two large cohorts entering the fishery recently, but their strengths are uncertain. The trend in spawning biomass ratio (the ratio of the spawning biomass of the current stock to that of the unfished stock; SBR) for this stock is estimated to have been between about 0.5 and 0.9 during the entire period of monitoring (1945-2003), and to have decreased to its lowest levels during the mid-1960s and again during the mid-1990s.

The MSY for the southern EPO swordfish stock is about 13,000-14,000 t, and the SBR at MSY is about 0.26. The current spawning biomass is estimated to be well above the biomass corresponding to the MSY.

The average annual catch from this stock during 1993-2000 was about 7,000 t (range ~ 4,800-8,700 t). Since 2000, annual catches have averaged about 13,000 t, with catch in the most recent years on the order of 11,000-12,000 t (Figure G-1), which is about the estimated MSY catch. There have been indications of increasing efficiency at targeting of swordfish in the southern EPO, which has resulted in increased harvests of this stock. Some of the increased catch may have resulted from the above-average recruitment noted previously. It is not expected that further increases in the catch levels observed in recent years would be sustainable.

No attempts have been made to estimate the level of MSY that could be obtained by each fishery operating exclusively. However, it is likely that the fisheries that capture younger fish (*e.g.* the longline fisheries of Chile, Japan, and Spain) are less efficient at maximizing yield.



**FIGURE G-1.** Retained catches of swordfish in the eastern Pacific Ocean, 1945-2007 by stock (north and south).

**FIGURA G-1.** Capturas retenidas de pez espada en el Océano Pacífico oriental, 1945-2007 por población (norte y sur).

## G. PEZ ESPADA

El pez espada ocurre en todo el Océano Pacífico entre 50°N y 50°S, aproximadamente. Es capturado principalmente por las pesquerías palangreras de países de Lejano Oriente y del hemisferio occidental. Las pesquerías de red de trasmalle y arpón capturan cantidades menores. Es rara vez capturado en la pesca deportiva. Durante 2005-2007 buques de Chile, España y Japón lograron las mayores capturas en el OPO, en conjunto un 70% de la captura total en la región. El pez espada es el objetivo de estas tres pesquerías, aunque en la pesquería japonesa, cuyo objetivo principal es el atún patudo, gran parte de la captura del pez espada es incidental. Otras naciones con pesquerías dirigidas hacia el pez espada son México y Estados Unidos.

El pez espada alcanza la madurez a la edad de 5 a 6 años, cuando mide unos 150 a 170 cm de talla. Es probable que desove más de una vez por temporada. Ocurren frecuentemente proporciones desiguales de sexos. En el caso de peces de más de 170 cm, la proporción de hembras aumenta con el aumento en la talla.

El pez espada suele permanecer a mayor profundidad de día que de noche, y vivir en zonas frontales. Hay varias en el Océano Pacífico oriental (OPO), entre ellas zonas frente a California y Baja California, frente a Ecuador, Perú, y Chile, y en el Pacífico ecuatorial. El pez espada tolera temperaturas de entre unos 5° y 27°C, pero su rango óptimo es de 18° a 22°C. Se han encontrado larvas de la especie únicamente a temperaturas de más de 24°C.

La mejor información científica disponible, basada en datos genéticos y de la pesca, indica que el pez espada del Océano Pacífico noreste y el Océano Pacífico sudeste (al sur de 5°S) y constituyen dos poblaciones separadas. Además, es posible que una población del Pacífico noroeste se desplace al OPO en varias ocasiones.

Los resultados de un modelado preliminar con MULTIFAN-CL de una población de pez espada del Pacífico Norte en el área al norte de 10°N y al oeste de 140°O indican que en los últimos años el nivel de biomasa ha sido estable y ha estado por encima del 50% del nivel de la biomasa no explotada, lo cual indica que con los niveles actuales de esfuerzo de pesca, la explotación de estos peces espada no es excesiva. Un análisis más reciente para el Océano Pacífico al norte de la línea ecuatorial, usando un método de evaluación por sexo y edad, indicó que, al nivel actual de esfuerzo de pesca, existe un riesgo insignificante de que la biomasa reproductora disminuya a menos del 40% de su nivel sin pesca.

Las tasas de captura por unidad de esfuerzo estandarizadas de las pesquerías palangreras en la región norte del OPO, y las tendencias en la abundancia relativa derivadas de las mismas, no señalan que la abundancia esté disminuyendo. Intentos de ajuste de modelos de producción a los datos, con tasas de mortalidad natural razonables supuestas, no produjeron estimaciones de parámetros de ordenación (rendimiento máximo sostenible (RMS), por ejemplo), debido a la falta de contraste en las tendencias. Esta falta de contraste sugiere que las pesquerías en esta región no son de magnitud suficiente como para causar reacciones significativas en la población. A partir de estas consideraciones, y del período de capturas relativamente estables en la región norte (Figura G-1), parece que la pesca del pez espada no es excesiva en la región norte del OPO.

Se realizó una evaluación de la población sureña del pez espada en el OPO con *Stock Synthesis II* (SS2: Ver. 1.23b), con los resultados preliminares siguientes. La biomasa de la población ha pasado por cambios considerables, y se encuentra actualmente en un nivel de disminución moderado. Hay evidencias fuertes de que una ó dos cohortes fuertes ingresaron a la pesquería recientemente, pero su fuerza es incierta. Se estima que la tendencia del cociente de biomasa reproductora (el cociente de la biomasa reproductora actual a la de la población no explotada, denominado SBR (*spawning biomass ratio*)) de esta población fue entre 0,5 y 0,9 durante todo el período observado (1945-2003), y que disminuyó a su nivel mínimo a mediados de los años 1960 y de nuevo a mediados de los 1990.

El RMS de la población sureña del pez espada en el OPO es aproximadamente 13.000–14.000 t, y el SBR en RMS es aproximadamente 0,26. Se estima que la biomasa reproductora actual es bien mayor a aquella correspondiente al RMS.

La captura anual media de esta población durante 1993-2000 fue aproximadamente 7.000 t (rango: ~ 4.800-8.700 t). Desde 2000, la captura anual media ha sido unas 13.000 t, y en los años más recientes alrededor de 11.000-12.000 t (Figura G-1), o aproximadamente la captura de RMS. Ha habido indicaciones de mayor eficacia en la pesca dirigida al pez espada en el sur del OPO, resultando en mayores capturas de esta población. Parte del aumento podría ser debido al mayor reclutamiento antes comentado. No se espera que mayores aumentos de los niveles de captura observados en los últimos años sean sostenibles.

No se ha intentado estimar el nivel de RMS que podría conseguir cada pesquería si operase exclusivamente, pero es probable que las pesquerías que capturan los peces más jóvenes (las pesquerías palangreras de Chile, España y Japón, por ejemplo) sean menos eficaces con respecto a la maximización del rendimiento.

## H. BLUE MARLIN

The best knowledge currently available indicates that blue marlin constitutes a single world-wide species, and that there is a single stock of blue marlin in the Pacific Ocean. For this reason, statistics on catches are compiled, and analyses of stock status are made, for the entire Pacific Ocean.

Blue marlin are taken mostly by longline vessels of many nations that fish for tunas and billfishes between about 50°N and 50°S. Lesser amounts are taken by recreational fisheries and by various other commercial fisheries.

Small numbers of blue marlin have been tagged, mostly by recreational fishermen, with conventional tags. A few of these fish have been recaptured long distances from the locations of release. In addition, blue marlin have been tagged with electronic tags and their activities monitored for short periods of time.

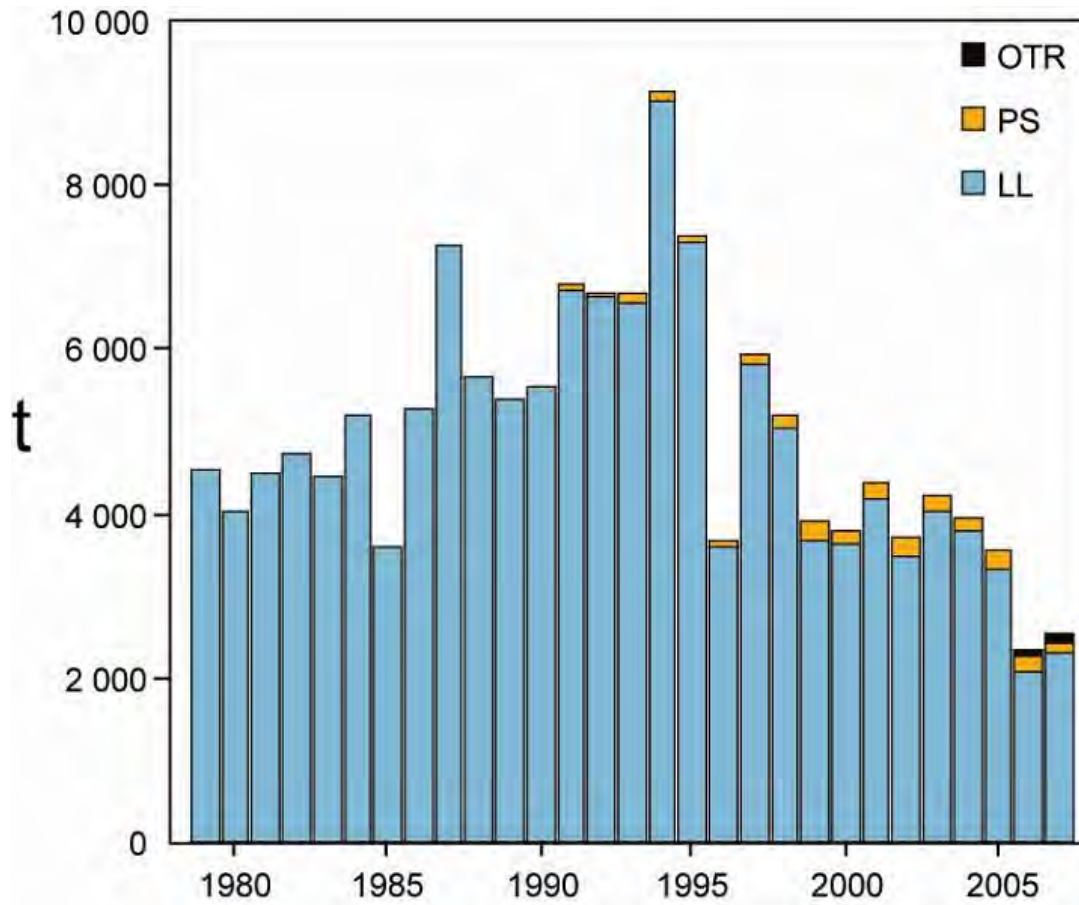
Blue marlin usually inhabit regions where the sea-surface temperatures (SSTs) are greater than 24°C, and they spend about 90% of their time at depths in which the temperatures are within 1° to 2° of the SSTs.

The Deriso-Schnute delay-difference population dynamics model, a form of production model, was used to assess the status of the blue marlin stock in the Pacific Ocean. Data for the estimated annual total retained catches for 1951-1997 and standardized catches per unit of effort developed from catch and nominal fishing effort data for the Japanese longline fishery for 1955-1997 were used. It was concluded that the levels of biomass and fishing effort were near those corresponding to the maximum sustainable yield (MSY).

A more recent analysis of data from the same years, but using MULTIFAN-CL, was conducted to assess the status of blue marlin in the Pacific Ocean and to evaluate the efficacy of habitat-based standardization of longline effort. There is considerable uncertainty regarding the levels of fishing effort that would produce the MSY. However, it was determined that blue marlin in the Pacific Ocean are close to fully exploited, *i.e.* that the population is near the top of the yield curve. It was also found that standardization of effort, using a habitat-based model, allowed estimation of parameters within reasonable bounds and with reduced confidence intervals about the estimates.

Even though blue marlin are a single stock in the Pacific Ocean, it is important to know how the catches in the eastern Pacific Ocean (Figure H-1) have varied over time. The fisheries in the eastern Pacific Ocean (EPO) have historically captured about 10 to 18% of the total harvest of blue marlin from the Pacific Ocean, with average annual catch since 2002 of about 3,600 t.

A Pacific-wide assessment of blue marlin in collaboration with the Billfish Working Group of the International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean (ISC) is planned for completion in 2010.



**FIGURE H-1.** Retained catches of blue marlin in the eastern Pacific Ocean, 1979-2007, by gear type.

**FIGURA H-1.** Capturas retenidas de marlín azul en el Océano Pacífico oriental, 1979-2007, por arte de pesca.

## H. MARLÍN AZUL

La mejor información ahora disponible indica que el marlín azul constituye una sola especie a nivel mundial, y que existe una sola población de la especie en el Océano Pacífico. Por este motivo, se compilan estadísticas de capturas, y se realizan análisis de la condición de la población, para el Océano Pacífico entero.

El marlín azul es capturado principalmente por buques palangreros de muchas naciones que pescan atunes y peces picudos entre aproximadamente 50°N y 50°S. Las pesquerías deportivas y varias otras pesquerías comerciales capturan cantidades menores.

Pequeñas cantidades de marlines azules han sido marcadas con marcas convencionales, principalmente por pescadores deportivos. Algunos de estos peces han sido recapturados a grandes distancias del punto de liberación. Además, se han marcado marlines azules con marcas electrónicas y se han seguido sus actividades durante períodos cortos.

El marlín azul vive generalmente en regiones con temperaturas superficiales del mar (TSM) de más de 24°C, y pasa un 90% del tiempo a profundidades donde la temperatura es de 1° a 2° menos que la TSM.

Se usó el modelo de poblaciones con retardos temporales de Deriso y Schnute, una forma de modelo de producción, para evaluar la condición de la población de marlín azul en el Océano Pacífico. Se usaron datos de las capturas anuales totales estimadas para 1951-1997 y la captura por unidad de esfuerzo estandarizada elaborada de datos de captura y esfuerzo de pesca nominal de la pesquería palangrera japonesa de 1955-1997. Se concluyó que los niveles de biomasa y esfuerzo de pesca eran cercanos a aquéllos correspondientes al rendimiento máximo sostenible promedio (RMS).

Un análisis más reciente de los datos de los mismos años, pero usando MULTIFAN-CL, fue realizado para evaluar la condición del marlín azul en el Océano Pacífico y evaluar la eficacia de la estandarización basada en hábitat del esfuerzo palangrero. Existe una incertidumbre considerable con respecto a los niveles de esfuerzo de pesca que producirían el RMS. Sin embargo, se determinó que marlín azul en el Océano Pacífico está casi plenamente explotado, es decir, la población está cerca de la cima de la curva de rendimiento. Se descubrió también que la estandarización del esfuerzo, usando un modelo basado en hábitat, permitió estimar los parámetros dentro de límites razonables y con intervalos de confianza reducidos alrededor de las estimaciones.

Aunque el marlín azul constituye una sola población en el Océano Pacífico, es importante saber cómo han variado con el tiempo las capturas en el Océano Pacífico oriental (OPO; Figura H-1). Históricamente, las pesquerías en el OPO han capturado del 10 al 18% de la captura total de marlín azul del Océano Pacífico, con capturas anuales medias de unas 3.600 t desde 2002.

Se tiene programado terminar en 2010 un evaluación del marlín azul, en colaboración con el Grupo de Trabajo sobre Peces Picudos del Comité Científico Internacional sobre los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC).

## I. STRIPED MARLIN

Striped marlin occur throughout the Pacific Ocean between about 45°N and 45°S. They are caught mostly by the longline fisheries of Far East and Western Hemisphere nations. Lesser amounts are caught by recreational, gillnet and other fisheries. During recent years the greatest catches in the eastern Pacific Ocean (EPO) have been taken by fisheries of Japan, Costa Rica and Korea.

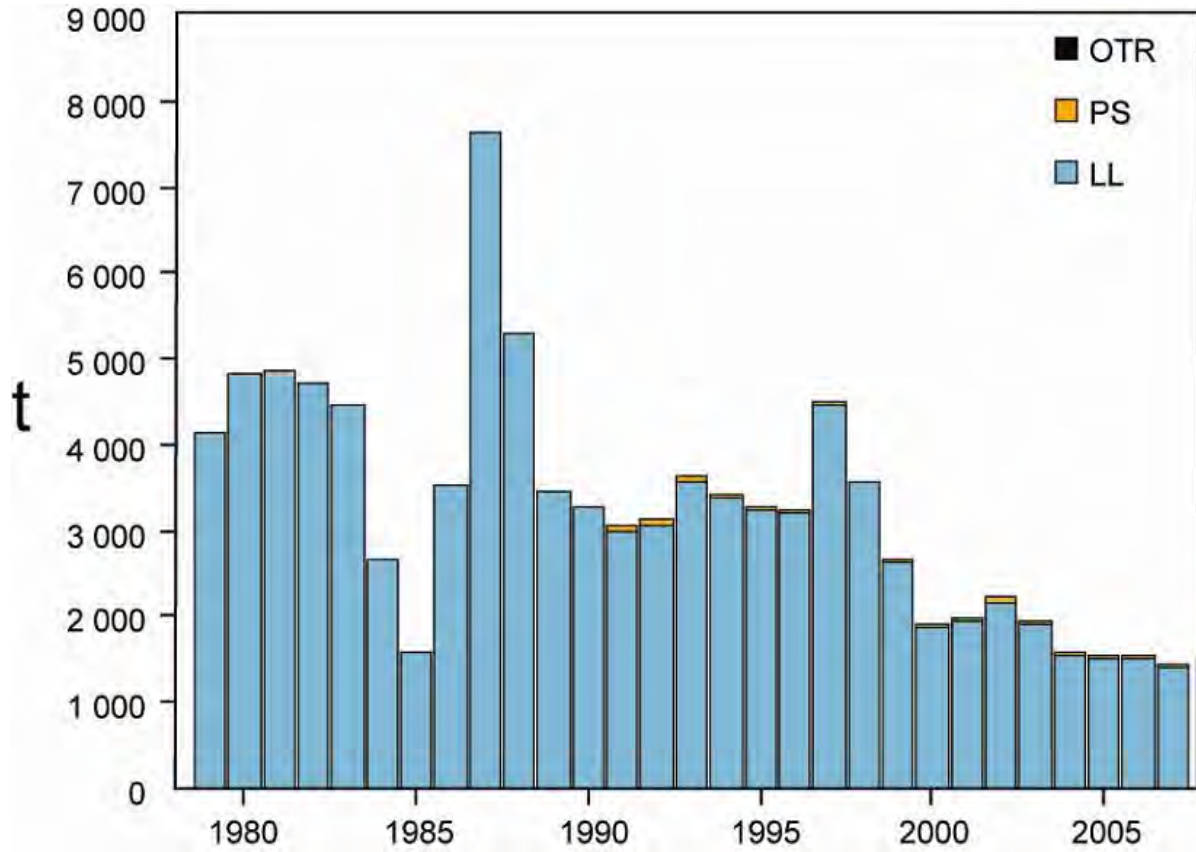
Striped marlin reach maturity when they are about 140 cm long, and spawning occurs in widely-scattered areas of the Pacific Ocean.

Few tagging data are available on the movements of striped marlin. Tagged fish released off the tip of the Baja California peninsula generally have been recaptured in the same general area as where tagged, but some have been recaptured around the Revillagigedo Islands, a few around Hawaii, and one near Norfolk Island. Recently pop-up satellite tags have been placed on striped marlin in the Pacific (Domeier 2006), achieving times-at-liberty averaging about 2 to 3 months, with maximums of 4 to 9 months in each tagging region. These studies indicated that there was essentially no mixing of tagged fish among tagging areas, and that striped marlin maintained site fidelity.

The catch rates of striped marlin off California and Baja California tend to be greater when the sea-surface temperatures are higher and when the thermocline is shallow. The catch rates are greater on the shallower hooks of longlines, especially when the thermocline is shallow.

The stock structure of striped marlin is uncertain. Analyses of catch rates using generalized additive models (GAMs) suggest that in the north Pacific there appear to be at least two stocks, distributed principally east and west of about 145°-150°W, with the distribution of the stock in the east extending as far south as 10°-15°S. Genetic studies provide a more detailed picture of stock structure. McDowell and Graves (2008) suggest that there are separate stocks in the northern, northeastern, and southeastern, and southwestern Pacific. Preliminary reports of more recent genetic studies (C. Purcell, University of Southern California, personal communication, May 2009) indicate that the striped marlin in the EPO off Mexico, Central America, and Ecuador are of a single stock and that there may be juveniles from an identified Hawaiian-stock present seasonally in regions of the northern EPO.

Analyses of stock status have been made using a number of population dynamics models. The results from these analyses indicated that striped marlin in the EPO were at or above the level expected to provide landings at the maximum sustainable yield (MSY), estimated at about 3300 to 3800 t, which is substantially greater than the annual catch in recent years and the new record low estimated catch of about 1,400 t in 2007. There is no indication of increasing fishing effort or catches in the EPO stock area. Based on the findings of Hinton and Maunder (2004), new information and recent observations of catch and fishing effort presented herein, it is considered that the striped marlin stocks in the EPO are in good condition, with current and near-term anticipated fishing effort less than  $F_{MSY}$ .



**FIGURE I-1.** Retained catches of striped marlin in the eastern Pacific Ocean, 1979-2007 by gear type.

**FIGURA I-1.** Capturas retenidas de marlín rayado en el Océano Pacífico oriental, 1979-2007 por arte de pesca.



## I. MARLÍN RAYADO

El marlín rayado ocurre por todo el Océano Pacífico entre 45°N y 45°S. Es capturado principalmente por las pesquerías palangreras de naciones de Lejano Oriente y del hemisferio occidental. Las pesquerías de red de trasmalle, deportiva, y otras capturan cantidades menores. En años recientes las pesquerías de la República de Japón, Costa Rica, y Corea han realizado las mayores capturas en el Océano Pacífico oriental (OPO).

El marlín rayado alcanza la madurez cuando mide unos 140 cm de talla, y el desove ocurre en zonas ampliamente esparcidas del Océano Pacífico.

Se dispone de pocos datos sobre los desplazamientos del marlín rayado. Peces marcados liberados frente a la punta de la península de Baja California han sido recapturados generalmente en la misma zona general donde fueron marcados, pero otros fueron recapturados cerca de las Islas Revillagigedo, otros cerca de Hawai, y uno cerca de la Isla de Norfolk. Recientemente, se han colocado marcas desprendibles satelitales archivadoras en marlines azules en el Pacífico (Domeier 2006), logrando tiempos en libertad promedio de dos a tres meses, con máximas de 4 a 9 meses en cada región de marcado. Estos estudios indicaron que esencialmente no ocurre mezcla de peces marcados entre zonas de marcado, y que el marlín rayado mantiene fidelidad de sitio.

Las tasas de captura de marlín rayado frente a California y Baja California suelen ser mayores cuando la temperatura superficial del mar es mayor y la termoclina poco profunda. Son mayores en los anzuelos menos profundos de los palangres, especialmente cuando la termoclina es poco profunda.

La estructura de la población del marlín rayado es incierta. Los análisis de las tasas de captura con modelos aditivos generalizados (MAG) sugieren que en el Pacífico norte parece haber al menos dos subpoblaciones, distribuidas principalmente al este y oeste de aproximadamente 145°-150°O, con la distribución de aquella en el este extendiéndose al sur hasta 10°-15°S. Los estudios genéticos proporcionan una imagen más detallada de la estructura de la población. McDowell y Graves (2008) sugieron que existen subpoblaciones separadas en el Pacífico norte, noreste, sudeste, y sudoeste. Informes preliminares de estudios genéticos más recientes (C. Purcell, Universidad de California del Sur, comunicación personal, mayo de 2009) indican que el marlín rayado en el OPO frente a México, Centroamérica, y Ecuador pertenecen a una sola subpoblación, y que podrían estar presentes en ciertas estaciones juveniles de una subpoblación identificada en Hawai en regiones del OPO norte.

Se han realizado análisis de la estructura de la población con varios modelos de dinámica poblacional. Los resultados de estos análisis indican que el marlín rayado en el OPO estuvo en el nivel que se esperaría proporcionaría descargas en el rendimiento máximo sostenible (RMS), o por encima del mismo, estimado en aproximadamente 3,300 a 3,800 t, sustancialmente más que la captura anual en años recientes y la nueva captura baja récord de unas 1,400 t en 2007. No hay indicaciones de aumentos del esfuerzo de pesca o las capturas en el área de la subpoblación del OPO. A partir de los resultados de Hinton y Maunder (2004), nueva información, y observaciones recientes de la captura y el esfuerzo de pesca aquí presentadas, se considera que las poblaciones de marlín rayado en el OPO se encuentran en buena condición, con el esfuerzo de pesca actual y esperado en el futuro cercano menos que  $F_{RMS}$ .

## J. ECOSYSTEM CONSIDERATIONS

|   |     |
|---|-----|
| 1. Introduction.....  | 112 |
| 2. Impact of catches .....  | 112 |
| 3. Other ecosystem components .....   | 118 |
| 4. Trophic interactions .....   | 119 |
| 5. Physical environment .....   | 121 |
| 6. Aggregate indicators.....  | 122 |
| 7. Ecosystem modeling.....  | 123 |
| 8. Actions by the IATTC and the AIDCP addressing ecosystem considerations ..... | 123 |
| 9. Future developments.....   | 125 |

### 1. INTRODUCTION

The FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries provides that management of fisheries should ensure the conservation not only of target species, but also of the other species belonging to the same ecosystem. In 2001, the Reykjavik Declaration on Responsible Fisheries in the Ecosystem elaborated this standard with a commitment to incorporate an ecosystem approach into fisheries management.

The IATTC has taken account of ecosystem issues in many of its decisions, and this report on the offshore pelagic ecosystem of the tropical and subtropical Pacific Ocean, which is the habitat of tunas and billfishes, has been available since 2003 to assist in making its management decisions. This section provides a coherent view, summarizing what is known about the direct impact of the fisheries upon various species and species groups of the ecosystem, and reviews what is known about the environment and about other species that are not directly impacted by the fisheries.

This review does not suggest objectives for the incorporation of ecosystem considerations into the management of tuna or billfish fisheries, nor any new management measures. Rather, its prime purpose is to offer the Commission the opportunity to ensure that ecosystem considerations are part of its agenda.

It is important to remember that the view that we have of the ecosystem is based on the recent past; we have almost no information about the ecosystem before exploitation began. Also, the environment is subject to change on a variety of time scales, including the well-known El Niño fluctuations and more recently recognized longer-term changes, such as the Pacific Decadal Oscillation and other climate changes.

In addition to reporting the catches of the principal species of tunas and billfishes, the staff has reported the bycatches of other species that are normally discarded. In this section, data on these bycatches are presented in the context of the effect of the fishery on the ecosystem. Unfortunately, while relatively good information is available for the tunas and billfishes, information for the entire fishery is not available. The information is comprehensive for large (carrying capacity greater than 363 metric tons) purse seiners that carry observers under the Agreement on the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), and information on retained catches is also reported for other purse seiners, pole-and-line vessels, and much of the longline fleet. Some information is available on sharks that are retained by parts of the longline fleet. Information on bycatches and discards is also available for large purse-seiners, and for some smaller ones. There is little information available on the bycatches and discards for other fishing vessels.

### 2. IMPACT OF CATCHES

#### 2.1. Single-species assessments

This section provides a summary of current information on the effects of the tuna fisheries on the stocks of individual species in the eastern Pacific Ocean (EPO). It focuses on the current biomass of each stock considered, compared to what it might have been in the absence of a fishery. The intention is to show how the fishery may have altered the components of the ecosystem, rather than the detailed assessments, which can be found in other sections of this report and in other IATTC documents. The section below frequently refers to comparisons with the estimated unexploited stock size. There are no direct measurements of the stock size before the fishery began, and, in any case, the stocks would have varied from year to year. In addition, the unexploited stock size may be influenced by predator and prey abundance, which is not included in the single-species analyses.

## **2.2. Tunas**

### **2.2.1. Yellowfin**

The yellowfin stock changed into a higher recruitment regime in about 1983, but may have recently moved back into an intermediate recruitment regime. During 2005-2007, the yellowfin stock has been below the level corresponding to the maximum sustainable yield (27% of its unexploited size), but has increased to above that level in 2008. One estimate of the effect of this reduced stock size is that the predation by adult yellowfin on other parts of the ecosystem is reduced to about 35% of what it was in the absence of a fishery.

### **2.2.2. Skipjack**

Skipjack assessments are far less certain than those for yellowfin and bigeye, in part because the fishery in the EPO does not appear to be having much impact on the stock. However, it appears that fluctuations in recruitment cause large variations in stock size.

### **2.2.3. Bigeye**

Up to 1993, bigeye were taken mostly by longline fishing. The stock size in 1993 is estimated to have been 32% of its unexploited size. After 1993, purse seining for tunas associated with fish-aggregating devices (FADs) took significant quantities of small and medium-sized bigeye. In 2005, after several years of poor recruitment and excessive levels of fishing mortality, the stock size was estimated to be at about 14% of its unexploited size. Due to recent spikes in recruitment, the current level has slightly increased and stabilized at about 17%.

### **2.2.4. Pacific bluefin**

It is considered that there is a single stock of Pacific bluefin tuna in the Pacific Ocean, given that spawning apparently occurs only in the western Pacific Ocean. However, tagging studies have shown that there is exchange of bluefin between the eastern and western Pacific Ocean. A preliminary stock assessment, carried out by the International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like species in the North Pacific (ISC) in 2005, has indicated that the biomass of the spawning stock had local peaks during the early 1960s, late 1970s, and late 1990s, with a decline after the last peak. It was previously hypothesized that a strong recruitment event that had occurred in 2001 would maintain spawning stock biomass above recent levels until 2010. Data collected more recently, however, indicate that the 2001 recruitment was not as strong as previously thought.

### **2.2.5. Albacore**

It is generally considered that there are two stocks of albacore in the Pacific Ocean, one in the North Pacific and the other in the South Pacific. An assessment for South Pacific albacore, done by the Secretariat of the Pacific Community in 2003, showed that the South Pacific stock was at about 60% of its unexploited size. An assessment by the ISC North Pacific Albacore Working Group in 2006 indicated that the biomass of the North Pacific spawning stock in 2006 was about 53% above its time series average.

## **2.3. Billfishes**

### **2.3.1. Swordfish**

The northeastern and southeastern Pacific Ocean stocks of swordfish are distinctly identifiable by genetics and fisheries analyses. Preliminary analyses of the status of the southeastern Pacific Ocean stock of swordfish indicate that the spawning biomass declined over the 1945-2003 period, and is now at about twice the level (~0.26) that will support the maximum sustainable yield (MSY) of 13,000-14,000 metric tons (t). Catches have been decreasing since about 2002. Recent harvests are on the order of 11,000 to 13,000 t annually.

The variations in standardized catch per unit of effort of swordfish in the northern EPO show no trend, suggesting that the catches to date have not affected the stock significantly.

### **2.3.2. Blue marlin**

There appears to be a single stock of blue marlin in the Pacific Ocean. The most recent stock assessments of blue marlin suggest that the current stock size is between 50 and 90% of the unexploited stock size.

### **2.3.3. Striped marlin**

Recent genetics analyses suggest that there are three stocks of striped marlin in the north and eastern Pacific Ocean. Spawning areas

have been identified (by presence of larvae) off Japan/Chinese Taipei, Hawaii, and Mexico, and no significant genetic differences have been found among individuals ranging from Mexico to Ecuador. There was an indication that juvenile striped marlin from stocks off Hawaii may be present seasonally in the northern EPO off California, but not off the coast of Mexico. The most recent assessments (2004) by the IATTC staff suggested that the then current size of the EPO (Mexico/Ecuador) stock was about 50 to 70% of the unexploited stock size. Catches from the EPO have been declining since about 1997, with a new low annual catch of about 1,400 t in 2007 and an average annual catch of about 1,500 t since 2004, well below the estimated MSY of the stock. Fishing effort and catches have continued the decline noted in previous assessments, and it is considered that the striped marlin stock in the EPO is in good condition, with current and near-term anticipated fishing effort less than  $F_{MSY}$ .

An analysis by the ISC in 2007 of the status of an hypothesized single stock of striped marlin spanning the north Pacific from Japan to 140°W, utilizing catch-rate series, indicated a decline to 10-45% of the initial biomass.

### 2.3.4. Black marlin, sailfish, and shortbill spearfish

No recent stock assessments have been made for these species, although there are some data published jointly by scientists of the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) of Japan and the IATTC in the IATTC Bulletin series that show trends in catches, effort, and CPUEs.

## 2.4. Summary

Preliminary estimates of the catches (including purse-seine discards), in metric tons, of tunas during 2008 and billfishes during 2007 in the EPO are as follows.

|                     | PS      |         |         | LP  | LL     | OTR   | Total   |
|---------------------|---------|---------|---------|-----|--------|-------|---------|
|                     | OBJ     | NOA     | DEL     |     |        |       |         |
| Yellowfin tuna      | 38,587  | 32,043  | 116,181 | 812 | 2      | 172   | 187,797 |
| Skipjack tuna       | 161,721 | 134,171 | 8,854   | 499 | 0      | 278   | 305,524 |
| Bigeye tuna         | 76,226  | 1,794   | 5       | 0   | 19,305 | 0     | 97,330  |
| Pacific bluefin     | 0       | 4,406   | 0       | 15  | 0      | 0     | 4,421   |
| Albacore tuna       | 0       | 10      | 0       | 0   | 73     | 0     | 1,266   |
| Swordfish           | <1      | 3       | <1      | 0   | 4,353  | 4,377 | 8,734   |
| Blue marlin         | 117     | 11      | 9       | 0   | 2,295  | 106   | 2,538   |
| Striped marlin      | 19      | 9       | 8       | 0   | 1,400  | 6     | 1,442   |
| Black marlin        | 62      | 10      | 11      | 0   | 37     | 0     | 120     |
| Sailfish            | 2       | 20      | 28      | 0   | 790    | 32    | 871     |
| Shortbill spearfish | <1      | <1      | <1      | 0   | 252    | 0     | 263     |

## 2.5. Marine mammals

Marine mammals, especially spotted dolphins (*Stenella attenuata*), spinner dolphins (*S. longirostris*), and common dolphins (*Delphinus delphis*), are frequently found associated with yellowfin tuna in the size range of about 10 to 40 kg in the EPO. Purse-seine fishermen have found that their catches of yellowfin in the EPO can be maximized by setting their nets around herds of dolphins and the associated schools of tunas, and then releasing the dolphins while retaining the tunas. The incidental mortality of dolphins in this operation was high during the early years of the fishery, and the populations of dolphins were reduced from their unexploited levels during the 1960s and 1970s. After the late 1980s the incidental mortality decreased precipitously, and there is now evidence that the populations are recovering. Preliminary mortality estimates of dolphins in the fishery in 2008 are as follows:

| Species and stock           | Incidental mortality |             |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
|                             | Number               | Metric tons |
| Offshore spotted dolphin    |                      |             |
| Northeastern                | 179                  | 12          |
| Western-southern            | 165                  | 11          |
| Spinner dolphin             |                      |             |
| Eastern                     | 349                  | 15          |
| Whitebelly                  | 170                  | 10          |
| Common dolphin              |                      |             |
| Northern                    | 107                  | 8           |
| Central                     | 14                   | 1           |
| Southern                    | 138                  | 10          |
| Other dolphins <sup>9</sup> | 49                   | 3           |
| <b>Total</b>                | <b>1,171</b>         | <b>70</b>   |

Studies of the association of tunas with dolphins have been an important component of the staff's long-term approach to understanding key interactions in the ecosystem. The extent to which yellowfin tuna and dolphins compete for resources, or whether either or both of them benefits from the interaction, remain critical pieces of information, given the large biomasses of both groups and their high rates of prey consumption. Diet and stable isotope analyses of yellowfin tuna and spotted and spinner dolphins caught in multispecies aggregations by purse-seine vessels in the EPO demonstrate significant differences in food habits and trophic position of the three species, suggesting that the tuna-dolphin association is probably not maintained by feeding advantages. This conclusion is supported by radio tracking studies of spotted dolphins outfitted with time-depth recorders, which indicate that the dolphins feed primarily at night on organisms associated with the deep scattering layer, while food habits studies of yellowfin tuna show primarily daytime feeding.

During August-December 2006, scientists of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) conducted the latest in a series of research cruises under the *Stenella* Abundance Research (STAR) project. The primary objective of the multi-year study is to investigate trends in population size of the dolphins that have been taken as incidental catch by the purse-seine fishery in the EPO. Data on cetacean distribution, herd size, and herd composition were collected from the large-scale line-transect surveys to estimate dolphin abundance. The 2006 survey covered the same areas and used the same methods as past surveys. Data from the 2006 survey produced new abundance estimates, and previous data were re-analyzed to produce revised estimates for 10 dolphin species and/or stocks in the EPO between 1986 and 2006. The 2006 estimates for northeastern offshore spotted dolphins were somewhat greater, and for eastern spinner dolphins substantially greater, than the estimates for 1998-2000. Estimates of population growth for these two depleted stocks and the depleted coastal spotted dolphin stock may indicate they are recovering, but the western-southern offshore spotted dolphin stock may be declining. The abundance estimates for coastal spotted, whitebelly spinner, and rough-toothed (*Steno bredanensis*) dolphins showed an increasing trend, while those for the striped (*S. coeruleoalba*), short-beaked common (*Delphinus delphis*), bottlenose (*Tursiops truncatus*), and Risso's (*Grampus griseus*) dolphins were generally similar to previous estimates obtained with the same methods.

Scientists of the NMFS have made estimates of the abundances of several other species of marine mammals based on data from research cruises made between 1986 and 2000 in the EPO. The STAR 2003 and 2006 cruises will provide further estimates of abundance of these mammals. Of the species not significantly affected by the tuna fishery, short-finned pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*) and three stocks of common dolphins showed increasing trends in abundance during that 15-year period. The apparent increased abundance of these mammals may have caused a decrease in the carrying capacity of the EPO for other predators that overlap in diet, including spotted dolphins. Bryde's whales (*Balaenoptera edeni*) also increased in estimated abundance, but there is very little diet overlap between these baleen whales and the upper-level predators impacted by the fisheries. Striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) showed no clear trend in estimated abundance over time, and the estimates of abundance of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) have tended to decrease in recent years.

<sup>9</sup> "Other dolphins" includes the following species and stocks, whose observed mortalities were as follows: Central American spinner dolphins (*Stenella longirostris centroamericana*) 9 (0.4 t); striped dolphins 24 (1.6 t); coastal spotted dolphins 4 (0.3 t); bottlenose dolphins 4 (0.4 t), unidentified dolphins 8 (0.4 t).

Some marine mammals are adversely affected by reduced food availability during El Niño events, especially in coastal ecosystems. Examples that have been documented include dolphins, pinnipeds, and Bryde's whales off Peru, and pinnipeds around the Galapagos Islands. Large whales are able to move in response to changes in prey productivity and distribution.

## 2.6. Sea turtles

Sea turtles are caught on longlines when they take the bait on hooks, are snagged accidentally by hooks, or are entangled in the lines. Estimates of incidental mortality of turtles due to longline and gillnet fishing are few. At the [4th meeting of the IATTC Working Group on Bycatch](#) in January 2004, it was reported that 166 leatherback (*Dermochelys coriacea*) and 6,000 other turtle species, mostly olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*), were incidentally caught by Japan's longline fishery in the EPO during 2000, and that, of these, 25 and 3,000, respectively, were dead. At the [6th meeting of the Working Group](#) in February 2007, it was reported that the Spanish longline fleet targeting swordfish in the EPO averaged 65 interactions and 8 mortalities per million hooks during 1990-2005. The mortality rates due to longlining in the EPO are likely to be similar for other fleets targeting bigeye tuna, and possibly greater for those that set their lines at shallower depths for albacore and swordfish. About 23 million of the 200 million hooks set each year in the EPO by distant-water longline vessels target swordfish with shallow longlines.

In addition, there is a sizeable fleet of artisanal longline vessels that fish for tunas, billfishes, sharks, and dorado (*Coryphaena* spp.) in the EPO. Since 2005, staff members of the IATTC and some other organizations, together with the governments of several coastal Latin American nations, have been engaged in a program to reduce the hooking rates and mortalities of sea turtles in these fisheries. Additional information on this program can be found in Section 8.2.

Sea turtles are occasionally caught in purse seines in the EPO tuna fishery. Most interactions occur when the turtles associate with floating objects, and are captured when the object is encircled. In other cases, nets set around unassociated schools of tunas or schools associated with dolphins may capture sea turtles that happen to be at those locations. The olive Ridley turtle is, by far, the species of sea turtle taken most often by purse seiners. It is followed by green sea turtles (*Chelonia mydas*), and, very occasionally, by loggerhead (*Caretta caretta*) and hawksbill (*Eretmochelys imbricata*) turtles. Only one mortality of a leatherback turtle has been recorded during the 10 years that IATTC observers have been recording this information. Some of the turtles are unidentified because they were too far from the vessel or it was too dark for the observer to identify them. Sea turtles, at times, become entangled in the webbing under fish-aggregating devices (FADs) and drown. In some cases, they are entangled by the fishing gear and may be injured or killed. Preliminary estimates of the mortalities (in numbers) of turtles caused by large purse-seine vessels during 2008 are as follows:

|                       | Set type |     |     | Total |
|-----------------------|----------|-----|-----|-------|
|                       | OBJ      | NOA | DEL |       |
| Olive Ridley          | 1        | 0   | 0   | 1     |
| Eastern Pacific green | 0        | 0   | 0   | 0     |
| Loggerhead            | 0        | 0   | 0   | 0     |
| Hawksbill             | 0        | 0   | 0   | 0     |
| Leatherback           | 0        | 0   | 0   | 0     |
| Unidentified          | 1        | 0   | 0   | 1     |
| <b>Total</b>          | 2        | 0   | 0   | 2     |

The mortalities of sea turtles due to purse seining for tunas are probably less than those due to other types of human activity, which include exploitation of eggs and adults, beach development, pollution, entanglement in and ingestion of marine debris, and impacts of other fisheries.

The populations of olive Ridley, green, and loggerhead turtles are designated as endangered, and those of hawksbill and leatherback turtles as critically endangered, by the International Union for the Conservation of Nature.

## 2.7. Sharks and other large fishes

Sharks and other large fishes are taken by both purse-seine and longline vessels. Silky sharks (*Carcharhinus falciformis*) are the most commonly-caught species of shark in the purse-seine fishery, followed by oceanic whitetip sharks (*C. longimanus*). The longline fisheries also take significant quantities of silky sharks, and a Pacific-wide analysis of longline and purse-seine fishing is necessary to estimate the impact of fishing on the stock(s). Preliminary estimates of indices of relative abundance of silky sharks, based on data for purse-seine sets on floating objects, show a decreasing trend during 1994-2006; the trends in unstandardized by-

catch per set are similar for the other two types of purse-seine sets (standardized trends are not yet available). The unstandardized average bycatches per set of oceanic whitetip sharks also show decreasing trends for all three set types during the same period. It is not known whether these decreasing trends are due to incidental capture by the fisheries, changes in the environment (perhaps associated with the 1997-1998 El Niño event), or other factors. The decreasing trends do not appear to be due to changes in the density of floating objects.

Scientists at the University of Washington are conducting an analysis of the temporal frequency of areas of high bycatches of silky sharks in purse-seine sets on floating objects, which will be useful for determining the effectiveness of area-time closures as a means of reducing shark bycatch. Results show that both model predictions and observed data tend to indicate that these bycatches occur most frequently north of 4°N and west of 100-105°W. However, due to large tuna catches south of 5°N, the greatest reduction in bycatch from sets on floating objects with the least loss of tuna catch would be achieved north of approximately 6°N.

A sampling project has been initiated by scientists of the IATTC and the NMFS to collect and archive tissue samples for sharks, rays, and other large fishes for future genetics analysis. Data from the archived samples will be used in studies of large-scale stock structure of these taxa in the EPO, information that is vital for stock assessments and is generally lacking throughout the Pacific Ocean.

A stock assessment for blue sharks (*Prionace glauca*) in the North Pacific Ocean has been conducted by scientists of the NMFS and the NRIFSF. Preliminary results provided a range of plausible values for MSY of 1.8 to nearly 4 times the 2001 catch of blue shark per year.

Preliminary estimates of the discards (in metric tons) of sharks and other large fishes in the EPO during 2008, other than those discussed above, by large purse-seine vessels are as follows. Complete data are not available for small purse-seine, longline, and other types of vessels.

|  | Set type |       |     | Total  |
|--|----------|-------|-----|--------|
|  | OBJ      | NOA   | DEL |        |
| Sharks   | 611      | 55    | 41  | 707    |
| Rays (Mobulidae and Dasyatidae)  | 4        | 33    | 11  | 48     |
| Dorado ( <i>Coryphaena</i> spp.)   | 1,143    | 21    | 2   | 1,166  |
| Wahoo ( <i>Acanthocybium solandri</i> )  | 242      | 1     | <1  | 243    |
| Rainbow runner ( <i>Elagatis bipinnulata</i> ) and yellowtail ( <i>Seriola lalandi</i> ) | 75       | 36    | <1  | 111    |
| Black skipjack   | 2,283    | 172   | 106 | 2,561  |
| Bonito   | 52       | 13    | 0   | 65     |
| Unidentified tunas   | 9,151    | 3,040 | 363 | 12,554 |
| Unidentified billfishes  | 11       | 3     | 5   | 19     |
| Other large fishes   | 17       | 7     | 3   | 27     |

Apart from the assessments of billfishes, summarized in Sections G, H, and I of this report, and blue shark, there are no stock assessments available for these species in the EPO, and hence the impacts of the bycatches on the stocks are unknown.

The catch rates of species other than tunas in the purse-seine fishery are different for each type of set. With a few exceptions, the bycatch rates are greatest in sets on floating objects, followed by unassociated sets and, at a much lower level, dolphin sets. Dolphin bycatch rates are greatest for dolphin sets, followed by unassociated sets and, at a much lower level, floating-object sets. The bycatch rates of sailfish (*Istiophorus platypterus*), manta rays (Mobulidae), and stingrays (Dasyatidae) are greatest in unassociated sets, followed by dolphin sets, and lowest in floating-object sets. Because of these differences, it is necessary to follow the changes in frequency of the different types of sets to interpret the changes in bycatch figures. The estimated numbers of purse-seine sets of each type in the EPO during 1993-2008 are shown in Table A-7.

In October 2006, the NMFS hosted a workshop on bycatch reduction in the EPO purse-seine fishery. The attendees agreed to support a proposal for research on methods to reduce bycatches of sharks by attracting them away from floating objects prior to setting the purse seine. A feasibility study has been planned. The attendees also supported a suite of field experiments on bycatch reduction devices and techniques; these would include FAD modifications and manipulations, assessing behavioral and physiological indica-

tors of stress, and removing living animals from the seine and deck (e.g. sorting grids, bubble gates, and vacuum pumps). A third proposal, which was likewise supported by the attendees, involves using IATTC data to determine if spatial, temporal, and environmental factors can be used to predict bycatches in FAD sets and to determine to what extent time/area closures would be effective in reducing bycatches.

### 3. OTHER ECOSYSTEM COMPONENTS

#### 3.1. Seabirds

There are approximately 100 species of seabirds in the tropical EPO. Some seabirds associate with epipelagic predators near the sea surface, such as fishes (especially tunas) and marine mammals. Subsurface predators often drive prey to the surface to trap them against the air-water interface, where the prey become available to the birds. Most species of seabirds take prey within a half meter of the sea surface or in the air (flyingfishes (Exocoetidae) and squids (Ommastrephidae)). In addition to driving the prey to the surface, subsurface predators make prey available to the birds by injuring or disorienting the prey, and by leaving scraps after feeding on large prey. Feeding opportunities for some seabird species are dependent on the presence of tuna schools feeding near the surface.

Seabirds are affected by the variability of the ocean environment. During the 1982-1983 El Niño event, seabird populations throughout the tropical and northeastern Pacific Ocean experienced breeding failures and mass mortalities, or migrated elsewhere in search of food. Some species, however, are apparently not affected by El Niño episodes. In general, seabirds that forage in upwelling areas of the tropical EPO and Peru Current suffer reproductive failures and mortalities due to food shortage during El Niño events, while seabirds that forage in areas less affected by El Niño episodes may be relatively unaffected.

According to the *Report of the Scientific Research Program under the U.S. International Dolphin Conservation Program Act*, prepared by the NMFS in September 2002, there were no significant temporal trends in abundance estimates over the 1986-2000 period for any species of seabird, except for a downward trend for the Tahiti petrel (*Pseudobulweria rostrata*), in the tropical EPO. Population status and trends are currently under review for waved (*Phoebastria irrorata*), black-footed (*P. nigripes*), and Laysan (*P. immutabilis*) albatrosses.

Some seabirds, especially albatrosses and petrels, are susceptible to being caught on baited hooks in pelagic longline fisheries. Satellite tracking and at-sea observation data have identified the importance of the IATTC area for waved, black-footed, Laysan, and black-browed (*Thalassarche melanophrys*) albatrosses, plus several other species that breed in New Zealand, yet forage off the coast of South America. There is particular concern for the waved albatross because it is endemic to the EPO and nests only in the Galapagos Islands. Observer data from artisanal vessels show no interactions with waved albatross during these vessels' fishing operations. Data from the US pelagic longline fishery in the northeastern Pacific Ocean indicate that bycatches of black-footed and Laysan albatrosses occur. Few comparable data for the longline fisheries in the central and southeastern Pacific Ocean are available. At the 6th meeting of the IATTC Working Group on Bycatch in February 2007, it was reported that the Spanish surface longline fleet targeting swordfish in the EPO averaged 40 seabird interactions per million hooks, virtually all resulting in mortality, during 1990-2005. In 2007, the IATTC Stock Assessment Working Group has identified areas of vulnerability to industrial longline fishing for several species of albatross and proposed mitigation measures. In an externally-funded study, the IATTC staff is currently investigating the population status of the black-footed albatross in the entire North Pacific Ocean, taking into account the effects of fisheries bycatch.

#### 3.2. Forage

The forage taxa occupying the middle trophic levels in the EPO are obviously important components of the ecosystem, providing a link between primary production at the base of the food web and the upper-trophic-level predators, such as tunas and billfishes. Indirect effects on those predators caused by environmental variability are transmitted to the upper trophic levels through the forage taxa. Little is known, however, about fluctuations in abundance of the large variety of prey species in the EPO. Scientists from the NMFS have recorded data on the distributions and abundances of common prey groups, including lantern fishes (Myctophidae), flyingfishes, and some squids, in the tropical EPO during 1986-1990 and 1998-2000. Mean abundance estimates for all fish taxa and, to a lesser extent, for squids increased from 1986 through 1990. The estimates were low again in 1998, and then increased through 2000. Their interpretation of this pattern was that El Niño events in 1986-1987 and 1997-1998 had negative effects on these prey populations. More data on these taxa were collected during the NMFS STAR 2003 and 2006 cruises, and are currently being analyzed.



The Humboldt or jumbo squid (*Dosidicus gigas*) populations in the EPO have increased in size and geographic range in recent years. In addition, in 2002 observers on tuna purse-seine vessels reported increased incidental catches of Humboldt squid taken with tunas, primarily skipjack, off Peru. Juvenile stages of these squid are common prey for yellowfin and bigeye tunas, and other predatory fishes, and Humboldt squid are also voracious predators of small fishes and cephalopods throughout their range. Large Humboldt squid have been observed attacking skipjack and yellowfin inside a purse seine. Not only have these squid impacted the ecosystems that they have expanded into, but they are also thought to have the capability of affecting the trophic structure in pelagic regions. Changes in the abundance and geographic range of Humboldt squid could affect the foraging behavior of the tunas and other predators, perhaps changing their vulnerability to capture. A recent sampling program by the IATTC staff, to examine possible changes in foraging behavior of yellowfin tuna, is described in Section 4.

Some small fishes, many of which are forage for the larger predators, are incidentally caught by purse-seine vessels in the EPO. Frigate and bullet tunas (*Auxis* spp.), for example, are a common prey of many of the animals that occupy the upper trophic levels in the tropical EPO. In the tropical EPO ecosystem model (Section 7), frigate and bullet tunas comprise 10% or more of the diet of eight predator categories. Small quantities of frigate and bullet tunas are captured by purse-seine vessels on the high seas and by artisanal fisheries in some coastal regions of Central and South America. The vast majority of frigate and bullet tunas captured by tuna purse-seine vessels is discarded at sea. Preliminary estimates of the discards, in metric tons, of small fishes by large purse-seine vessels with observers aboard in the EPO during 2008 are as follows:

|   | Set type |     |     | Total |
|---|----------|-----|-----|-------|
|   | OBJ      | NOA | DEL |       |
| Triggerfishes (Balistidae) and filefishes (Monacanthidae) | 124      | 7   | <1  | 132   |
| Other small fishes  | 91       | <1  | <1  | 91    |
| Frigate and bullet tunas ( <i>Auxis</i> spp.)             | 1,085    | 941 | <1  | 2,026 |

### 3.3. Larval fishes and plankton

Larval fishes have been collected by manta (surface) net tows in the EPO for many years by personnel of the NMFS Southwest Fisheries Science Center. Of the 314 taxonomic categories identified, 17 were found to be most likely to show the effects of environmental change. The occurrence, abundance, and distribution of these key taxa revealed no consistent temporal trends. Recent research has shown a longitudinal gradient in community structure of the ichthyoplankton assemblages in the eastern Pacific warm pool, with abundance, species richness, and species diversity high in the east (where the thermocline is shallow and primary productivity is high) and low in the west (where the thermocline is deep and primary productivity is low).

The phytoplankton and zooplankton populations in the tropical EPO are variable. For example, chlorophyll concentrations on the sea surface (an indicator of phytoplankton blooms) and the abundance of copepods were markedly reduced during the El Niño event of 1982-1983, especially west of 120°W. Similarly, surface concentrations of chlorophyll decreased during the 1986-1987 El Niño episode and increased during the 1988 La Niña event due to changes in nutrient availability.

The species and size composition of zooplankton is often more variable than the zooplankton biomass. When the water temperatures increase, warm-water species often replace cold-water species at particular locations. The relative abundance of small copepods off northern Chile, for example, increased during the 1997-1998 El Niño event, while the zooplankton biomass did not change.

Copepods often comprise the dominant component of secondary production in marine ecosystems. An analysis of the trophic structure among the community of pelagic copepods in the EPO was conducted by a student of the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Mexico, using samples collected by scientists of the NMFS STAR project. The stable nitrogen isotope values of omnivorous copepods were used in a separate analysis of the trophic position of yellowfin tuna, by treating the copepods as a proxy for the isotopic variability at the base of the food web (see next section).

## 4. TROPHIC INTERACTIONS

Tunas and billfishes are wide-ranging, generalist predators with high energy requirements, and, as such, are key components of pelagic ecosystems. The ecological relationships among large pelagic predators, and between them and animals at lower trophic levels, are not well understood. Given the need to evaluate the implications of fishing activities on the underlying ecosystems, it is essential to acquire accurate depictions of trophic links and biomass flows through the food web in open-ocean ecosystems, and a basic understanding of the natural variability forced by the environment.

Knowledge of the trophic ecology of predatory fishes has historically been derived from stomach contents analysis. Large pelagic predators are considered efficient biological samplers of micronekton organisms, which are poorly sampled by nets and trawls. Diet studies have revealed many of the key trophic connections in the pelagic EPO, and have formed the basis for representing food-web interactions in an ecosystem model (IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 3) to explore indirect ecosystem effects of fishing. The most common prey items of yellowfin tuna caught by purse seines offshore are frigate and bullet tunas, squids and argonauts (cephalopods), and flyingfishes and other epipelagic fishes. Bigeye tuna feed at greater depths than do yellowfin and skipjack, and consume primarily cephalopods and mesopelagic fishes. The most important prey of skipjack overall were reported to be euphausiid crustaceans during the late 1950s, whereas the small mesopelagic fish *Vinciguerria lucetia* appeared dominant in the diet during the early 1990s. Tunas that feed inshore utilize different prey than those caught offshore. For example, yellowfin and skipjack caught off Baja California feed heavily on red crabs, *Pleuroncodes planipes*. More recently, diet studies have become focused on understanding entire food webs, initially by describing the inter-specific connections among the predator communities, comprising tunas, sharks, billfishes, dorado, wahoo, rainbow runner, and others. In general, considerable resource partitioning is evident among the components of these communities, and researchers seek to understand the spatial scale of the observable trophic patterns, and also the role of climate variability in influencing the patterns.

While diet studies have yielded many insights, stable isotope analysis is a useful complement to stomach contents for delineating the complex structure of marine food webs. Stomach contents represent a sample of only the most-recent several hours of feeding at the time of day an animal is captured, and under the conditions required for its capture. Stable carbon and nitrogen isotopes, however, integrate information on all components of the diet into the animal's tissues, providing a recent history of trophic interactions and information on the structure and dynamics of ecological communities. More insight is provided by compound-specific isotope analysis (CSIA) of amino acids. In samples of consumer tissues, "source" amino acids (e.g. phenylalanine, glycine) retained the isotopic values at the base of the food web, and "trophic" amino acids (e.g. glutamic acid) became enriched in  $^{15}\text{N}$  by about 7‰ relative to the baseline. In CSIA, predator tissues alone are adequate for trophic-position estimates, and separate analysis of the isotopic composition of the base of the food web is not necessary. A recent analysis of the spatial distribution of stable isotope values of yellowfin tuna in relation to those of omnivorous copepods showed that the trophic position of yellowfin tuna increased from inshore to offshore in the EPO, a characteristic of the food web never detected in diet data. The diet data for the same yellowfin samples analyzed for isotope content showed comparable variability in the trophic position of yellowfin, but did not show an inshore-offshore gradient in trophic position.

A short-term study was conducted in 2006 to examine the stomach contents of recently-captured yellowfin tuna to detect possible changes in their foraging behavior relative to that of previous years. Single-species stock assessments are not designed to consider the effect of trophic interactions (e.g. predation, competition, and changes in trophic structure) on the stock in question. Prey populations that feed the apex predators also vary over time (see 3.2 Forage), and some prey impart considerable predation pressure on animals that occupy the lower trophic levels (including the early life stages of large fishes). Stomach samples of a ubiquitous predator, such as yellowfin tuna, compared with previous diet data, can be used to infer changes in prey populations by identifying changes in foraging behavior. Changes in foraging behavior could cause the tunas, for example, to alter the typical depth distributions while foraging, and this could affect their vulnerability to capture. Stomach samples of yellowfin tuna were collected from purse-seine sets made on fish associated with dolphins during the fourth quarter of 2006, and compared with samples from dolphin sets made during 2003-2005 in the same fishing area. Of special interest were the inter-annual differences in predation on the Humboldt squid because of recent changes in its abundance and geographical range (see 3.2 Forage). The amount of fresh squid tissue in the yellowfin stomachs was very low, and there were no differences in the diet proportions by weight from year to year. Cephalopod mandibles (or beaks), however, are retained in the stomachs, and the percent occurrence of Humboldt squid mandibles decreased by 21 percent between 2004 and 2006. Interannual differences in predation on other diet components were small. *Auxis* spp. were eaten in significantly greater quantities ( $p < 0.05$ ) in 2005 and 2006 compared to 2003 and 2004, and significantly more Pacific flatiron herring (*Harengula thrissina*) and chub mackerel (*Scomber japonicus*) were eaten in 2006 than in the previous three years. Overall, there is no convincing evidence of substantial changes in the trophic structure having taken place during 2003-2006, based on the food habits of yellowfin tuna caught in association with dolphins.

## 5. PHYSICAL ENVIRONMENT<sup>10</sup>

Environmental conditions affect marine ecosystems, the dynamics and catchability of tunas and billfishes, and the activities of the fishermen. Tunas and billfishes are pelagic during all stages of their lives, and the physical factors that affect the tropical and subtropical Pacific Ocean can have important effects on their distribution and abundance. Environmental conditions are thought to cause considerable variability in the recruitment of tunas and billfishes. Stock assessments by the IATTC have often incorporated the assumption that oceanographic conditions might influence recruitment in the EPO.

Different types of climate perturbations may impact fisheries differently. It is thought that a shallow thermocline in the EPO contributes to the success of purse-seine fishing for tunas, perhaps by acting as a thermal barrier to schools of small tunas, keeping them near the sea surface. When the thermocline is deep, as during an El Niño event, tunas seem to be less vulnerable to capture, and the catch rates have declined. Warmer- or cooler-than-average sea-surface temperatures (SSTs) can also cause these mobile fishes to move to more favorable habitats.

The ocean environment varies on a variety of time scales, from seasonal to interannual, decadal, and longer (*e.g.* climate phases or regimes). The dominant source of variability in the upper layers of the EPO is often called the El Niño-Southern Oscillation (ENSO). The ENSO is an irregular fluctuation involving the entire tropical Pacific Ocean and global atmosphere. It results in variations of the winds, rainfall, thermocline depth, circulation, biological productivity, and the feeding and reproduction of fishes, birds, and marine mammals. El Niño events occur at 2- to 7-year intervals, and are characterized by weaker trade winds, deeper thermoclines, and abnormally-high SSTs in the equatorial EPO. El Niño's opposite phase, often called La Niña (or anti-El Niño), is characterized by stronger trade winds, shallower thermoclines, and lower SSTs. Research has documented a connection between the ENSO and the rate of primary production, phytoplankton biomass, and phytoplankton species composition. Upwelling of nutrient-rich subsurface water is reduced during El Niño episodes, leading to a marked reduction in primary and secondary production. ENSO also directly affects animals at middle and upper trophic levels. Researchers have concluded that the 1982-1983 El Niño event, for example, deepened the thermocline and nutricline, decreased primary production, reduced zooplankton abundance, and ultimately reduced the growth rates, reproductive successes, and survival of various birds, mammals, and fishes in the EPO. In general, however, the ocean inhabitants recover within short periods because their life histories are adapted to respond to a variable habitat.

The IATTC reports monthly average oceanographic and meteorological data for the EPO, including a summary of current ENSO conditions, on a quarterly basis. In 2007, oceanographic and meteorological data indicated that La Niña conditions intensified during the second, third, and fourth quarters. In 2008, somewhat weaker La Niña conditions prevailed during the first quarter, followed by near neutral conditions during the second and third quarters. Mild La Niña conditions developed during the fourth quarter of 2008.

Variability on a decadal scale (*i.e.* 10 to 30 years) also affects the EPO. During the late 1970s there was a major shift in physical and biological states in the North Pacific Ocean. This climate shift was also detected in the tropical EPO by small increases in SSTs, weakening of the trade winds, and a moderate change in surface chlorophyll levels. Some researchers have reported another major shift in the North Pacific in 1989. Climate-induced variability in the ocean has often been described in terms of "regimes," characterized by relatively stable means and patterns in the physical and biological variables. Analyses by the IATTC staff have indicated that yellowfin tuna in the EPO have experienced regimes of lower (1975-1982) and higher (1983-2001) recruitment, and possibly intermediate (2002-2006) recruitment. The increased recruitment during 1983-2001 is thought to be due to a shift to a higher productivity regime in the Pacific Ocean. Decadal fluctuations in upwelling and water transport are simultaneous to the higher-frequency ENSO pattern, and have basin-wide effects on the SSTs and thermocline slope that are similar to those caused by ENSO, but on longer time scales.

There is evidence that the North Pacific Ocean is currently in a cool regime, while no such evidence is apparent for the equatorial Pacific.

Environmental variability in the tropical EPO is manifested differently in different regions in which tunas are caught. For example, SST anomalies in the tropical EPO warm pool (5° to 20°N, east of 120°W) have been about one-half the magnitude and several months later than those in the equatorial Pacific Niño3 area (5°S to 5°N, 90° to 150°W).

---

<sup>10</sup> Much of the information in this section is from Fiedler, P.C. 2002. Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENSO and decadal variability. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 244: 265-283.

## 6. AGGREGATE INDICATORS

Recognition of the consequences of fishing for marine ecosystems has stimulated considerable research in recent years. Numerous objectives have been proposed to evaluate fishery impacts on ecosystems and to define over-fishing from an ecosystem perspective. Whereas reference points have been used primarily for single-species management of target species, applying performance measures and reference points to non-target species is believed to be a tractable first step. Current examples include incidental mortality limits for dolphins in the EPO purse-seine fishery under the AIDCP. Another area of interest is whether useful performance indicators based on ecosystem-level properties might be developed. Several ecosystem metrics or indicators, including community size structure, diversity indices, species richness and evenness, overlap indices, trophic spectra of catches, relative abundance of an indicator species or group, and numerous environmental indicators, have been proposed. Whereas there is general agreement that multiple system-level indicators should be used, there is concern over whether there is sufficient practical knowledge of the dynamics of such metrics and whether a theoretical basis for identifying precautionary or limit reference points based on ecosystem properties exists. Ecosystem-level metrics are not yet commonly used for managing fisheries.

New methods of ordination, developed by scientists at the Institute of Statistical Mathematics in Tokyo, Japan, have produced indices of association related to different groupings of catch and bycatch species for floating-object sets of the purse-seine fishery. The preliminary indices show clear large-scale spatial patterns, and relationships to environmental variables, such as SST, chlorophyll-a density, and mixed layer depth. Information on relationships between indices of species association and environmental characteristics may help to guide the development of approaches for bycatch reduction.

Ecologically-based approaches to fisheries management place renewed emphasis on achieving accurate depictions of trophic links and biomass flows through the food web in exploited systems. The structure of the food web and the interactions among its components have a demonstrable role in determining the dynamics and productivity of ecosystems. Trophic levels (TLs) are used in food-web ecology to characterize the functional role of organisms, to facilitate estimates of energy or mass flow through communities, and for elucidating trophodynamics aspects of ecosystem functioning. A simplified food-web diagram, with approximate TLs, of the pelagic tropical EPO, is shown in Figure J-1. Toothed whales (Odontoceti, average TL 5.2), large squid predators (large bigeye tuna and swordfish, average TL 5.2), and sharks (average TL 5.0) are top-level predators. Other tunas, large piscivores, dolphins (average TL 4.8), and seabirds (average TL 4.5) occupy slightly lower TLs. Smaller epipelagic fishes (*e.g.* *Auxis* spp. and flyingfishes, average TL 3.2), cephalopods (average TL 4.4), and mesopelagic fishes (average TL 3.4) are the principal forage of many of the upper-level predators in the ecosystem. Small fishes and crustaceans prey on two zooplankton groups, and the herbivorous micro-zooplankton (TL 2) feed on the producers, phytoplankton and bacteria (TL 1).

In exploited pelagic ecosystems, fisheries that target large piscivorous fishes act as apex predators in the ecosystem. Over time, fishing can cause the overall size composition of the catch to decrease, and, in general, the TLs of smaller organisms are lower than those of larger organisms. The mean TL of the organisms taken by a fishery is a useful metric of ecosystem change and sustainability because it integrates an array of biological information about the components of the system. There has been increasing attention to analyzing the mean TL of fisheries catches and discards since a study demonstrated that, according to FAO landings statistics, the mean TL of the fishes and invertebrates landed globally had declined between 1950 and 1994, which was hypothesized by the authors of that study to be detrimental to the ecosystems. Some ecosystems, however, have changed in the other direction, from lower to higher TL communities. Given the potential utility of this approach, TLs were estimated for a time series of annual catches and discards by species from 1993 to 2008 for three purse-seine fishing modes and the pole-and-line fishery in the EPO. The estimates were made by applying the TL values from the EPO ecosystem model (see Section 7), weighted by the catch data by fishery and year for all model groups from the IATTC tuna, bycatch, and discard data bases. The TLs from the ecosystem model were determined by average diet estimates for all species groups. The TLs of the summed catches of all purse-seine and pole-and-line fisheries were fairly constant from year to year, varying by less than 0.1 TL (Figure J-2: Average PS+LP), and there is no indication of declining trends over the 16-year period. The catches of large yellowfin ( $\geq 90$  cm, TL 4.66), skipjack (TL 4.57), small yellowfin ( $< 90$  cm, TL 4.57), and large bigeye ( $\geq 80$  cm, TL 5.17) contributed 36, 34, 19, and 6 percent, respectively, to the overall TL (4.63) during 1993-2008. The retained and discarded catches of all other species and groups contributed less than 5 percent of the overall TL of the catches, including small bigeye (4.7%, TL 4.53) and all the bycatch species. In general, the TLs of the unassociated sets and the pole-and-line fishery were below average and those of the dolphin sets were above average for most years (Figure J-2). The TLs of the floating-object sets varied more than those of the other set types and fisheries, primarily due to the inter-annual variability in the sizes of bigeye and the amounts of skipjack caught in those sets. The TLs of floating-object sets were positively related to the percentage of the total catch comprised of large bigeye ( $p < 0.001$ ) and negatively related to the percentage of the catch comprised of

skipjack ( $p < 0.001$ ) (Figure J-3).

The TLs were also estimated separately for the time series of retained and discarded catches of the purse-seine fishery each year from 1993 to 2008 (Figure J-4). The discarded catches were much less than the retained catches, and thus the TL patterns of the total (retained plus discarded) catches (Figure J-2) were determined primarily by the TLs of the retained catches (Figure J-4). The TLs of the discarded catches varied more year-to-year than those of the retained catches, and did not decline over time. The greatest variation occurred for sets on fish associated with floating objects, and those sets also had the greatest bycatch species diversity. The lowest TL of the discarded catches occurred for both unassociated and floating-object sets in 1998. For unassociated sets, the marked reduction in TL during 1998 was due to increased bycatches of rays (TL 3.68), which feed on plankton and other small animals that occupy low TLs, and a reduction in the catches of large sharks (TL 4.93). From 1998 to 2001, the discarded catches of rays gradually declined in unassociated sets and those of large sharks and small yellowfin increased, resulting in a gradually increasing TL of the discarded catches over that interval. For floating-object sets, the discards of small epipelagic fishes (*e.g.* Clupeiformes, Nomeidae, Tetraodontiformes, and others; TL 3.19) increased and of large bigeye decreased from 1996 to 1998, lowering the TL over that interval. The TL increase in floating-object sets from 1998 to 2000 resulted from a reduction in the bycatch of small epipelagic fishes and an increase in discarded dorado (TL 4.66) and large bigeye.

## 7. ECOSYSTEM MODELING

It is clear that the different components of an ecosystem interact. Ecosystem-based fisheries management is facilitated through the development of multi-species, ecosystem models that represent ecological interactions among species or guilds. Our understanding of the complex maze of connections in open-ocean ecosystems is at an early stage, and, consequently, the current ecosystem models are most useful as descriptive devices for exploring the effects of a mix of hypotheses and established connections among the ecosystem components. Ecosystem models must be compromises between simplistic representations on the one hand and unmanageable complexity on the other.

The IATTC staff has developed a model of the pelagic ecosystem in the tropical EPO (IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 3) to explore how fishing and climate variation might affect the animals at middle and upper trophic levels. The ecosystem model has 38 components, including the principal exploited species (*e.g.* tunas), functional groups (*e.g.* sharks and flyingfishes), and sensitive species (*e.g.* sea turtles). Some taxa are further separated into size categories (*e.g.* large and small marlins). The model has finer taxonomic resolution at the upper trophic levels, but most of the system's biomass is contained in the middle and lower trophic levels. Fisheries landings and discards were estimated for five fishing "gears": pole-and-line, longline, and purse-seine sets on tunas associated with dolphins, with floating objects, and in unassociated schools. The model focuses on the pelagic regions; localized, coastal ecosystems are not adequately described by the model.

Most of the information describing inter-specific interactions in the model comes from a joint IATTC-NMFS project, which included studies of the food habits of co-occurring yellowfin, skipjack, and bigeye tuna, dolphins, pelagic sharks, billfishes, dorado, wahoo, rainbow runner, and others. The impetus of the project was to contribute to the understanding of the tuna-dolphin association, and a community-level sampling design was adopted.

The ecosystem model has been used to evaluate the possible effects of variability in bottom-up forcing by the environment on the middle and upper trophic levels of the pelagic ecosystem. Predetermined time series of producer biomasses were put into the model as proxies for changes in primary production that have been documented during El Niño and La Niña events, and the dynamics of the remaining components of the ecosystem were simulated. The model was also used to evaluate the relative contributions of fishing and the environment in shaping ecosystem structure in the tropical pelagic EPO. This was done by using the model to predict which components of the ecosystem might be susceptible to top-down effects of fishing, given the apparent importance of environmental variability in structuring the ecosystem. In general, animals with relatively low turnover rates were influenced more by fishing than by the environment, and animals with relatively high turnover rates more by the environment than by fishing.

## 8. ACTIONS BY THE IATTC AND THE AIDCP ADDRESSING ECOSYSTEM CONSIDERATIONS

Both the IATTC convention and the AIDCP have objectives that address the incorporation of ecosystem considerations into the management of the tuna fisheries in the EPO. Actions taken in the past include:

### 8.1. Dolphins

- a. For many years, the impact of the fishery on the dolphin populations has been assessed, and programs to reduce or eliminate that impact have met with considerable success.

- b. The incidental mortalities of all stocks of dolphins have been limited to levels that are insignificant relative to stock sizes.

## 8.2. Sea turtles

- a. A data base on all sea turtle sightings, captures, and mortalities reported by observers has been compiled.
- b. In June 2003 the IATTC adopted a Recommendation on Sea Turtles, which contemplates “the development of a three-year program that could include mitigation of sea turtle bycatch, biological research on sea turtles, improvement of fishing gears, industry education and other techniques to improve sea turtle conservation.” In January 2004, the Working Group on Bycatch drew up a detailed program that includes all these elements, and urges all nations with vessels fishing for tunas in the EPO to provide the IATTC with information on interactions with sea turtles in the EPO, including both incidental and direct catches and other impacts on sea turtle populations. [Resolution C-04-07](#) on a three-year program to mitigate the impact of tuna fishing on sea turtles was adopted by the IATTC in June 2004; it includes requirements for data collection, mitigation measures, industry education, capacity building, and reporting.
- c. [Resolution C-04-05 REV 2](#), adopted by the IATTC in June 2006, contains provisions on releasing and handling of sea turtles captured in purse seines. The resolution also prohibits vessels from disposing of plastic containers and other debris at sea, and instructs the Director to study and formulate recommendations regarding the design of FADs, particularly the use of netting attached underwater to FADs.
- d. [Resolution C-07-03](#), adopted by the IATTC in June 2007, contains provisions on implementing observer programs for fisheries under the purview of the Commission that may have impacts on sea turtles and are not currently being observed. The resolution requires fishermen to foster recovery and resuscitation of comatose or inactive hard-shell sea turtles before returning them to the water. CPCs with purse-seine and longline vessels fishing for species covered by the IATTC Convention in the EPO are directed to avoid encounters with sea turtles, to reduce mortalities using a variety of techniques, and to conduct research on modifications of FAD designs and longline gear and fishing practices.
- e. In response to a request made by the Subsecretaría de Recursos Pesqueros of Ecuador, a program was established by the World Wildlife Fund, the IATTC, and the government of the United States to mitigate the incidental capture and reduce the mortality of sea turtles due to longline fishing. A key element of this program is the comparison of catch rates of tunas, billfishes, sharks, and dorado caught with J hooks to the catch rates using circle hooks. Circle hooks do not hook as many turtles as the J hooks, which are traditionally used in the longline fishery, and the chance of serious injury to the sea turtles that bite the circle hooks is reduced because they are wider and they tend to hook the lower jaw, rather than the more dangerous deep hookings in the esophagus and other areas, which are more common with the J hooks. Improved procedures and instruments to release hooked and entangled sea turtles have also been disseminated to the longline fleets of the region.

Through 2007, observers have recorded data on more than 1,100 fishing trips of the vessels that are testing the different hooks. The program was actively running in Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Panama, and Peru and under development in Mexico and Nicaragua. The program in Ecuador is being carried out in partnership with the government and the Overseas Fishery Cooperation Foundation of Japan, while those in other countries are currently funded by U.S. agencies. Initial results show that, in the fisheries that target tunas, billfishes, and sharks, there was a significant reduction in the hooking rates of sea turtles with the circle hooks, and fewer hooks lodged in the esophagus or other areas detrimental to the turtles. The catch rates of the target species are, in general, similar to the catch rates with the J-hooks. An experiment was also carried out in the dorado fishery using smaller circle hooks. There were reductions in turtle hooking rates, but the reductions were not as great as for the fisheries that target tunas, billfishes, and sharks. In addition, workshops and presentations were conducted by IATTC staff members and others in all of the countries participating in the program.

## 8.3. Seabirds

- a. [Resolution C-05-01](#), adopted by the IATTC in June 2005, recommends that IATTC Parties and cooperating non-Parties, fishing entities, and regional economic integration organizations implement, if appropriate, the International Plan of Action for Reducing the Incidental Catch of Seabirds in Longline Fisheries; collect and provide information to the Commission on interactions with seabirds; and for the Working Group on Stock Assessment to present to the Commission an assessment of the impact of incidental catches of seabirds resulting from the activities of all the vessels fishing for tunas and tuna-like species in the EPO. This assessment should include identification of the geographic areas in which there could be interactions between longline fisheries and seabirds.

- b. The sixth meeting of the IATTC Working Group on Bycatch recommended that the Stock Assessment Working Group suggest possible mitigation measures in areas in which seabird distributions and longline effort overlap, and that the IATTC consider mitigation measures at its June 2007 meeting. It also recommended that seabird bycatch data be collected from all tuna longliners in the EPO.
- c. A population model for black-footed albatross is being developed to assess whether past and present levels of bycatch are likely to significantly affect their populations and to generate a protected species model that can be applied to multiple species and used to provide management advice. IATTC purse-seine observer data are being used also to plot seabird distributions.

#### **8.4. Other species**

- a. In June 2000, the IATTC adopted a resolution on live release of sharks, rays, billfishes, dorado, wahoo, and other non-target species.
- b. [Resolution C-04-05](#), adopted by the IATTC in June 2006, instructs the Director to seek funds for reduction of incidental mortality of juvenile tunas, for developing techniques and equipment to facilitate release of billfishes, sharks, and rays from the deck or the net, and to carry out experiments to estimate the survival rates of released billfishes, sharks, and rays.

#### **8.5. All species**

- a. Data on the bycatches of large purse-seine vessels are being collected, and governments are urged to provide bycatch information for other vessels.
- b. Data on the spatial distributions of the bycatches and the bycatch/catch ratios have been collected for analyses of policy options to reduce bycatches.
- c. Information to evaluate measures to reduce the bycatches, such as closures, effort limits, *etc.*, has been collected.
- d. Assessments of habitat preferences and the effect of environmental changes have been made.

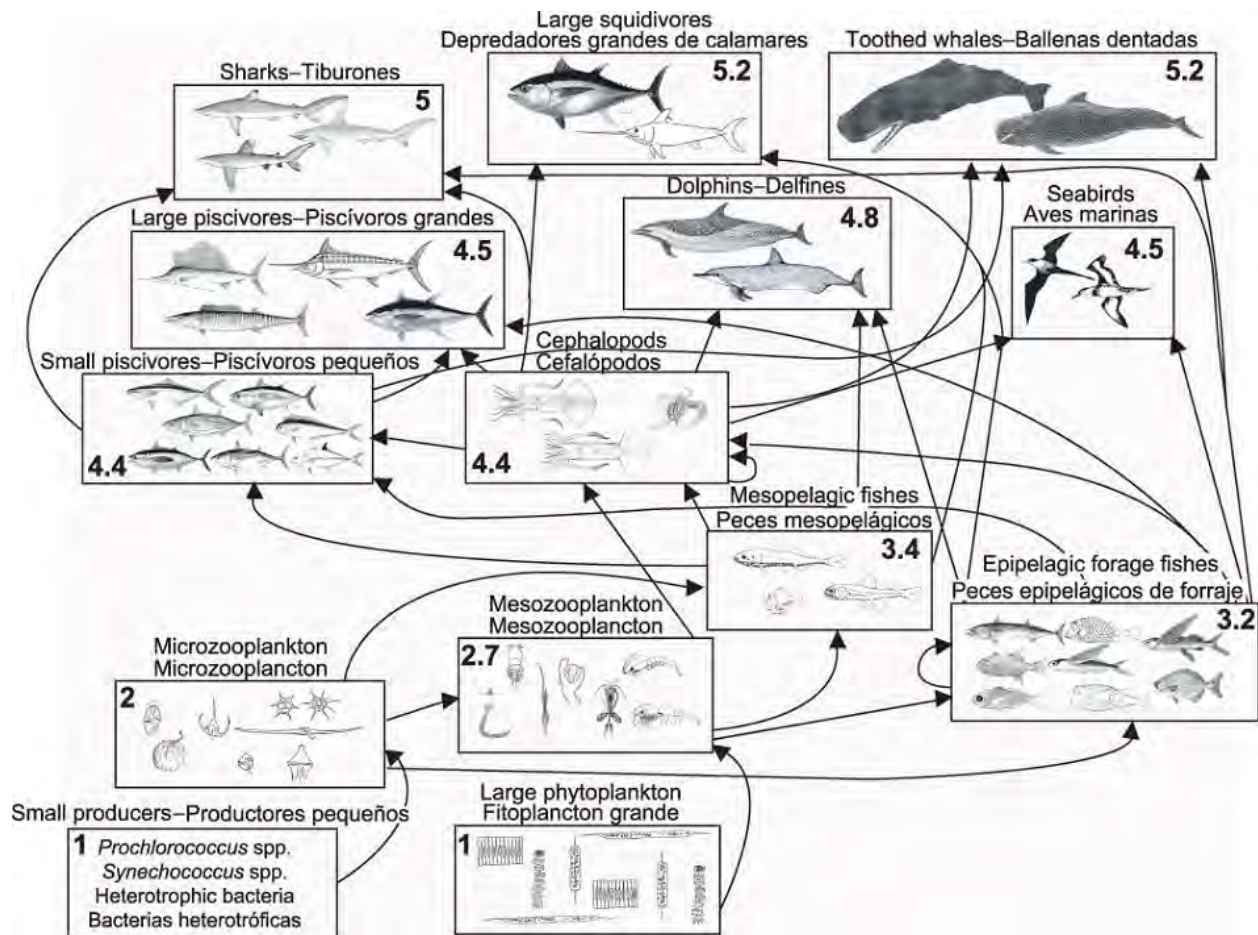
### **9. FUTURE DEVELOPMENTS**

It is unlikely, in the near future at least, that there will be stock assessments for most of the bycatch species. In lieu of formal assessments, it may be possible to develop indices to assess trends in the status of these species. The IATTC staff's experience with dolphins suggests that the task is not trivial if relatively high precision is required.

An array of measures has been proposed to study changes in ecosystem properties. This could include studies of average trophic level, size spectra, dominance, diversity, *etc.*, to describe the ecosystem in an aggregate way.

The distributions of the fisheries for tunas and billfishes in the EPO are such that several regions with different ecological characteristics may be included. Within them, water masses, oceanographic or topographic features, influences from the continent, *etc.*, may generate heterogeneity that affects the distributions of the different species and their relative abundances in the catches. It would be desirable to increase our understanding of these ecological strata so that they can be used in our analyses.

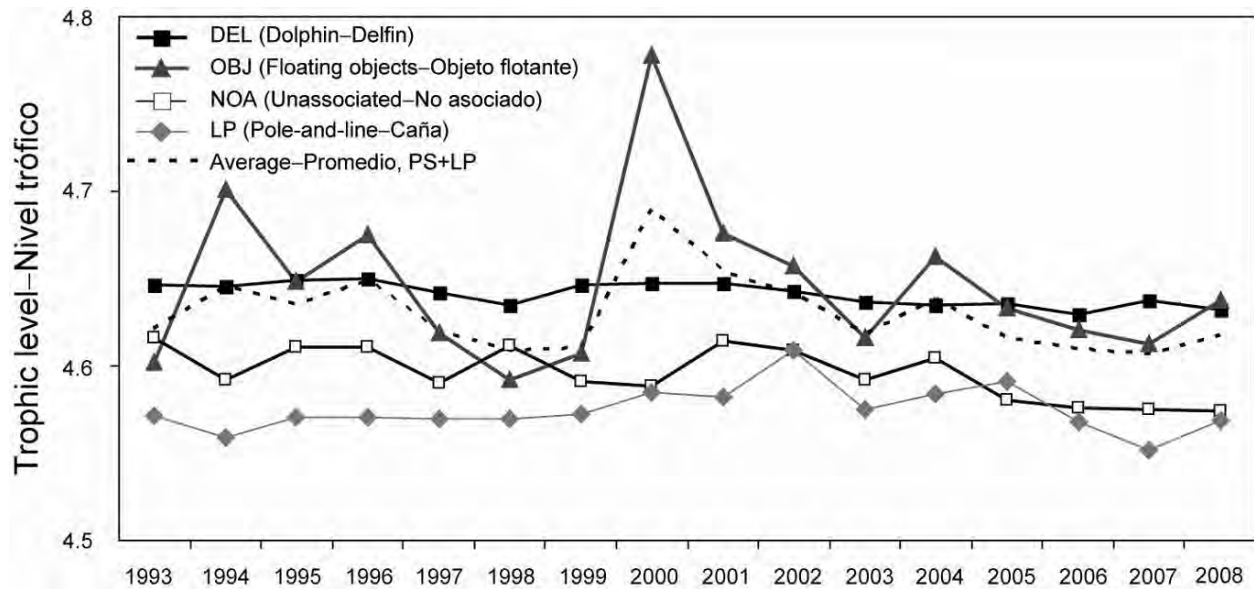
It is important to continue studies of the ecosystems in the EPO. The power to resolve issues related to fisheries and the ecosystem will increase with the number of habitat variables, taxa, and trophic levels studied and with longer time series of data.



**FIGURE J-1.** Simplified food-web diagram of the pelagic ecosystem in the tropical EPO. The numbers inside the boxes indicate the approximate trophic levels of each group.

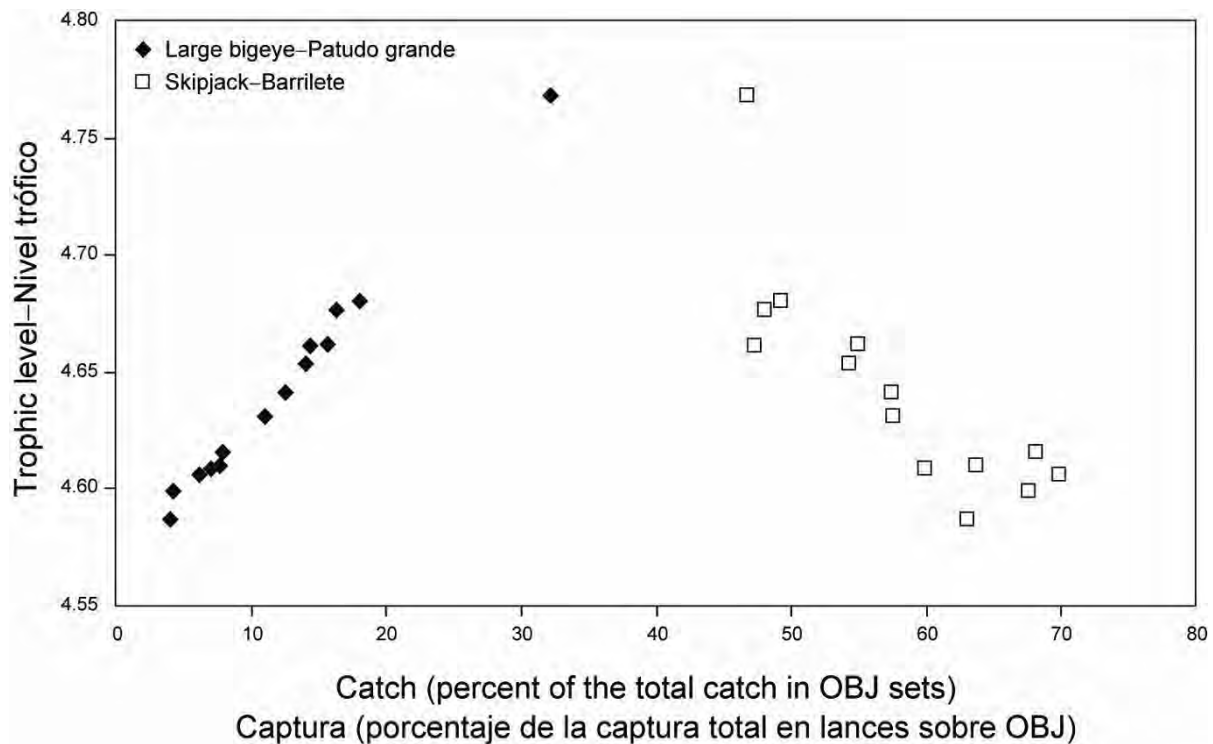
**FIGURA J-1.** Diagrama simplificado de la red trófica del ecosistema pelágico en el OPO tropical. Los números en los recuadros indican el nivel trófico aproximado de cada grupo.





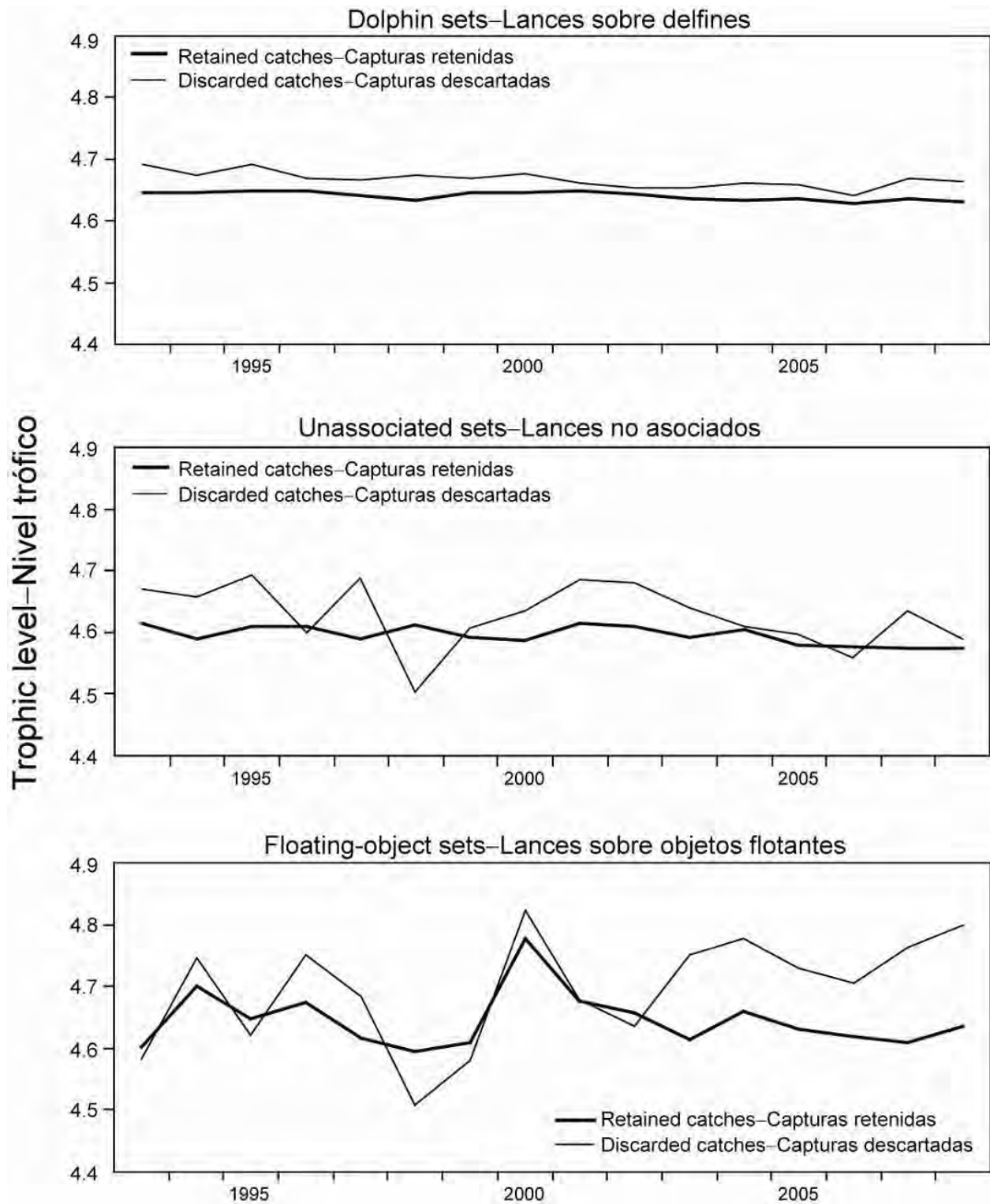
**FIGURE J-2.** Yearly trophic level estimates of the catches (retained and discarded) by the purse-seine and pole-and-line fisheries in the tropical EPO, 1993-2008.

**FIGURA J-2.** Estimaciones anuales del nivel trófico de las capturas (retenidas y descartadas) de las pesquerías cerquera y cañera en el OPO tropical, 1993-2008.



**FIGURE J-3.** Estimates of the trophic levels of the retained catches of large bigeye and of skipjack in floating-object sets (OBJ) in the tropical EPO, 1993-2006, versus the catches of large bigeye and of skipjack calculated as percentages of the total catches in floating-object sets each year.

**FIGURA J-3.** Estimaciones de los niveles tróficos de las capturas retenidas y descartadas en lances sobre objetos flotantes (OBJ) en el OPO tropical, 1993-2006, relativas a las capturas de patudo grande y barrilete, calculadas como porcentajes de las capturas totales en lances sobre objetos flotantes cada año.



**FIGURE J-4.** Trophic level estimates of the retained catches and discarded catches by purse-seine fishing modes in the tropical EPO, 1993-2008.

**FIGURA J-4.** Estimaciones del nivel trófico de las capturas retenidas y descartadas por modalidad de pesca cerquera en el OPO tropical, 1993-2008.

## J. CONSIDERACIONES ECOSISTÉMICAS

|  |     |
|--|-----|
| 1. Introducción.....   | 129 |
| 2. Impacto de las capturas.....  | 129 |
| 3. Otros componentes del ecosistema .....  | 135 |
| 4. Interacciones tróficas.....   | 137 |
| 5. Ambiente físico.....  | 138 |
| 6. Indicadores agregados .....   | 139 |
| 7. Modelado de ecosistemas .....   | 141 |
| 8. Acciones de la CIAT y el APICD relativas a consideraciones de ecosistema..... | 141 |
| 9. Acontecimientos futuros.....  | 143 |

### 1. INTRODUCCIÓN

El Código de Conducta para la Pesca Responsable de FAO dispone que la ordenación de pesquerías debiera asegurar la conservación de no sólo las especies objetivo, sino también de las otras especies que pertenecen al mismo ecosistema. En 2001, la Declaración de Reykiavik sobre la Pesca Responsable en el Ecosistema elaboró esta norma con un compromiso de incorporar un enfoque de ecosistema en la ordenación de las pesquerías.

La CIAT ha tomado cuestiones de ecosistema en cuenta en muchas de sus decisiones, y el presente informe sobre el ecosistema pelágico de alta mar del Océano Pacífico tropical y subtropical, que constituye el hábitat de los atunes y peces picudos, ha estado disponible desde 2003 para ayudar en la toma de decisiones de ordenación. Esta sección brinda un panorama coherente, resumiendo los conocimientos del impacto directo de la pesca sobre varias especies y grupos de especies en el ecosistema, y presenta los conocimientos del medio ambiente y de otras especies que no son afectadas directamente por la pesca.

Este análisis no sugiere objetivos para la incorporación de consideraciones de ecosistema en la ordenación de las pesquerías de atunes o peces picudos ni nuevas medidas de ordenación. Su propósito principal es más bien brindar a la Comisión la oportunidad de asegurar que dichas consideraciones formen parte de su agenda.

Es importante tener en cuenta que la perspectiva que tenemos del ecosistema se basa en el pasado reciente; disponemos de muy poca información sobre el ecosistema antes de que comenzara la explotación. Además, el medio ambiente está sujeto a cambios en varias escalas temporales, entre ellas las conocidas fluctuaciones de El Niño y cambios a plazo mayor recientemente reconocidos, tales como la Oscilación Decadal del Pacífico y otros cambios climáticos.

Además de reportar las capturas de las especies principales de atunes y peces picudos, el personal reporta las capturas incidentales de otras especies que normalmente son descartadas. En la presente sección, se presentan datos sobre dichas capturas incidentales en el contexto del efecto de la pesca sobre el ecosistema. Desgraciadamente, mientras que se cuenta con información relativamente buena para los atunes y peces picudos, no se dispone de información para la pesquería entera. La información es completa para los buques cerqueros grandes (de más de 363 toneladas de capacidad de acarreo) que llevan observadores bajo el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), y se registra información sobre capturas retenidas también para otros buques cerqueros, barcos cañeros, y gran parte de la flota palangrera. Se dispone de cierta información sobre tiburones retenidos por partes de la flota palangrera. Se cuenta también con información sobre capturas incidentales y descartes de los cerqueros grandes y de algunos de menor tamaño. Se dispone de poca información sobre las capturas incidentales y descartes de otros buques pesqueros.

### 2. IMPACTO DE LAS CAPTURAS

#### 2.1. Evaluaciones de especies individuales

Esta sección presenta un resumen de la información actual sobre el efecto de las pesquerías atuneras sobre las poblaciones de especies individuales en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se enfoca en la biomasa actual de cada población considerada comparada con lo que hubiera sido en ausencia de una pesquería. La intención es señalar cómo la pesca puede haber alterado los componentes del ecosistema, y no evaluaciones detalladas, presentadas en otras secciones de este informe y en otros documentos de la CIAT. En la sección siguiente se hace referencia a menudo a comparaciones con el tamaño estimado de la población sin explotación. No hay medidas directas del tamaño de la población antes de que comenzara la pesca y, en todo caso, las poblaciones hubiesen variado entre años. Además, el tamaño de la población sin explotación podría ser afectado por la abundancia de los depredadores y las presas, la

cual no es incluida en los análisis de las especies individuales.

## **2.2. Atunes**

### **2.2.1. Aleta amarilla**

La población de aleta amarilla cambió a un régimen de reclutamiento más alto alrededor de 1983, pero es posible que haya vuelto a cambiar recientemente a un régimen de reclutamiento intermedio. Durante 2005-2007 ha estado por debajo del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible promedio (27% de su tamaño sin explotación), pero ha crecido por encima de ese nivel en 2008. Una estimación del efecto de este tamaño de población reducido es que la depredación por aletas amarillas adultos sobre otras partes del ecosistema es reducida a aproximadamente el 35% de lo que fue en ausencia de una pesquería.

### **2.2.2. Barrilete**

Las evaluaciones del barrilete son mucho menos ciertas que las de aleta amarilla y patudo, en parte porque la pesquería en el OPO no parece tener mucho impacto sobre la población. Sin embargo, parece que fluctuaciones en el reclutamiento causan grandes variaciones en el tamaño de la población.

### **2.2.3. Patudo**

Hasta 1993, el patudo fue capturado principalmente por la pesquería palangrera, y se estima que en ese año el tamaño de la población era el 32% de su tamaño sin explotación. A partir de 1993, la pesca con red de cerco de atunes asociados con dispositivos agregadores de peces (plantados) capturó cantidades importantes de patudo pequeño y mediano. En 2005, después de varios años de reclutamiento pobre y niveles excesivos de mortalidad por pesca, se estimó que el tamaño de la población era un 14% de su tamaño sin explotación. Debido a picos recientes en el reclutamiento, el nivel actual ha aumentado ligeramente, y se ha estabilizado alrededor del 17%.

### **2.2.4. Aleta azul del Pacífico**

Se considera que hay una sola población de atún aleta azul del Pacífico en el Océano Pacífico, dado que el desove ocurre aparentemente en el Pacífico occidental solamente. Los estudios de marcado han demostrado que existe intercambio de aletas azules entre el Pacífico oriental y occidental. Una evaluación preliminar de la población, realizada por el Comité Científico Internacional para los Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte (ISC) en 2005, ha indicado que la biomasa de la población reproductora mostró picos locales a principios de los 1960, fines de los 1970, y fines de los 1990, con una disminución después del último pico. La hipótesis previa era que un evento de reclutamiento fuerte que ocurrió en 2001 mantendría a la biomasa de la población reproductora por encima de los niveles recientes hasta 2010. No obstante, datos obtenidos más recientemente indican que el reclutamiento en 2001 no fue tan fuerte como se pensaba previamente.

### **2.2.5. Albacora**

En general, se considera que hay dos poblaciones de albacora en el Océano Pacífico, una en el Pacífico Norte y la otra en el Pacífico Sur. Una evaluación de la población del sur, realizada por la Secretaría de la Comunidad del Pacífico en 2003, señaló que estaba en un 60% de su tamaño no explotado. Una evaluación por el Grupo de Trabajo sobre el Albacora del Pacífico Norte del ISC en 2006 indicó que la biomasa de la población reproductora del Pacífico Norte en 2006 estuvo un 53% por encima de su promedio de la serie de tiempo.

## **2.3. Peces picudos**

### **2.3.1. Pez espada**

Las poblaciones de pez espada del Océano Pacífico nordeste y sudeste son identificables a partir de análisis genéticos y de la pesca. Análisis preliminares de la condición de la población del Pacífico sudeste de la especie indican que la biomasa reproductora disminuyó durante el período de 1945-2003, y está ahora en aproximadamente el doble del nivel (~0.26) que produciría el rendimiento máximo sostenible promedio (RMS) de 13.000-14.000 toneladas (t). Las capturas vienen disminuyendo desde aproximadamente 2002, y recientemente han estado por las 11.000-13.000 t anuales.

Las variaciones en la captura por unidad de esfuerzo estandarizada de pez espada en el OPO norte no muestran ninguna tendencia, lo cual sugiere que las capturas hasta la fecha no han afectado la población de forma significativa.

### 2.3.2. Marlín azul

Parece que existe una sola población de marlín azul en el Océano Pacífico. Las evaluaciones más recientes de la población de marlín azul sugieren que su tamaño actual está entre el 50 y 90% de su tamaño no explotado.

### 2.3.3. Marlín rayado

Análisis genéticos recientes sugieren que existen tres poblaciones de marlín rayado en el Océano Pacífico norte y oriental. Han sido identificadas, mediante la presencia de larvas, zonas de cría frente a Japón/ Taipei Chino, Hawai, y México, y no se descubrieron diferencias genéticas significativas entre individuos desde México hasta Ecuador. Hubo indicios de que marlines rayados juveniles de poblaciones cerca de Hawai pudieran estar presentes en ciertas temporadas en el norte del OPO frente a California, pero no frente a la costa de México. Las evaluaciones más recientes (2004) por el personal de la CIAT sugirieron que el tamaño de la población del OPO (México/Ecuador) en ese momento fue aproximadamente el 50 a 70% del tamaño de la población no explotada. Las capturas del OPO vienen disminuyendo desde aproximadamente 1997, con una nueva captura baja récord de unas 1.400 t en 2007 y una captura anual media de unas 1.500 t desde 2004, bien inferior al RMS estimado de la población. El esfuerzo de pesca y las capturas han continuado la disminución señalada en las evaluaciones previas, y se considera que la población del marlín rayado en el OPO se encuentra en buenas condiciones, con el esfuerzo de pesca actual, y aquél esperado a corto plazo, por debajo de  $F_{RMS}$ .

Un análisis por el ISC en 2007 de la condición de una sola población hipotética que abarca el Pacífico norte desde Japón hasta 140°O, utilizando series de tasas de captura, indicó una disminución al 10-45% de la biomasa inicial.

### 2.3.4. Marlín negro, pez vela, y marlín trompa corta

No se han realizado recientemente evaluaciones de las poblaciones de estas especies, pero hay ciertos datos, publicados conjuntamente por científicos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) del Japón y la CIAT en la serie de Boletines de la CIAT, que indican tendencias en capturas, esfuerzo, y CPUE.

## 2.4. Resumen

Las estimaciones preliminares de las capturas (incluyendo descartes de la pesca de cerco), en toneladas, de atunes en 2008 y peces picudos en 2007 en el OPO son:

|                         | PS      |         |         | LP  | LL     | OTR   | Total   |
|-------------------------|---------|---------|---------|-----|--------|-------|---------|
|                         | OBJ     | NOA     | DEL     |     |        |       |         |
| Atún aleta amarilla     | 38,587  | 32,043  | 116,181 | 812 | 2      | 172   | 187,797 |
| Atún barrilete          | 161,721 | 134,171 | 8,854   | 499 | 0      | 278   | 305,524 |
| Atún patudo             | 76,226  | 1,794   | 5       | 0   | 19,305 | 0     | 97,330  |
| Aleta azul del Pacífico | 0       | 4,406   | 0       | 15  | 0      | 0     | 4,421   |
| Atún albacora           | 0       | 10      | 0       | 0   | 73     | 0     | 1,266   |
| Pez espada              | <1      | 3       | <1      | 0   | 4,353  | 4,377 | 8,734   |
| Marlín azul             | 117     | 11      | 9       | 0   | 2,295  | 106   | 2,538   |
| Marlín rayado           | 19      | 9       | 8       | 0   | 1,400  | 6     | 1,442   |
| Marlín negro            | 62      | 10      | 11      | 0   | 37     | 0     | 120     |
| Pez vela                | 2       | 20      | 28      | 0   | 790    | 32    | 871     |
| Marlín trompa corta     | <1      | <1      | <1      | 0   | 252    | 0     | 263     |

## 2.5. Mamíferos marinos

En el OPO, se encuentran frecuentemente mamíferos marinos, especialmente delfines manchados (*Stenella attenuata*), tornillo (*S. longirostris*), y comunes (*Delphinus delphis*), asociados con atunes aleta amarilla de entre unos 10 y 40 kg. Los pescadores con red de cerco descubrieron que podían lograr las capturas máximas de aleta amarilla en el OPO si cercaran manadas de delfines asociadas con atunes, y luego liberaran los delfines sin dejar al pescado escapar. La mortalidad incidental de delfines en esta operación fue alta en los primeros años de la pesquería, y las poblaciones de delfines fueron reducidas de sus niveles sin explotación durante las décadas de 1960 y 1970. A partir de fines de la década de los 1980 la mortalidad incidental disminuyó precipitadamente, y ahora hay evidencias de una recuperación de las poblaciones. En la tabla se presenta la estimación preliminar de la mortalidad de delfines ocasionada por la pesca en 2008.

| Especie y población          | Mortalidad incidental |           |
|------------------------------|-----------------------|-----------|
|                              | Número                | Toneladas |
| Delfín manchado de altamar   |                       |           |
| Nororiental                  | 179                   | 12        |
| Occidental/sureño            | 165                   | 11        |
| Delfín tornillo              |                       |           |
| Oriental                     | 349                   | 15        |
| Panza blanca                 | 170                   | 10        |
| Delfín común                 |                       |           |
| Norteño                      | 107                   | 8         |
| Central                      | 14                    | 1         |
| Sureño                       | 138                   | 10        |
| Otros delfines <sup>11</sup> | 49                    | 3         |
| <b>Total</b>                 | <b>1,171</b>          | <b>70</b> |

Los estudios de la asociación de atunes con delfines forman un componente importante del enfoque a largo plazo del personal para comprender las interacciones clave en el ecosistema. El grado al cual los atunes aleta amarilla y los delfines compiten por recursos, o si uno u otro se beneficia de la interacción, constituyen información crítica, en vista de la gran biomasa de ambos grupos, y su altas tasas de consumo de presas. Análisis de la dieta y de isótopos estables de atunes aleta amarilla y delfines manchado y tornillo capturados en agregaciones multiespecíficas por buques cerqueros en el OPO demuestran diferencias importantes en los hábitos de alimentación y en la posición trófica de las tres especies, lo cual sugiere que la asociación atún-delfín probablemente no es mantenida por ventajas de alimentación. Esta conclusión es apoyada por estudio de rastreo por radio de delfines manchados con grabadoras de tiempo y profundidad, que indican que los delfines se alimentan principalmente de noche con organismos asociados con la capa profunda de dispersión, mientras que estudios de los hábitos de alimentación del atún aleta amarilla señalan una alimentación principalmente diurna.

Durante agosto-diciembre de 2006, científicos del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. realizaron un cruce-ro de investigación como parte del proyecto STAR (*Stenella Abundance Research*). La meta principal de este estudio plurianual es investigar tendencias en el tamaño de las poblaciones de delfines que son capturadas incidentalmente en la pesquería de cerco en el OPO. Se tomaron datos de los estudios de transectos lineales a gran escala sobre la distribución y el tamaño y composición de manadas de cetáceos para estimar la abundancia de los delfines. El estudio de 2006 cubrió las mismas zonas y usó los mismos métodos que los estudios anteriores. Los datos del estudio de 2006 produjeron nuevas estimaciones de abundancia, y se analizaron de nuevo los datos previos para producir estimaciones revisadas, para 10 especies y/o poblaciones de delfines en el OPO entre 1986 y 2006. Las estimaciones de 2006 para el delfín manchado nordeste de altamar fueron algo mayores, y para el delfín tornillo oriental sustancialmente mayores, que aquéllas de los estudios previos en 1998-2000. Las estimaciones de incremento de estas dos poblaciones mermadas, y del delfín manchado costero mermado, podrían indicar que se están recuperando, pero la población del delfín manchado de altamar occidental-sureño podría estar disminuyendo. Las estimaciones de abundancia de los delfines manchado costero, tornillo panza blanca, y de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) mostraron una tendencia creciente, mientras que aquéllas de los delfines listado (*S. coeruleoalba*), común de hocico corto (*Delphinus delphis*), tonina (*Tursiops truncatus*), y de Risso (*Grampus griseus*), fueron generalmente similares a estimaciones previas obtenidas con los mismos métodos.

Científicos del NMFS han calculado estimaciones de la abundancia de varias otras especies de mamíferos marinos a partir de datos de cruceros de investigación realizados entre 1986 y 2000 en el OPO. Los cruceros STAR de 2003 y 2006 proveerán más estimaciones de la abundancia de estos mamíferos. De las especies no afectadas significativamente por la pesquería atunera, las ballenas piloto de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) y tres poblaciones de delfines comunes presentaron tendencias crecientes en abundancia durante esos 15 años. La mayor abundancia aparente de estos mamíferos podría haber causado una disminución en la capacidad de carga del OPO para otros depredadores que comparten su dieta, entre ellos el delfín manchado. La abundancia estimada de la ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*) también aumentó, pero coinciden muy poco las dietas de estas ballenas barbadas y de los depredadores de alto nivel afectados por las pesquerías. La abundancia estimada del delfín listado (*Stenella coeruleoalba*) no

<sup>11</sup> "Otros delfines" incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfín tornillo centroamericano (*Stenella longirostris centroamericana*), 9 (0,4 t); delfín listado, 24 (1,6 t); delfín manchado costero, 4 (0,3 t); delfín tonina, 4 (0,4 t); delfines no identificados, 8 (0,4 t).

demonstró ninguna tendencia clara con el tiempo, y las estimaciones de abundancia del cachalote (*Physeter macrocephalus*) han tendido a disminuir en los últimos años.

Ciertos mamíferos marinos son afectados adversamente por la reducción en la disponibilidad de alimento durante eventos de El Niño, especialmente en ecosistemas costeros. Ejemplos documentados incluyen delfines y pinnípedos frente a Perú, pinnípedos en las Islas Galápagos, y ballenas de Bryde frente a Perú. Las ballenas grandes pueden desplazarse en reacción a cambios en la productividad y distribución de sus presas.

## 2.6. Tortugas marinas

Las tortugas marinas son capturadas en los palangres cuando toman el cebo en los anzuelos, se traban al dar accidentalmente con un anzuelo, o se enredan en una línea. Hay pocas estimaciones de la mortalidad incidental de tortugas causada por la pesca con palangre o red de transmalle. En la [cuarta reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental de la CIAT](#) en enero de 2004 se informó que la captura incidental de tortugas en la pesquería palangrera japonesa en el OPO en 2000 consistió de 166 tortugas laúd (*Dermochelys coriacea*), de las cuales 25 estaban muertas, y unas 6,000 tortugas de todas las otras especies, principalmente golfinas (*Lepidochelys olivacea*), de las cuales aproximadamente la mitad estaba muerta. En la [sexta reunión del Grupo de Trabajo en febrero de 2007](#), se informó que la flota española de palangre de superficie que pesca pez espada en el OPO tuvo en promedio 65 interacciones y 8 mortalidades por millón de anzuelos durante 1990-2005. Es probable que las tasas de mortalidad sean similares para otras flotas que pescan atún patudo, y posiblemente mayores que aquéllas flotas que pescan albacora y pez espada a menor profundidad. Unos 23 millones de los 200 millones de anzuelos calados cada año en el OPO por buques palangreros de aguas lejanas están dirigidos hacia el pez espada en palangres poco profundos.

Además, hay una flota considerable de buques palangreros artesanales que pescan atunes, peces picudos, tiburones y dorado (*Coryphaena* spp.) en el OPO. Desde 2005, miembros del personal de la CIAT y de otras organizaciones, junto con los gobiernos de varias naciones costeras de Latinoamérica, han participado en un programa para reducir las tasas de enganche y la mortalidad de tortugas marinas en estas pesquerías. En la sección 8.2 se presenta información adicional sobre este programa.

Las tortugas marinas son capturadas ocasionalmente en redes de cerco en la pesquería atunera del OPO. La mayoría de las interacciones ocurren cuando las tortugas se asocian con objetos flotantes, y son capturados cuando el objeto es cercado; en otros casos, una red calada alrededor de un cardumen de atunes no asociados, o un cardumen asociado con delfines, captura tortugas marinas que están presentes. La tortuga golfina es, por mucho, la especie de tortuga marina capturada con mayor frecuencia por buques cerqueros; la siguen la tortuga verde (*Chelonia mydas*), y, muy ocasionalmente, las tortugas caguama (*Caretta caretta*) y carey (*Eretmochelys imbricata*). Se ha registrado mortalidad de solamente una tortuga laúd en los 10 años en que los observadores de la CIAT registran esta información. Algunas tortugas no son identificadas por estar demasiado lejos del buque o porque no había suficiente luz para permitir al observador identificarla. A veces las tortugas marinas se enredan en malla debajo de dispositivos agregadotes de peces (plantados) y se ahogan. En unos pocos casos, son sacadas del agua por el aparejo de pesca mientras están enmalladas, y pueden caer de la red de alturas considerables y ser heridas, o ser pasadas por la pasteca hidráulica. Las estimaciones preliminares de la mortalidad de tortugas, en número, causada por buques cerqueros grandes durante 2008 fueron:

|                             | Tipo de lance |          |          | Total    |
|-----------------------------|---------------|----------|----------|----------|
|                             | OBJ           | NOA      | DEL      |          |
| Golfina                     | 1             | 0        | 0        | 1        |
| Verde del Pacífico oriental | 0             | 0        | 0        | 0        |
| Caguama                     | 0             | 0        | 0        | 0        |
| Carey                       | 0             | 0        | 0        | 0        |
| Laúd                        | 0             | 0        | 0        | 0        |
| No identificada             | 1             | 0        | 0        | 1        |
| <b>Total</b>                | <b>2</b>      | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>2</b> |

La pesca atunera de cerco es probablemente una causa de mortalidad de tortugas marinas menos importante que otros tipos de actividad humana, entre ellas el aprovechamiento de huevos y adultos, utilización de playas, contaminación, enmalle en detritos en el mar, ingestión de los mismos, y los impactos de otras pesquerías.

Las poblaciones de tortugas golfina, verde, y caguama están designadas como en peligro, y las de carey y laúd como en peligro crítico, por la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).

## 2.7. Tiburones y otros peces grandes

Los tiburones y otros peces grandes son capturados por buques cerqueros y palangreros. El tiburón jaquetón (*Carcharhinus falciformis*) es la especie de tiburón capturada con mayor frecuencia en la pesquería de cerco, seguido por el tiburón oceánico (*C. longimanus*). Las pesquerías palangreras capturan también cantidades importantes de esta especie, y es necesario un análisis de la pesca palangrera y cerquera en el Pacífico entero para estimar el impacto de la pesca sobre la población. Estimaciones preliminares de los índices de abundancia relativa de tiburones jaquetón grandes, basadas en datos de lances cerqueros sobre objetos flotantes, señalan una tendencia decreciente durante 1994-2006; las tendencias son similares en los datos no estandarizados de captura incidental por lances en los dos otros tipos de lance cerquero (no se dispone todavía de datos estandarizados). Las capturas incidentales por lance medias no estandarizadas de tiburones oceánicos también muestran tendencias descendentes para los tres tipos de lance durante el mismo período. Se ignora si dicha tendencia se debe a la captura incidental en las pesquerías, a cambios en el medio ambiente (quizá asociados con el Niño de 1997-1998), o a otros factores. La tendencia decreciente no parece ser debida a cambios en la densidad de los objetos flotantes.

Científicos en la Universidad de Washington están realizando un análisis de la frecuencia temporal de zonas de captura incidental elevada del tiburón jaquetón en los lances cerqueros sobre objetos flotantes, el cual será útil para determinar la eficacia de las vedas de tiempo y zona como método de reducción de la captura incidental de tiburones. Los resultados señalan que tanto las predicciones del modelo como los datos observados suelen indicar que la frecuencia de estas capturas incidentales es máxima al norte de 4°N y al oeste de 100-105°O. Sin embargo, debido a las grandes capturas de atún al sur de 5°N, se lograría la mayor reducción de esta captura incidental con la menor pérdida de captura de atún al norte de aproximadamente 6°N.

Científicos de la CIAT y del NMFS iniciaron un proyecto para obtener y archivar muestras de tejido de tiburones, rayas y otros peces grandes, para análisis genéticos futuros. Los datos de las muestras archivadas serán usados en estudios de la estructura de las poblaciones de estos grupos a gran escala, información esencial para las evaluaciones de las poblaciones y que falta generalmente en todo el Océano Pacífico.

Una evaluación de la población del tiburón azul (*Prionace glauca*) en el Océano Pacífico Norte ha sido realizada por científicos del NMFS y del NRIFSF. Los resultados preliminares brindan un rango de valores verosímiles del RMS de 1,8 a casi 4 veces la captura anual de la especie en 2001.

Las estimaciones preliminares de los descartes (en toneladas) de tiburones y otros peces grandes en el OPO durante 2008 (aparte de aquéllos comentados en lo anterior) por buques cerqueros grandes son las siguientes. No se dispone de datos completos de buques cerqueros pequeños, palangreros y otros.

|   | Tipo de lance |       |     | Total  |
|---|---------------|-------|-----|--------|
|   | OBJ           | NOA   | DEL |        |
| Tiburones   | 611           | 55    | 41  | 707    |
| Rayas (Mobulidae y Dasyatidae)  | 4             | 33    | 11  | 48     |
| Dorado ( <i>Coryphaena</i> spp.)  | 1,143         | 21    | 2   | 1,166  |
| Peto ( <i>Acanthocybium solandri</i> )                                    | 242           | 1     | <1  | 243    |
| Salmón ( <i>Elagatis bipinnulata</i> ) y jurel ( <i>Seriola lalandi</i> ) | 75            | 36    | <1  | 111    |
| Barrilete negro   | 2,283         | 172   | 106 | 2,561  |
| Bonito  | 52            | 13    | 0   | 65     |
| Atunes no identificados   | 9,151         | 3,040 | 363 | 12,554 |
| Peces picudos no identificados  | 11            | 3     | 5   | 19     |
| Otros peces grandes   | 17            | 7     | 3   | 27     |

Aparte de los peces picudos resumidos en las Secciones G, H, e I del presente informe, y el tiburón azul, no existen evaluaciones de las poblaciones de estas especies en el OPO, y por lo tanto se ignoran los impactos de las capturas incidentales sobre las mismas.

Las tasas de captura de especies aparte de los atunes en la pesquería cerquera son diferentes para cada tipo de lance. Con unas pocas excepciones, las tasas de captura incidental son máximas en lances sobre objetos flotantes, seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, lances sobre delfines. Las tasas de captura incidental de delfines son máximas en lances sobre delfines, seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, lances sobre objetos flotantes. Las tasas de captura incidental de pez



vela (*Istiophorus platypterus*), rayas (Mobulidae), y mantarrayas (Dasyatidae) son máximas en lances no asociados, seguidos por lances sobre delfines, y mínimas en lances sobre objetos flotantes. Debido a estas diferencias, es necesario seguir los cambios en la frecuencia de los distintos tipos de lance para poder interpretar los cambios en las cifras de captura incidental. En la Tabla A-7 se detalla el número estimado de lances cerqueros de cada tipo realizados durante 1993-2008 en el OPO.

En octubre de 2006, el NMFS convocó una reunión técnica sobre la reducción de la captura incidental en la pesquería de cerco en el OPO. Los asistentes acordaron apoyar una propuesta de investigación de métodos para reducir la captura incidental de los tiburones, alejándolos de los objetos flotantes antes de calar la red. Se tiene planeado un estudio de factibilidad. Los asistentes apoyaron también una serie de experimentos de campo sobre aparejos y técnicas para reducir la captura incidental; incluirían modificación y manipulación de los plantados, una evaluación de indicadores de comportamiento y fisiológicos de estrés, y sacar los animales vivos de la red y de la cubierta (por ejemplo, rejas clasificadoras, puertas de burbujas, y bombas de vacío). En una tercera propuesta, asimismo apoyada por los asistentes, se usarían los datos de la CIAT para determinar si los factores espaciales, temporales, y ambientales pueden ser usados para predecir las capturas incidentales en los lances sobre plantados y para determinar en cuál grado las vedas de temporada o zona serían eficaces para reducir dichas capturas incidentales.

### 3. OTROS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

#### 3.1. Aves marinas

Hay aproximadamente 100 especies de aves marinas en el OPO tropical. Algunas aves marinas se asocian con depredadores epipelágicos cerca de la superficie del agua, tales como peces (especialmente atunes) y mamíferos marinos. Estos depredadores arrean a las presas a la superficie para atraparles en la interfaz entre el agua y el aire, donde las aves las pueden alcanzar. La mayoría de las especies de aves marinas capturan sus presas a menos de medio metro de la superficie del mar o en el aire (peces voladores (Exocoetidae) y calamares (Ommastrephidae)). Los depredadores subsuperficiales causan que las aves puedan conseguir las presas más fácilmente no sólo al arrearlas a la superficie, sino también al herirlas o desorientarlas y al dejar restos después de alimentarse de presas grandes. Las oportunidades de alimentación de algunas especies de aves marinas dependen de la presencia de cardúmenes de atunes alimentándose cerca de la superficie.

Las aves marinas son afectadas por la variabilidad del ambiente oceánico. Durante el Niño de 1982-1983, las poblaciones de aves marinas en todo el Océano Pacífico tropical y noreste padecieron fracasos de reproducción y mortalidades masivas, o migraron a otros lugares en busca de alimento. Algunas especies, empero, aparentemente no son afectadas por eventos de El Niño. En general, las aves marinas que se alimentan en las zonas de afloramiento del OPO tropical y la Corriente de Perú padecen fracasos de reproducción y mortalidades debido a falta de alimento durante eventos de El Niño, mientras que aquellas que se alimentan en zonas menos afectadas por El Niño podrían resultar relativamente ilesas.

Según el *Informe del Programa de Investigación Científica bajo la Ley sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines de EE.UU.*<sup>12</sup>, preparado por el NMFS en septiembre de 2002, no hubo tendencias temporales significativas en las estimaciones de abundancia del período de 1986-2000 de ninguna especie de ave marina en el OPO tropical, excepto una tendencia decreciente en caso del petrel de Tahití (*Pseudobulweria rostrata*). Se están revisando la condición y las tendencias de las poblaciones de albatros de las Galápagos (*Phoebastria irrorata*), patinegro (*P. nigripes*), y de Laysan (*P. immutabilis*).

Algunas aves marinas, especialmente los albatros y petreles, son susceptibles a la captura en los anzuelos cebados en las pesquerías palangreras pelágicas. Datos de rastreo por satélite y de observaciones en el mar han identificado la importancia del Área de la CIAT para los albatros de las Galápagos, de Laysan, y ojeroso (*Thalassarche melanophrys*), más varias especies que se crían en Nueva Zelanda pero que se alimentan frente a Sudamérica. El albatros de las Galápagos es motivo de preocupación especial, por ser endémico del OPO y anidar únicamente en Galápagos. Los datos de observadores en buques artesanales no indicaron interacciones del albatros de Galápagos con las faenas de pesca de estos buques. Los datos de la pesquería palangrera pelágica de EE.UU. in el Pacífico nordeste indican que ocurren capturas incidentales de albatros patinegro y de Laysan. Se dispone de pocos datos comparables de las pesquerías palangreras en el Pacífico central y sudeste. En la sexta reunión del Grupo de Trabajo en febrero de 2007, se informó que la flota española de palangre de superficie que pesca pez espada en el OPO tuvo en promedio 40 interacciones con aves marinas por millón de anzuelos durante 1990-2005, casi todas de las cuales resultaron en mortalidad. En 2007, el Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones de Poblaciones de la CIAT identificó áreas de vulnerabilidad a la pesca industrial de palangre para varias especies de albatros, y propuso medidas de mitigación. En un estudio financiado de fuentes externas, el personal de la CIAT está investigando la

<sup>12</sup> Report of the Scientific Research Program under the U.S. International Dolphin Conservation Program Act

condición de la población del albatros patinegro y en Pacífico norte entero, tomando en cuenta los efectos de la captura incidental en la pesca.

Ciertas aves marinas son susceptibles captura en anzuelos cebados en las pesquerías palangreras pelágicas. Se analizaron datos sobre las capturas incidentales del albatros de patas negras (*Phoebastria nigripes*) por la pesquería palangrera pelágica de EE.UU. en el Pacífico Norte, pero no se dispone de datos comparables para las pesquerías palangreras en el OPO. En un estudio financiado de fuentes externas, el personal de la CIAT está investigando la condición de la población de esta especie en el Pacífico Norte entero, tomando en cuenta los efectos de la captura incidental en la pesca.

### 3.2. Alimento

Los grupos taxonómicos de alimento que ocupan los niveles tróficos medios en el OPO son obviamente componentes importantes del ecosistema, formando un vínculo entre la producción primaria en la base de la red trófica y los depredadores de nivel trófico superior, como los atunes y peces picudos. Los efectos indirectos sobre estos depredadores causados por la variabilidad ambiental son transmitidos a los niveles tróficos superiores por medio de los grupos taxonómicos de alimento. Sin embargo, se sabe poco acerca de las fluctuaciones en abundancia de la gran variedad de especies de presas en el OPO. Científicos del NMFS registraron datos sobre la distribución y abundancia de grupos de presas comunes, entre ellos peces linterna (*Myctophidae*), peces voladores, y ciertos calamares, en el OPO tropical durante 1986-1990 y 1998-2000. Las estimaciones de abundancia media de todos los grupos taxonómicos de peces, y en menor grado los calamares, aumentaron durante 1986-1990; fueron bajas de nuevo en 1998, y luego aumentaron hasta 2000. Su interpretación de este patrón fue que los eventos de El Niño en 1986-1987 y 1997-1998 ejercieron efectos negativos sobre estas poblaciones de presas. Durante los cruceros STAR de NMFS en 2003 y 2006 se reunieron más datos sobre estos grupos taxonómicos, y están siendo analizados.

El tamaño y la distribución geográfica de las poblaciones del calamar gigante o de Humboldt (*Dosidicus gigas*) en el OPO han aumentado en los últimos años. Además, en 2002 los observadores en buques atuneros de cerco reportaron incrementos de las capturas incidentales de la especie con los atunes, principalmente el barrilete, frente al Perú. Las etapas juveniles de este calamar constituyen una presa común de los atunes aleta amarilla y patudo, y de otros peces depredadores, y el calamar de Humboldt es también un depredador voraz de peces pequeños y de cefalópodos en toda su zona de distribución. Han sido observados atacando a los atunes aleta amarilla y barrilete en una red de cerco. Estos calamares no sólo han afectado los ecosistemas a los cuales se han expandido, sino que se piensa que son capaces de afectar la estructura trófica en las regiones pelágicas. Cambios en la abundancia y distribución geográfica del calamar de Humboldt podrían afectar el comportamiento de alimentación de los atunes y otros depredadores, cambiando quizá su vulnerabilidad a la captura. En la Sección 4 se describe un programa de muestreo reciente del personal de la CIAT para examinar posibles cambios en el comportamiento de alimentación del atún aleta amarilla.

Algunos peces pequeños, muchos de los cuales son alimento para los depredadores más grandes, son capturados por buques cerqueros en el OPO. Las melvas (*Auxis* spp.), por ejemplo, son presas comunes de muchos de los animales que ocupan los niveles tróficos superiores en el OPO tropical. En el modelo del ecosistema del OPO tropical (Sección 7), las melvas forman el 10% a más de la dieta de ocho categorías de depredadores. Pequeñas cantidades de melvas son capturadas por buques cerqueros en alta mar, y por pesquerías artesanales locales en algunas regiones costeras de América Central y del Sur. La gran mayoría de las melvas capturadas por buques atuneros de cerco es descartada en el mar. Las estimaciones preliminares de los descartes de peces pequeños, en toneladas, por buques cerqueros grandes con observadores a bordo en el OPO durante 2008 son:

|   | Tipo de lance |     |     | Total |
|---|---------------|-----|-----|-------|
|   | OBJ           | NOA | DEL |       |
| Peces ballesta ( <i>Balistidae</i> ) y cachúas ( <i>Monacanthidae</i> ) | 124           | 7   | <1  | 132   |
| Otros peces pequeños  | 91            | <1  | <1  | 91    |
| Melvas ( <i>Auxis</i> spp.)   | 1,085         | 941 | <1  | 2,026 |

### 3.3. Peces larvales y plancton

Desde hace muchos años, el personal del Southwest Fisheries Science Center del NMFS captura peces larvales en el OPO con redes de arrastre de superficie. De las 314 categorías taxonómicas identificadas, se descubrió que 17 tenían la mayor probabilidad de mostrar los efectos de cambios ambientales. La frecuencia, abundancia, y distribución de estos grupos clave no mostró ninguna tendencia temporal consistente. Investigaciones recientes demuestran una pendiente longitudinal en la estructura comunal de los conjuntos de ictioplancton la charca cálida, con la abundancia, riqueza de especies, y diversidad de especies altas en el este (donde la termocli-

na es poco profunda y la productividad primaria es alta) y bajas en el oeste (donde la termoclina es profunda y la productividad primaria es baja).

Las poblaciones de fitoplancton y zooplancton en el OPO tropical son variables. Por ejemplo, las concentraciones de clorofila en la superficie del mar (un indicador de afloramientos de fitoplancton) y la abundancia de copépodos fueron reducidas marcadamente durante el Niño de 1982-1983, especialmente al oeste de 120°O. Similarmente, las concentraciones de clorofila en la superficie disminuyeron durante el Niño de 1986-1987 y aumentaron durante la Niña de 1988 debido a cambios en la disponibilidad de nutrientes.

La composición por especies y tamaños del zooplancton es a menudo más variable que la biomasa de zooplancton. Cuando aumenta la temperatura del agua, especies de agua cálida a menudo reemplazan especies de agua fría en lugares particulares. La abundancia relativa de copépodos pequeños frente al norte de Chile, por ejemplo, aumentó durante el Niño de 1997-1998, mientras que la biomasa de zooplancton no cambió.

Los copépodos forman a menudo el componente predominante de la producción secundaria en los ecosistemas marinos. Un estudiante del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en La Paz (México), realizó un análisis de la estructura trófica entre la comunidad de copépodos pelágicos en el OPO, usando muestras recolectadas por científicos del proyecto STAR del NMFS. Se usaron los valores del isótopo estable de nitrógeno de copépodos omnívoros en un análisis separado de la posición trófica del atún aleta amarilla, tratando los copépodos como sustituto de la variabilidad isotópica en la base de la red alimenticia (ver la sección siguiente).

#### 4. INTERACCIONES TRÓFICAS

Los atunes y peces picudos son depredadores generalistas de gran alcance con requisitos energéticos elevados, y como tal, son componentes clave de los ecosistemas pelágicos. No se entienden bien las relaciones ecológicas entre estos grandes depredadores pelágicos, y entre ellos y los animales de niveles tróficos más bajos. A la luz de la necesidad de evaluar las implicaciones de las actividades de pesca sobre los ecosistemas subyacentes, es esencial adquirir representaciones exactas de los vínculos tróficos y los flujos de la biomasa por la red de alimentación en los ecosistemas del océano abierto, así como conocimientos básicos de la variabilidad natural impuesta por el medio ambiente.

Históricamente, los conocimientos de la ecología trófica de los peces depredadores se basaron en análisis del contenido de los estómagos. Los depredadores pelágicos grandes son considerados muestreadores eficaces de los organismos micronecticos, que son mal muestreados por redes y arrastres. Los estudios de las dietas han descubierto muchos de los vínculos tróficos clave en el OPO pelágico, y han formado la base para la representación de las interacciones de la red de alimentación en un modelo de ecosistema (Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 3) para explorar los efectos indirectos de la pesca sobre el ecosistema. La presa más común de los atunes aleta amarilla capturados por buques cerqueros en alta mar son melvas (*Auxis* spp.), calamares y argonautas (cefalópodos), y peces voladores y otros peces epipelágicos. El atún patudo se alimenta a mayor profundidad que el aleta amarilla y barrilete, y consume principalmente cefalópodos y peces mesopelágicos. Se informó, a fines de los años 1950, que la presa más importante del barrilete fue, en general, los crustáceos eufásidos mientras que a principios de los 1990 el pequeño pez mesopelágico *Vinciguerria lucetia* pareció predominar en la dieta. Los atunes que se alimentan cerca de la costa utilizan presas diferentes a aquellos capturados mar adentro. Por ejemplo, atunes aleta amarilla y barrilete capturados frente a Baja California se alimentan fuertemente del cangrejo rojo, *Pleuroncodes planipes*. Más recientemente, los estudios de dieta se han enfocado en entender redes de alimentación enteras, inicialmente con descripciones de las conexiones interespecíficas entre las comunidades de depredadores, formadas por los atunes, tiburones, peces picudos, el dorado, peto, salmón, y otros. En general, es evidente una repartición considerable de recursos entre los componentes de estas comunidades, y los investigadores buscan comprender la escala espacial de los patrones tróficos que se pueden observar, así como la influencia de la variabilidad climática sobre estos patrones.

Mientras que los estudios de la dieta han contribuido mucho a los conocimientos de la materia, los análisis de isótopos estables son un complemento útil al contenido de los estómagos para delinear la estructura compleja de las redes de alimentación marinas. El contenido de los estómagos representa una muestra de solamente las horas más recientes de alimentación en el momento en el que fue capturado el animal, y bajo las condiciones necesarias para su captura. Los isótopos estables de carbono y nitrógeno, en cambio, integran información sobre todos los componentes de la dieta en el tejido del animal, brindando así un historial reciente de las interacciones tróficas e información sobre la estructura y dinámica de las comunidades ecológicas. CSIA (*compound-specific stable isotope analysis*, o análisis de isótopos estables por compuesto) de los aminoácidos brinda una mayor comprensión. En muestras de tejido de consumidores, los aminoácidos “fuente” (por ejemplo, fenilalanina, glicina) retuvieron los valores isotópicos en la base de la red de alimentación, y los aminoácidos “tróficos” (por ejemplo, ácido glutámico) fueron enriquecidos en <sup>15</sup>N aproximadamente un

7% con respecto a la línea de referencia. En CSIA, el tejido de los depredadores por sí mismo es suficiente para estimaciones de la posición trófica, y no es necesario un análisis separado de la composición isotópica de la base de la red de alimentación. Un análisis reciente de la distribución espacial de los valores de los isótopos estables del atún aleta amarilla en relación con aquéllos de los copépodos omnívoros indicó que la posición trófica del atún aleta amarilla aumentó con distancia de la costa en el OPO, una característica de la red de alimentación nunca detectada en la dieta. Los datos de dieta de las mismas muestras de aleta amarilla analizadas para el contenido isotópico mostraron una variabilidad comparable en la posición trófica del aleta amarilla, pero no mostraron una pendiente de la posición trófica con distancia de la la costa.

Durante 2006 se realizó un estudio a corto plazo para examinar el contenido del estómago de atunes aleta amarillas recién capturados, con el objeto de detectar posibles cambios en su comportamiento de alimentación con respecto a aquél de años anteriores. Las evaluaciones de poblaciones de especies individuales no están diseñadas para considerar el efecto de las interacciones tróficas (por ejemplo, depredación, competencia, y cambios en la estructura trófica) sobre la población en cuestión. Las poblaciones de presas que alimentan a los depredadores ápice también cambian con el tiempo (ver 3.2, Alimento), y algunas presas ejercen una presión de depredación considerable sobre los animales que ocupan los niveles tróficos más bajos (incluyendo las etapas tempranas de vida de los peces grandes). Muestras de estómago de un depredador ubicuo, como el atún aleta amarilla, comparadas con datos de dieta previos, pueden ser usadas para inferir cambios en las poblaciones de presas mediante la identificación de cambios en el comportamiento de alimentación. Cambios en el comportamiento de alimentación podrían causar que los atunes, por ejemplo, cambiasen su distribución típica de profundidad mientras se alimentan, y esto podría afectar su vulnerabilidad a la captura. Las muestras de estómago de los aletas amarillos fueron obtenidas de lances cerqueros sobre atunes asociados con delfines durante el cuarto trimestre de 2006, y comparadas con muestras de lances sobre delfines realizados durante 2003-2005 en la misma zona de pesca. De interés especial fueron las diferencias interanuales en la depredación sobre el calamar de Humboldt debido a cambios recientes en su abundancia y distribución geográfica (ver 3.2 Alimento). La cantidad de tejido fresco de calamar en los estómagos de los aletas amarillos fue muy baja, y no hubo diferencias de año en año en las proporciones en la dieta por peso. Las mandíbulas (o picos) de los cefalópodos son retenidas en el estómago, y la frecuencia porcentual de las mandíbulas de calamares de Humboldt disminuyó un 21% entre 2004 y 2006. Las diferencias interanuales en la depredación sobre otros componentes de la dieta fueron pequeñas. La cantidad de *Auxis* spp. consumida fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) en 2005 y 2006 que en 2003 y 2004, y en 2006 el consumo de la sardineta plumilla (*Harengula thrissina*) y el estornino (*Scomber japonicus*) fue significativamente mayor que en los tres años anteriores. En general, no existe evidencia convincente de que hayan ocurrido cambios sustanciales en la estructura trófica durante 2003-2006, a partir de los hábitos de alimentación de los atunes aleta amarilla capturados en asociación con delfines.

## 5. AMBIENTE FÍSICO<sup>13</sup>

Las condiciones ambientales afectan a los ecosistemas marinos, la dinámica y capturabilidad de los atunes y peces picudos, y las actividades de los pescadores. Los atunes y peces picudos son pelágicos durante todas las etapas de la vida, y los factores físicos que afectan al Océano Pacífico tropical y subtropical pueden ejercer efectos importantes sobre su distribución y abundancia. Se cree que las condiciones ambientales causan una variabilidad considerable en el reclutamiento de los atunes y peces picudos. Las evaluaciones de las poblaciones realizadas por la CIAT a menudo han incorporado el supuesto que las condiciones oceanográficas podrían afectar el reclutamiento en el OPO.

Distintos tipos de perturbaciones climáticas podrían afectar la pesca de distintas formas. Se cree que una termoclina poco profunda en el OPO contribuye al éxito de la pesca atunera de cerco, actuando tal vez de barrera térmica para los cardúmenes de atunes pequeños, manteniéndolos cerca de la superficie del agua. Cuando la termoclina se hunde, como durante un evento de El Niño, los atunes parecen ser menos vulnerables a la captura, y las tasas de captura disminuyen. Temperaturas superficiales del mar (TSM) cálidas o frías pueden asimismo causar que estos peces móviles se desplacen a un hábitat más favorable.

El ambiente oceánico varía en una variedad de escalas temporales, de estacional a interanual, decadal, y mayores (por ejemplo, fases o regímenes climáticos). La causa dominante de variabilidad en las capas superiores del OPO es denominada a menudo El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El ENOS es una fluctuación irregular que afecta al Océano Pacífico tropical entero y la atmósfera global. Resulta en variaciones de los vientos, la precipitación, profundidad de la termoclina, circulación, productividad biológica, y la alimentación y reproducción de peces, aves y mamíferos marinos. Los eventos de El Niño ocurren a intervalos de entre 2 y 7 años, y son caracterizados por vientos alisios más débiles, una termoclina más profunda, y TSM anormalmente elevadas en el OPO ecuato-

<sup>13</sup> Gran parte de la información en esta sección proviene de Fiedler, P.C. 2002. *Environmental change in the eastern tropical Pacific Ocean: review of ENOS and decadal variability*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 244: 265-283.

rial. La fase contraria de El Niño, denominado comúnmente La Niña, es caracterizada por vientos alisios más fuertes, una termoclina menos profunda, y TSM más bajas. La investigación ha documentado una conexión entre el ENOS y la tasa de producción primaria, la biomasa de fitoplancton, y la composición por especies del fitoplancton. Durante los episodios de El Niño disminuye el afloramiento de agua subsuperficial, rica en nutrientes, lo cual lleva a una reducción notoria en la producción primaria y secundaria. El ENOS también afecta directamente a los animales en los niveles tróficos medianos y altos. Los investigadores han concluido que el Niño de 1982-1983, por ejemplo, incrementó la profundidad de la termoclina y nutriclina, redujo la producción primaria, redujo la abundancia de zooplancton, y al final redujo las tasas de crecimiento, el éxito reproductivo, y la supervivencia de varias aves, mamíferos, y peces en el OPO. Sin embargo, en general los habitantes del océano se recuperan en períodos cortos, porque su ciclo vital está adaptado para responder a un hábitat variable.

La CIAT informa trimestralmente de los datos oceanográficos y meteorológicos mensuales medios del OPO, incluyendo un resumen de las condiciones actuales del ENOS. En 2007, los datos oceanográficos y meteorológicos indicaron que las condiciones de La Niña se intensificaron durante los trimestres segundo a cuarto. En 2008 prevalecieron condiciones de La Niña algo más débiles durante el primer trimestre, seguidas por condiciones casi neutras durante los dos trimestres siguientes. Se desarrollaron condiciones de La Niña moderadas durante el cuarto trimestre de 2008.

La variabilidad a escala decadal (o sea, de 10 a 30 años) también afecta al OPO. A fines de la década de 1970 ocurrió en el Pacífico Norte un cambio importante en las condiciones físicas y biológicas. Este cambio de clima fue detectado en el OPO tropical también, mediante pequeños aumentos de las TSM, un debilitamiento de los vientos alisios, y un cambio moderado en los niveles de clorofila en la superficie. Algunos investigadores han reportado otro cambio importante en el Pacífico Norte en 1989. La variabilidad en el océano causada por el clima ha sido descrita a menudo en términos de “régimenes” caracterizados por promedios y patrones relativamente estables en las variables físicas y biológicas. Análisis realizados por el personal de la CIAT indican que el atún aleta amarilla en el OPO ha pasado por régimenes de reclutamiento bajo (1975-1982) y alto (1983-2001), y posiblemente otro intermedio (2002-2006). Se cree que el mayor reclutamiento durante 1983-2001 se debe a un cambio a un régimen de productividad más alta en el Océano Pacífico. Las fluctuaciones decadales en el afloramiento y transporte de agua son simultáneas con el patrón de ENOS más frecuentes y tienen efectos en toda la cuenca sobre las TSM y la pendiente de la termoclina que son similares a los que causa el ENOS, pero a escala temporal mayor.

Existen evidencias que el Océano Pacífico Norte se encuentra actualmente en un régimen frío, mientras que no son aparentes evidencias similares en el caso del Pacífico ecuatorial.

La variabilidad ambiental en el OPO tropical es manifestada de forma diferente en las diferentes regiones donde se capturan los atunes. Por ejemplo, las anomalías de la TSM en la zona cálida del OPO ( $5^{\circ}$  a  $20^{\circ}$ N, al este de  $120^{\circ}$ O) han ocurrido con la mitad de la magnitud y varios meses después de aquéllas en el área NIÑO3 en el Pacífico ecuatorial ( $5^{\circ}$ S a  $5^{\circ}$ N,  $90^{\circ}$  a  $150^{\circ}$ O).

## 6. INDICADORES AGREGADOS

El reconocimiento de las consecuencias de la pesca para los ecosistemas marinos ha fomentado una investigación considerable en los últimos años. Han sido propuestos numerosos objetivos para evaluar los impactos de la pesca sobre los ecosistemas y para definir la sobrepesca desde una perspectiva ecosistémica. Mientras que se han usado los puntos de referencia principalmente para la ordenación de especies objetivo individuales, se cree que un primer paso factible sería aplicar medidas de desempeño y puntos de referencia a especies no objetivo. Ejemplos actuales incluyen límites de mortalidad incidental de delfines en la pesquería cerquera del OPO bajo el APICD. Otra área de interés es la posibilidad de elaborar indicadores útiles de desempeño basados en propiedades a nivel de ecosistema. Han sido propuestos varios indicadores de ecosistema, entre ellos la estructura del tamaño de la comunidad, índices de diversidad, riqueza y uniformidad de especies, índices de solape, espectros tróficos de la captura, abundancia relativa de una especie o un grupo indicador, y numerosos indicadores ambientales. Se opina generalmente que se debería usar indicadores múltiples a nivel de sistema, pero existen dudas sobre la suficiencia de los conocimientos prácticos de la dinámica de estos indicadores, y sobre la existencia de un fundamento teórico para identificar puntos de referencia precautorios o límite basados en las propiedades de los ecosistemas. El uso de indicadores basados en ecosistemas para la ordenación de pesquerías todavía no es común.

Nuevos métodos de ordenación, elaborados por científicos del Instituto de Matemática Estadística en Tokio (Japón), han producido índices de asociación relacionados con distintas agrupaciones de especies de captura y de captura incidental en los lances sobre objetos flotantes en la pesca de cerco. Los índices preliminares señalan patrones espaciales claros a gran escala, y relaciones con variables ambientales, tales como TSM, densidad de clorofila-a, y profundidad de la capa de mezcla. Información sobre las relaciones

entre índices de asociación de especies y características ambientales podrían ayudar a guiar el desarrollo de métodos para reducir la captura incidental.

Los enfoques ecosistémicos a la ordenación de la pesca ponen énfasis de nuevo en lograr representaciones fieles de los vínculos tróficos y los flujos de biomasa por la red alimenticia en los sistemas explotados. La estructura de la red alimenticia y las interacciones entre sus componentes desempeñan un papel demostrable en la determinación de la dinámica y productividad de los ecosistemas. En la ecología de las redes tróficas se usan los niveles tróficos (TL) para caracterizar el papel funcional de los organismos, para facilitar las estimaciones del flujo de energía o masa por las comunidades, y para elucidar aspectos de la trofodinámica del funcionamiento de los ecosistemas. En la Figura J-1 se presenta un diagrama simplificado, con NT aproximados, de la red trófica del OPO tropical pelágico. Las ballenas dentadas (*Odontoceti*, NT medio 5.2), depredadores de calamar grande (atún patudo grande y pez espada, NT medio 5.2) y tiburones (NT medio 5.0) son depredadores ápice. Los otros atunes y peces piscívoros grandes, delfines (NT medio 4.8), y aves marinas (NT medio 4.5) ocupan NT ligeramente más bajos. Peces epipelágicos menores (melvas y peces voladores (NT medio 3.2), por ejemplo), cefalópodos (NT medio 4.4), y peces mesopelágicos (NT medio 3.4) son el alimento principal de muchos de los depredadores de alto nivel en el ecosistema. Los peces pequeños y crustáceos se alimentan de dos grupos de zooplancton, y el microzooplancton herbívoro (NT 2) se alimenta de los productores, fitoplancton y bacterias (NT 1).

En los ecosistemas pelágicos explotados, las pesquerías dirigidas hacia peces piscívoros grandes funcionan de depredadores ápice del ecosistema. Con el tiempo, la pesca puede causar una disminución de la composición por tamaño general de la captura, y en general, los NT de los organismos pequeños son más bajos que los de los más grandes. El NT medio de los organismos capturados por una pesquería es un indicador útil de cambios en el ecosistema y de su sustentabilidad, porque integra una variedad de información biológica sobre los componentes del mismo. Se está prestando mayor atención al análisis del NT medio de las capturas y descartes de la pesca desde que un estudio demostró que, según estadísticas de descargas de FAO, el NT medio de los peces e invertebrados descargados a nivel mundial disminuyó entre 1950 y 1994, y la hipótesis de los autores del estudio es que esto perjudica los ecosistemas. Sin embargo, algunos ecosistemas han cambiado en la otra dirección, de comunidades de NT bajo a comunidades de NT más alto. En vista de la utilidad potencial de este enfoque, se estimaron los NT de una serie de tiempo de capturas y descartes anuales por especie desde 1993 hasta 2008 para tres modalidades de pesca cerquera y la pesquería cañera en el OPO. Se calcularon las estimaciones mediante la aplicación de los NT del modelo de ecosistema del OPO (Sección 7), ponderados por los datos de captura por pesquería y año correspondientes a todos los grupos del modelo de las bases de datos de la CIAT de atún, captura incidental, y descartes. Se determinaron los NT del modelo ecosistémico mediante estimaciones de la dieta media de todos los grupos de especies. Los NT de las capturas sumadas de todas las pesquerías de cerco y de caña fueron bastante constantes de año a año, con menos de un 0.1 NT de variación (Figura J-2: promedio PS-LP), y no hay ninguna indicación de tendencias decrecientes durante el período de 16 años. Las capturas de aleta amarilla grande ( $\geq 90$  cm, NT 4.66), barrilete (NT 4.57), aleta amarilla pequeño ( $< 90$  cm, NT 4.57), y patudo grande ( $\geq 80$  cm, NT 5.17) contribuyeron el 36, 34, 19, y 6%, respectivamente, al NT general (4.63) durante 1993-2008. Las capturas retenidas y descartadas de todas las otras especies y grupos contribuyeron menos del 5% del NT general de las capturas, incluyendo el patudo pequeño (4.7%, NT 4.53) y todas las especies de captura incidental. En general, los NT de los lances no asociados y la pesquería de caña fueron inferiores al promedio, y aquéllos de los lances sobre delfines superiores al promedio en la mayoría de los años (Figura J-2). Los NT de los lances sobre objetos flotantes varió más que los de los otros tipos de lance y las otras pesquerías, debido principalmente a la variabilidad interanual en el tamaño del patudo y la cantidad de barrilete capturada en esos lances. Los NT de los lances sobre objetos flotantes estuvieron positivamente relacionados con el porcentaje de la captura total formado por patudo grande ( $p < 0.001$ ) y negativamente relacionado con el porcentaje de la captura formado por barrilete ( $p < 0.001$ ) (Figura J-3).

Se estimaron también por separado NT para la serie de tiempo de capturas retenidas y descartadas de la pesquería de cerco en cada año del período de 1993 a 2008 (Figura J-4). Las capturas descartadas fueron mucho menores que las capturas retenidas, y por lo tanto los patrones de los NT de las capturas totales (retenidas más descartadas) (Figura J-2) fueron determinados principalmente por los NT de las capturas retenidas (Figura J-4). Los NT de las capturas descartadas variaron más entre años que aquéllos de las capturas retenidas, y no disminuyeron con el tiempo. La mayor variación ocurrió en el caso de los lances sobre peces asociados con objetos flotantes, y esos lances también tuvieron la mayor diversidad de especies de captura incidental. El NT más bajo de las capturas descartadas ocurrió en tanto los lances sobre peces no asociados como en los lances sobre objetos flotantes en 1998. En el caso de los lances no asociados, la disminución notoria del NT durante 1998 se debió a una mayor captura incidental de rayas (NT 3.68), que se alimentan de plancton y otros animales pequeños que ocupan NT bajos, y una disminución de las capturas de tiburones grandes (NT 4.93). Desde 1998 hasta 2001, las capturas descartadas de rayas disminuyeron paulatinamente en los lances no asociados y aquéllas de tiburones grandes y aletas amarillas pequeños aumentaron, resultando en un aumento progresivo de los NT de las captu-

ras descartadas durante ese intervalo. En el caso de los lances sobre objetos flotantes, los descartes de peces epipelágicos pequeños (por ejemplo, Clupeiformes, Nomeidae, Tetraodontiformes, y otros; NT 3.19) aumentaron, y aquéllos de patudo grande disminuyeron de 1996 a 1998, lo cual redujo el NT durante ese período. El incremento del NT en los lances sobre objetos flotantes durante 1998-2000 resultó de una reducción de la captura incidental de peces epipelágicos pequeños y un aumento de dorado (TL 4.66) y patudo grande descartados.

## 7. MODELADO DE ECOSISTEMAS

Es evidente que los distintos componentes de un ecosistema interactúan. La ordenación ecosistémica de la pesca es facilitada por la elaboración de modelos ecosistémicos multiespecíficos que representan las interacciones ecológicas entre las especies o gremios. Nuestros conocimientos del complicado laberinto de conexiones en los ecosistemas del océano abierto están en su etapa temprana, y, por lo tanto, la mayor utilidad de los modelos de ecosistema actuales es como instrumentos descriptivos para explorar los efectos de una mezcla de hipótesis y conexiones establecidas entre los componentes del ecosistema. Los modelos de ecosistema necesitan mantener un equilibrio entre representaciones simplistas por un lado y una complejidad imposible de manejar por el otro.

El personal de la CIAT ha desarrollado un modelo del ecosistema pelágico en el OPO tropical (Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 3) para explorar cómo la pesca y la variación climática podrían afectar los animales en los niveles tróficos medianos y altos. El modelo tiene 38 componentes, entre ellos las principales especies explotadas (atunes, por ejemplo), grupos funcionales (tiburones y peces voladores, por ejemplo), y especies sensibles (tortugas marinas, por ejemplo). Algunos grupos taxonómicos están subdivididos en categorías (marlines grandes y pequeños, por ejemplo). La resolución taxonómica del modelo es más fina en los niveles tróficos superiores, pero la mayor parte de la biomasa del sistema está en los niveles tróficos medianos y bajos. Se estimaron las descargas y descartes para cinco “artes” de pesca: caña, palangre, y tres tipos de lances cerqueros: sobre atunes asociados con delfines, con objetos flotantes, y no asociados. El modelo está enfocado en las regiones pelágicas; no describe adecuadamente los ecosistemas locales costeros.

La mayor parte de la información que describe las interacciones interespecíficas en el modelo proviene de un proyecto conjunto CIAT-NMFS, el que incluyó estudios de los hábitos alimenticios de atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo, delfines, tiburones pelágicos, peces picudos, dorados, petos, salmones, y otros. El objetivo del proyecto fue contribuir a los conocimientos de la asociación atún-delfín, y se adoptó un diseño de muestreo a nivel de comunidad.

Se usó el modelo de ecosistema para evaluar los posibles efectos de variabilidad en los procesos forzados desde abajo por el medio ambiente sobre los niveles tróficos medianos y altos del ecosistema pelágico. Se incorporaron en el modelo series de tiempo predefinidas de biomasa de productores para aproximar los cambios en la producción primaria documentados durante eventos de El Niño y La Niña, y se simuló la dinámica de los demás componentes del ecosistema. Se usó el modelo también para evaluar las contribuciones relativas de la pesca y el medio ambiente en la formación de la estructura del ecosistema en el OPO pelágico tropical. Se hizo esto usando el modelo para predecir cuáles componentes del ecosistema podrían ser susceptibles a efectos de la pesca de arriba hacia abajo, dada la importancia aparente de la variabilidad ambiental en la estructuración del ecosistema. En general, los animales con tasas de cambio relativamente bajas fueron afectados más por la pesca que por el medio ambiente, y aquéllos con tasas relativamente altas más por el medio ambiente que por la pesca.

## 8. ACCIONES DE LA CIAT Y EL APICD RELATIVAS A CONSIDERACIONES DE ECOSISTEMA

Tanto la Convención de la CIAT como el APICD tienen objetivos que versan sobre la incorporación de consideraciones de ecosistema en la ordenación de las pesquerías atuneras en el OPO. Acciones tomadas en el pasado incluyen:

### 8.1. Delfines

- a. Desde hace muchos años se evalúa el impacto de la pesquería sobre las poblaciones de delfines, y los programas para reducir o eliminar ese impacto han tenido un éxito considerable.
- b. Se ha limitado la mortalidad incidental de todas las poblaciones de delfines a niveles insignificantes con respecto al tamaño de las poblaciones.

### 8.2. Tortugas marinas

- a. Se ha compilado una base de datos sobre todos los avistamientos, capturas, y mortalidades de tortugas marinas reportadas por observadores.

- b. En junio de 2003, la CIAT adoptó una *Recomendación sobre tortugas marinas*, en la que se contempla “el desarrollo de un programa de tres años que podría incluir la reducción de capturas incidentales de tortugas marinas, investigaciones biológicas de tortugas marinas, perfeccionamiento de artes de pesca, educación de la industria y otras técnicas para mejorar la conservación de tortugas marinas.” En enero de 2004, el Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental propuso un programa detallado que incluye todos estos elementos e insta a todas las naciones con buques que pescan atunes en el OPO a que provean a la CIAT información sobre interacciones de las pesquerías con tortugas marinas en el OPO, incluyendo capturas tanto incidentales como directas, y otros impactos sobre las poblaciones de tortugas marinas. En junio de 2004, la CIAT adoptó la [Resolución C-04-07](#) sobre un programa de tres años para mitigar el impacto de la pesca atunera sobre las tortugas marinas; incluye disposiciones sobre la toma de datos, medidas de mitigación, educación de la industria, fomento de capacidad, e informes.
- c. La [Resolución C-04-05](#), adoptada por la CIAT en junio de 2004, contiene disposiciones relativas a la liberación y tratamiento de tortugas marinas capturadas en redes de cerco. Prohíbe también a los buques desechar bolsas y otra basura plástica en el mar, y encarga al Director estudiar y formular recomendaciones acerca del diseño de plantados, particularmente el uso de malla de red sujeta bajo el agua a los mismos.
- d. La [Resolución C-07-03](#), adoptada por la CIAT en junio de 2007, contiene disposiciones acerca de la instrumentación de programas de observadores en pesquerías bajo el amparo de la Comisión que podrían ejercer un efecto sobre las tortugas marinas y actualmente no son acatadas. La resolución exige que los pescadores fomenten la recuperación y reanimación de tortugas marinas de caparazón duro comatosas o inactivas antes de devolverlas al agua. Se dirige a las CPC con buques de cerco o palangre que pesquen especies abarcadas por la Convención de la CIAT en el OPO evitar a evitar encuentros con las tortugas marinas, reducir las mortalidades mediante el uso de una variedad de técnicas, y realizar investigaciones sobre la modificación de los diseños de los plantados y las artes de palangre y las prácticas de pesca.
- e. En respuesta a una solicitud de la Subsecretaría de Recursos Pesqueros del Ecuador, un programa fue establecido por World Wildlife Fund, la CIAT, y el gobierno de Estados Unidos, para mitigar la captura incidental y reducir la mortalidad de tortugas marinas causadas por la pesca con palangre. Un elemento clave de este programa es la comparación de las tasas de captura de atunes, peces picudos, tiburones, y dorado capturados con anzuelos J con las tasas de captura con anzuelos circulares. Los anzuelos circulares no enganchan tantas tortugas como los anzuelos J, usados tradicionalmente en la pesca palangrera, y la probabilidad de herir gravemente a las tortugas que muerden los anzuelos circulares es menor porque son más anchos y suelen engancharse en la mandíbula inferior, en lugar de internarse en el esófago y otras áreas, evento más peligroso y más común con los anzuelos J. Se difundieron además a las flotas palangreras de la región procedimientos y herramientas para liberar tortugas marinas enganchadas y enmalladas.

Hasta fines de 2007, observadores han tomado datos en más de 1.100 viajes de pesca de los buques que están probando los varios anzuelos. El programa está funcionando en Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Panamá, y Perú, y está en desarrollo en México y Nicaragua. El programa en Ecuador se está realizando en conjunto con el gobierno y la Overseas Fishery Cooperation Foundation del Japón, mientras que en los otros países es financiado por agencias de EE.UU. Los resultados iniciales señalan que, en las pesquerías dirigidas hacia los atunes, peces picudos y tiburones, ocurrió una reducción importante en las tasas de enganche de las tortugas marinas con los anzuelos circulares, y que menos anzuelos se alojaron en el esófago u otras áreas perjudiciales para las tortugas. Las tasas de captura de las especies objetivo son, en general, similares a aquellas de los anzuelos J. Se realizó también un experimento en la pesquería de dorado con anzuelos circulares más pequeños; las tasas de enganche de tortugas disminuyeron, pero menos que en las pesquerías de atunes, peces picudos y tiburones. Además, miembros del personal de la CIAT y otros dirigieron talleres e hicieron presentaciones en todos los países que participan en el programa.

### 8.3. Aves marinas

- a. La [Resolución C-05-01](#), adoptada por la CIAT en junio de 2005, recomienda que las Partes de la CIAT y las no Partes, entidades pesqueras u organizaciones regionales de integración económica cooperantes (CPC) apliquen, en caso apropiado, el *Plan de Acción Internacional para reducir las capturas incidentales de aves marinas en la pesca con palangre* de la FAO; que recopilen y presenten a la Comisión información sobre las interacciones con aves marinas; y que el Grupo de Trabajo sobre las Evaluaciones de las Poblaciones presente a la Comisión una evaluación del impacto de la captura incidental de aves marinas resultante de las actividades de los buques que pescan atunes y especies afines en el OPO. Dicha evaluación debería incluir la identificación de las áreas geográficas en las que pudieran ocurrir interacciones entre la pesca palangrera y aves marinas



- b. La sexta reunión del Grupo de Trabajo de la CIAT sobre Captura Incidental recomendó que el Grupo de Trabajo sobre la Evaluación de Poblaciones sugiriese posibles medidas de mitigación en áreas en las que coinciden las distribuciones de aves marinas y esfuerzo palangrero, y que la CIAT considerase medidas de mitigación en su reunión en junio de 2007. Recomendó también que se obtuviesen datos sobre la captura incidental de aves marinas de todos los buques palangreros atuneros en el OPO.
- c. Se está elaborando un modelo de población para el albatros patinegro, a fin de evaluar la probabilidad de que los niveles actuales y pasados de captura incidental afecten de forma significativa las poblaciones de la especie, y generar un modelo de especie protegida que pueda ser aplicado a varias especies y usado para proveer asesoramiento sobre la ordenación. Se están usando los datos de los observadores de la CIAT en buques cerqueros para trazar las distribuciones de las aves marinas.

#### 8.4. Otras especies

- a. En junio de 2000, la CIAT adoptó una resolución sobre la liberación de tiburones, rayas, peces picudos, dorados, petos, y otras especies no objetivo.
- b. La [Resolución C-04-05](#), adoptada por la CIAT en junio de 2006, encarga al Director buscar fondos para la reducción de la mortalidad incidental de atunes juveniles, para desarrollar técnicas y/o equipo para facilitar la liberación de peces picudos, tiburones y rayas de la cubierta o de la red, y para realizar experimentos para estimar las tasas de supervivencia de peces picudos, tiburones y rayas liberados.

#### 8.5. Todas especies

- a. Se está recabando datos sobre las capturas incidentales por buques cerqueros grandes, y se insta a los gobiernos a proveer información sobre las capturas incidentales de otros buques.
- b. Se han recabado datos sobre la distribución espacial de las capturas incidentales y las proporciones de captura incidental a captura para análisis de opciones de políticas de reducción de capturas incidentales.
- c. Se ha recabado información para evaluar medidas para reducir las capturas incidentales, tales como vedas, límites de esfuerzo, etc.
- d. Se han realizado evaluaciones de preferencias de hábitat y el efecto de cambios ambientales.

### 9. ACONTECIMIENTOS FUTUROS

Es poco probable, al menos en el futuro cercano, que se disponga de evaluaciones de las poblaciones de la mayoría de las especies de captura incidental. Es posible que en lugar de evaluaciones formales se puedan desarrollar índices para evaluar tendencias en la condición de estas especies. La experiencia del personal de la CIAT con los delfines sugiere que la tarea no es trivial si se desea una precisión relativamente alta.

Han sido propuestas varias medidas para estudiar cambios en las características del ecosistema, entre ellas estudios del nivel trófico medio, espectros de tamaño, dominancia, diversidad, y otros, para describir el ecosistema de forma agregada.

La distribución de las pesquerías de atunes y peces picudos en el OPO es tal que incluye probablemente varias regiones con características ecológicas diferentes. Es posible que, dentro de éstas, masas de agua, características oceanográficas o topográficas, influencias del continente, etcétera, generen heterogeneidad que afecte la distribución de las distintas especies y su abundancia relativa en las capturas. Sería ventajoso incrementar los conocimientos de estos estratos ecológicos para poder usarlos en nuestros análisis.

Es importante continuar los estudios de los ecosistemas en el OPO. La capacidad de resolver problemas relacionados con la pesca y el ecosistema crecerá con el número de variables de hábitat, grupos taxonómicos y niveles tróficos estudiados y con series de tiempo de datos más largas.