

---

**ANNUAL REPORT**  
of the  
**Inter-American Tropical Tuna Commission**

---

---

**2006**

---

---

**INFORME ANUAL**  
de la  
**Comisión Interamericana del Atún Tropical**

---

**La Jolla, California**  
**2008**

The Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) operates under the authority and direction of a convention originally entered into by Costa Rica and the United States. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, Mexico in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970, France and Nicaragua in 1973, Vanuatu in 1990, Venezuela in 1992, El Salvador in 1997, Guatemala in 2000, Peru in 2002, Spain in 2003, and the Republic of Korea in 2005. Canada withdrew from the Commission in 1984.

Additional information about the IATTC and its publications can be found on the inside back cover of this report.

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) funciona bajo la autoridad y dirección de una convención establecida originalmente por Costa Rica y los Estados Unidos. La Convención, vigente desde 1950, está abierta a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atunes en el Océano Pacífico oriental. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, México en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973, Vanuatu en 1990, Venezuela en 1991, El Salvador en 1997, Guatemala en 2000, Perú en 2002, España en 2003, y la República de Corea en 2005. Canadá se retiró de la Comisión en 1984.

Información adicional sobre la CIAT y sus publicaciones puede ser encontrada en la parte interna posterior de la cubierta de este informe.

### COMMISSIONERS—COMISIONADOS

#### **COSTA RICA**

Asdrubal Vásquez Nuñez

#### **ECUADOR**

Boris Kusijanovic Trujillo  
Luis Torres Navarrete

#### **EL SALVADOR**

Manuel Calvo Benivides  
Manuel Ferín Oliva  
Sonia Salaverría  
José Emilio Suadi Hasbun

#### **ESPAÑA—SPAIN**

Rafael Centenera Ulecia  
Fernando Curcio Ruigómez  
Samuel J. Juárez Casado

#### **FRANCE—FRANCIA**

Rachid Bouabane-Schmitt  
Patrick Brenner  
Marie-Sophie Dufau-Richet  
Delphine Leguerrier

#### **GUATEMALA**

Edilberto Ruíz Álvarez  
Ricardo Santacruz Rubí  
Erick Villagrán Colón

#### **JAPAN—JAPÓN**

Katsuma Hanafusa  
Masahiro Ishikawa  
Ryotaro Suzuki

#### **MÉXICO**

Guillermo Compeán Jiménez  
Ramón Corral Ávila  
Michel Dreyfus León

#### **NICARAGUA**

Miguel Angel Marengo Urcuyo  
Edward E. Weissman  
Victor M. de la Iglesia

#### **PANAMÁ**

María Patricia Díaz  
Arnulfo Franco Rodríguez  
Leika Martínez  
George Novey

#### **PERÚ**

Gladys Cárdenas Quintana  
Rosa Liliana Gómez  
Alfonso Miranda Eyzaguirre  
Jorge Vértiz Calderón

#### **REPUBLIC OF KOREA— REPÚBLICA DE COREA**

Jae-Hak Son  
Kwang Youl Park  
Kyu Jin Seok

#### **USA—EE.UU.**

Scott Burns  
Robert Fletcher  
Rodney McInnis  
Patrick Rose

#### **VANUATU**

Moses Amos  
Christophe Emelee  
Dmitri Malvirlani

#### **VENEZUELA**

Alvin Delgado  
Oscar Lucentini Wozel  
Nancy Tablante

---

DIRECTOR

Robin Allen

HEADQUARTERS AND MAIN LABORATORY—OFICINA Y LABORATORIO PRINCIPAL

8604 La Jolla Shores Drive  
La Jolla, California 92037-1508, USA

[www.iattc.org](http://www.iattc.org)

---

# **ANNUAL REPORT**

**of the  
Inter-American Tropical Tuna Commission**

---

---

**2006**

---

---

**INFORME ANUAL**  
de la  
**Comisión Interamericana del Atún Tropical**

---

**La Jolla, California  
2008**

## CONTENTS—ÍNDICE

### ENGLISH VERSION—VERSIÓN EN INGLÉS

	Page
INTRODUCTION .....	5
MEETINGS .....	6
74th meeting of the IATTC .....	6
Meetings of IATTC working groups .....	6
15th meeting of the Parties to the AIDCP .....	6
16th meeting of the Parties to the AIDCP .....	6
Meetings of subsidiary bodies and working groups of the AIDCP .....	7
Meeting of the Joint Working Group on Fishing by non-Parties .....	7
FINANCIAL STATEMENT .....	7
FIELD OFFICES .....	7
DATA COLLECTION .....	7
RESEARCH .....	8
Tuna tagging .....	8
Discards and bycatches in the purse-seine fishery for tunas .....	10
Length frequencies of yellowfin tuna caught by small vessels .....	11
Ecosystem studies .....	12
Early life history studies .....	14
Stock assessments of tunas and billfishes .....	18
Sharks .....	18
Dolphins .....	20
Integrated modeling for protected species .....	21
Oceanography and meteorology .....	21
THE INTERNATIONAL DOLPHIN CONSERVATION PROGRAM .....	22
Observer program .....	22
Reports of dolphin mortality by observers at sea .....	23
International Review Panel .....	23
Tuna tracking and verification .....	23
Dolphin mortality limits .....	24
Training and certification of fishing captains .....	24
<i>Statements of Participation</i> .....	25
Dolphin-safe certificates .....	25
Amendments and resolutions affecting the operations of the IDCP .....	25
GEAR PROGRAM .....	25
COLLECTION OF AT-SEA AND SUPPLEMENTAL RETAINED CATCH DATA FOR SMALL PURS SEINERS .....	25
SEA TURTLE PROGRAM .....	26
Reducing the catches of sea turtles by longline gear .....	26
Catch rates for the target species .....	27
Reducing the mortalities of turtles caught by longline gear .....	28
Handling of hooked sea turtles .....	28
Establishment of an observer data base and quality control of the data .....	28
Future developments .....	28
PUBLICATIONS .....	29
WEB SITE .....	29
INTER-AGENCY COOPERATION .....	29
<b>FIGURES—FIGURAS .....</b>	<b>35</b>
<b>TABLES—TABLAS .....</b>	<b>55</b>

**VERSIÓN EN ESPAÑOL—SPANISH VERSION**

	Página
INTRODUCCIÓN .....	70
REUNIONES.....	71
74ª reunión de la CIAT .....	71
Reuniones de grupos de trabajo de la CIAT.....	71
15ª reunión de las Partes del APICD.....	71
16ª reunión de las Partes del AIDCP.....	72
Reuniones de organismos subsidiarios y grupos de trabajo del APICD.....	72
Reunión del Grupo de Trabajo Conjunto CIAT-AIDCP sobre la Pesca por no Partes .....	72
INFORME FINANCIERO.....	72
OFICINAS REGIONALES.....	72
TOMA DE DATOS.....	72
INVESTIGACIÓN.....	73
Marcado de atunes.....	73
Descartes y capturas incidentales en la pesquería atunera con red de cerco.....	75
Frecuencias de talla de atún aleta amarilla capturado por buques pequeños.....	76
Estudios de ecosistema.....	78
Estudios del ciclo vital temprano.....	80
Evaluaciones de las poblaciones de atunes y peces picudos.....	84
Tiburones.....	85
Delfines.....	86
Modelado integrado para especies protegidas.....	88
Oceanografía y meteorología.....	88
PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS DELFINES.....	89
Programa de observadores.....	89
Informes de mortalidad de delfines por observadores en el mar.....	90
Panel Internacional de Revisión.....	90
Sistema de seguimiento y verificación de atún.....	90
Límites de mortalidad de delfines.....	90
Entrenamiento y certificación de capitanes de pesca.....	91
<i>Constancias de Participación</i> .....	91
Certificados <i>Dolphin Safe</i> .....	92
Enmiendas y resoluciones que afectan el funcionamiento del PICD.....	92
PROGRAMA DE ARTES DE PESCA.....	92
TOMA DE DATOS EN EL MAR Y DE DATOS SUPLEMENTARIOS DE CAPTURA RETENIDA DE BUQUES CERQUEROS PEQUEÑOS .....	92
PROGRAMA DE TORTUGAS MARINAS.....	93
Reducción de las capturas de tortugas marinas por artes palangreras.....	93
Tasas de captura de las especies objetivo.....	94
Reducción de las mortalidades de tortugas capturadas con palangre.....	95
Tratamiento de las tortugas marinas enganchadas.....	95
Establecimiento de una base de datos y control de la calidad de los datos.....	95
Sucesos futuros.....	95
PUBLICACIONES.....	96
SITIO DE INTERNET.....	96
COLABORACIÓN CON ENTIDADES AFINES.....	97

**APPENDIX 1—ANEXO 1**

STAFF—PERSONAL..... 103  
VISITING SCIENTISTS AND STUDENTS—CIENTÍFICOS Y ESTUDIANTES VISITANTES ..... 105

**APPENDIX 2—ANEXO 2**

FINANCIAL STATEMENT—DECLARACIÓN FINANCIERA ..... 107

**APPENDIX 3—ANEXO 3**

CONTRIBUTIONS BY IATTC STAFF MEMBERS PUBLISHED DURING 2006—CONTRIBUCIONES POR PERSONAL  
DE CIAT PUBLICADOS DURANTE 2006 ..... 112

## ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION, 2006

### INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) operates under the authority and direction of a convention originally entered into by Costa Rica and the United States. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas and tuna-like species in the eastern Pacific Ocean (EPO). Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, Mexico in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970, France and Nicaragua in 1973, Vanuatu in 1990, Venezuela in 1992, El Salvador in 1997, Guatemala in 2000, Peru in 2002, Spain in 2003, and the Republic of Korea in 2005. Canada withdrew from the IATTC in 1984.

The IATTC's responsibilities are met with two programs, the Tuna-Billfish Program and the Tuna-Dolphin Program.

The principal responsibilities of the Tuna-Billfish Program specified in the IATTC's convention were (1) to study the biology of the tunas and related species of the eastern Pacific Ocean to estimate the effects that fishing and natural factors have on their abundance and (2) to recommend appropriate conservation measures so that the stocks of fish could be maintained at levels that would afford maximum sustainable catches. It was subsequently given the responsibility for collecting information on compliance with Commission resolutions.

The IATTC's responsibilities were broadened in 1976 to address the problems arising from the incidental mortality in purse seines of dolphins that associate with yellowfin tuna in the EPO. The Commission agreed that it "should strive to maintain a high level of tuna production and also to maintain [dolphin] stocks at or above levels that assure their survival in perpetuity, with every reasonable effort being made to avoid needless or careless killing of [dolphins]" (IATTC, 33rd meeting, minutes: page 9). The principal responsibilities of the IATTC's Tuna-Dolphin Program are (1) to monitor the abundance of dolphins and their mortality incidental to purse-seine fishing in the EPO, (2) to study the causes of mortality of dolphins during fishing operations and promote the use of fishing techniques and equipment that minimize these mortalities, (3) to study the effects of different modes of fishing on the various fish and other animals of the pelagic ecosystem, and (4) to provide a secretariat for the International Dolphin Conservation Program, described below.

On 17 June 1992, the Agreement for the Conservation of Dolphins ("the 1992 La Jolla Agreement"), which created the International Dolphin Conservation Program (IDCP), was adopted. The main objective of the Agreement was to reduce the mortality of dolphins in the purse-seine fishery without harming the tuna resources of the region and the fisheries that depend on them. This agreement introduced such novel and effective measures as Dolphin Mortality Limits (DMLs) for individual vessels and the International Review Panel to monitor the performance and compliance of the fishing fleet. On 21 May 1998 the Agreement on the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), which built on and formalized the provisions of the 1992 La Jolla Agreement, was signed, and it entered into force on 15 February 1999. In 2004 the Parties to this agreement consisted of Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Peru, the United States, Vanuatu, and Venezuela, and Bolivia, Colombia, and the European Union were applying it provisionally. These were "committed to ensure the sustainability of tuna stocks in the eastern Pacific Ocean and to progressively reduce the incidental mortalities of dolphins in the tuna fishery of the eastern Pacific Ocean to levels approaching zero; to avoid, reduce and minimize the incidental catch and the discard of juvenile tuna and the incidental catch of non-target species, taking into consideration the interrelationship among species in the ecosystem." This agreement established Stock Mortality Limits, which are similar to DMLs except that (1) they apply to all vessels combined, rather than to individual vessels, and (2) they apply to individual stocks of dolphins, rather than to all stocks of dolphins combined. The IATTC provides the Secretariat for the International Dolphin Conservation Program (IDCP) and its various working groups and panels and coordinates the On-Board Observer Program and the Tuna Tracking and Verification System (both described later in this report).

At its 70th meeting, on 24-27 June 2003, the Commission adopted the Resolution on the Adoption of the Convention for the Strengthening of the Inter-American Tropical Tuna Commission Established by the 1949 Convention between the United States of America and the Republic of Costa Rica ("the Antigua Convention"). This

convention will replace the original one 15 months after it has been ratified or acceded to by seven signatories that were Parties to the 1949 Convention on the date that the Antigua Convention was open for signature. It was ratified or acceded to by Mexico on 14 January 2005, by El Salvador on 10 March 2005, the Republic of Korea on 13 December 2005, the European Union on 7 June 2006, and Nicaragua on 13 December 2006.

To carry out its responsibilities, the IATTC conducts a wide variety of investigations at sea, in ports where tunas are landed, and in its laboratories. The research is carried out by a permanent, internationally-recruited research and support staff appointed by the Director, who is directly responsible to the Commission.

The scientific program is now in its 56th year. The results of the IATTC staff's research are published in the IATTC's Bulletin and Stock Assessment Report series in English and Spanish, its two official languages, in its Special Report and Data Report series, and in books, outside scientific journals, and trade journals. Summaries of each year's activities are reported upon in the IATTC's Annual Reports and Fishery Status Reports, also in the two languages.

### MEETINGS

The background documents and the minutes or chairman's reports of the IATTC and AIDCP meetings described below are available on the IATTC's web site, [www.iattc.org](http://www.iattc.org).

#### 74TH MEETING OF THE IATTC

The 74th meeting of the IATTC was held in Busan, Republic of Korea, on 26-30 June 2006. Mr. David Hogan of the United States presided at the meeting. The Commission adopted the following resolutions:

---

<a href="#">C-06-01</a>	Resolution on Financing
<a href="#">C-06-02</a>	Resolution for a Program on the Conservation of Tuna in the Eastern Pacific Ocean for 2007
<a href="#">C-06-03</a>	Resolution on Full Retention
<a href="#">C-06-04</a>	Resolution on Establishing a Program for Transshipments by Large-Scale Fishing Vessels
<a href="#">C-06-05</a>	Adoption of Trade Measures to Promote Compliance

---

#### MEETINGS OF IATTC WORKING GROUPS

The following meetings of IATTC working groups were held during 2006:

Group	Meeting	Location	Dates
Working Group on Stock Assessments	7	La Jolla, California, USA	15-19 May
Permanent Working Group on Compliance	7	Busan, Republic of Korea	22 June
Working Group on Bycatch	5	Busan, Republic of Korea	24 June
Working Group on Finance	7	Busan, Republic of Korea	27-28 June
Workshop on Management Strategies		La Jolla, California, USA	17-20 October
Working Group on Vessel Measurement	1	La Jolla, California, USA	26-27 October

#### 15TH MEETING OF THE PARTIES TO THE AIDCP

The 15th meeting of the Parties to the AIDCP was held in Busan, Republic of Korea, on 21 June 2006. Mr. Arnulfo Franco of Panama presided at the meeting. A Resolution on Vessel Assessments and Financing was adopted.

#### 16TH MEETING OF THE PARTIES TO THE AIDCP

The 16th meeting of the Parties to the AIDCP was held in La Jolla, California, USA, on 26 October 2006. Mr. David Hogan of the United States presided at the meeting.



**MEETINGS OF SUBSIDIARY BODIES AND WORKING GROUPS OF THE AIDCP**

The following meetings of subsidiary bodies and working groups of the AIDCP were held during 2006:

<b>Group</b>	<b>Meeting</b>	<b>Location</b>	<b>Date</b>
Permanent Working Group on Tuna Tracking	21	Busan, Republic of Korea	19 June
Working Group to Promote and Publicize the AIDCP Dolphin Safe Tuna Certification System	7	Busan, Republic of Korea	19 June
International Review Panel	41	Busan, Republic of Korea	20 June
Scientific Advisory Board	4	Busan, Republic of Korea	22 June
Permanent Working Group on Tuna Tracking	22	La Jolla, California, USA	24 October
Working Group to Promote and Publicize the AIDCP Dolphin Safe Tuna Certification System	8	La Jolla, California, USA	24 October
International Review Panel	42	La Jolla, California, USA	25 October

**MEETING OF THE JOINT WORKING GROUP ON FISHING BY NON-PARTIES**

In addition, the fifth meeting of the Joint Working Group on Fishing by Non-Parties was held in Busan, Republic of Korea, on 23 June 2006. Ms. Elisa Barahona of Spain presided at the meeting.

**FINANCIAL STATEMENT**

The Commission's financial accounts for the 2005-2006 fiscal year were audited by the accounting firm of Moss Adams LLP. Summary tables of its report are shown in Appendix 2 of this report.

**FIELD OFFICES**

The IATTC's field office in Ensenada, Mexico, which was established in mid-1975, was closed in March 2006, due to recent declines in tuna-processing activity there. At about the same time a new field office was opened in Manzanillo, Mexico, which has become an important port for tuna vessels registered in Mexico.

**DATA COLLECTION**

The IATTC is concerned principally with the eastern Pacific Ocean (EPO), the area between the coastline of North, Central, and South America and 150°W.

During 2006 the IATTC had personnel in La Jolla and at its field offices in Las Playas and Manta, Ecuador; Ensenada (until March), Manzanillo, and Mazatlán, Mexico; Panama, R.P.; Mayagüez, Puerto Rico, USA; and Cumaná, Venezuela. IATTC personnel collect landings data, abstract the logbooks of tuna vessels to obtain catch and effort data, measure fish and collect other biological data, and assist with the training, placement, and debriefing of observers aboard vessels participating in the International Dolphin Conservation Program (IDCP). This work is carried out not only in the above-named ports, but also in other ports in California, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Panama, Peru, and Venezuela, which are visited regularly by IATTC employees. During 2006 IATTC personnel abstracted the logbook information for 1,044 trips of commercial fishing vessels, sampled the contents of 1,053 wells of commercial fishing vessels, obtaining 1,990 samples, and sampled 14 landings of bluefin caught by sport-fishing vessels. Also, IATTC observers completed 502 trips during the year (including 57 that were begun in 2005), and were debriefed by field office personnel.

Information on the surface (purse-seine and pole-and-line) fleets that fish for tunas in the EPO, the catches of tunas and billfishes in the EPO by the surface and longline gear, and the size compositions of the catches of yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack (*Katsuwonus pelamis*), bigeye (*Thunnus obesus*), and bluefin (*T. orientalis*) tuna by surface gear in the EPO is given in IATTC Fishery Status Report 5. Information on the discards of commercially-important tunas and bycatches of other species is included in the RESEARCH section of this report.

TUNA COMMISSION  
RESEARCH

### TUNA TAGGING

#### *Tagging of bigeye, skipjack, and yellowfin tuna in the equatorial eastern Pacific Ocean*

The IATTC staff has conducted tuna tagging cruises to the equatorial eastern Pacific Ocean aboard the chartered pole-and-line tuna fishing vessel *Her Grace* during March to May of 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, and 2006. The objectives were to obtain a comprehensive understanding of the biology of bigeye tuna and to obtain estimates of their movement, growth, mortality, and gear interaction parameters for inclusion in stock assessments for this species. This was to be accomplished by (1) tagging large numbers of small bigeye tuna (< 100 cm in length), using conventional plastic dart tags, and releasing them in the area where purse-seine vessels catch bigeye associated with fish-aggregating devices (FADs) and (2) implanting archival (electronic data storage) tags in the peritoneal cavities of bigeye tunas and releasing them in that area. In addition, limited numbers of skipjack and yellowfin tunas, encountered during tagging operations, were to be tagged coincidentally with bigeye during these tagging cruises.

The numbers of releases and returns of fish with conventional tags are shown in Table 1a. The lengths of the fish at release were as follows:

Species	Length at release in centimeters		Days at liberty	
	Range	Mean	Range	Mean
Bigeye	33-147	78	2-1,213	165
Skipjack	36-78	62	6-1,261	59
Yellowfin	30-130	53	5-917	103

The percentages of tags returned from skipjack and yellowfin tunas are quite similar to one another, but substantially less than those for bigeye tuna.

The numbers of releases and returns of fish with archival tags are shown in Table 1b. The lengths of the fish and release were as follows:

Species	Length at release in centimeters		Days at liberty	
	Range	Mean	Range	Mean
Bigeye	49-136	90	8-1,810	165
Skipjack	44-73	56	25-218	115
Yellowfin	51-73	55	13-136	47

Again, the percentages of tags returned from skipjack and yellowfin tunas are similar to one another, but substantially less than those for bigeye tuna.

The times at liberty for the fish with conventional and archival tags combined are shown in Figure 1.

The linear displacements of the tagged fish, determined from release and recapture positions, are shown in Figure 2. The overall distributions of the recaptures for the three species, tagged in similar locations, illustrate similar latitudinal and longitudinal ranges of dispersion (Figure 3). After 30 days at liberty, 95 percent of the recaptured bigeye were within 1,003 nm of their release positions. The greatest linear displacement for a bigeye was 3,830 nm. It was recaptured by a longline vessel at about 11°N-158°W after 696 days at liberty. After 30 days at liberty, 95 percent of the recaptured skipjack were within 1,350 nm of their release positions, and 93 percent were recaptured within 1,000 nm of those positions. The greatest linear displacement for a skipjack was 3,049 nm. It was recaptured by a purse-seine vessel during a set on a floating object at about 4°N-145°W after 167 days at liberty. After 30 days at liberty, 95 percent of the recaptured yellowfin were within 1,094 nm of their release positions, and 93 percent were recaptured within 1,000 nm of those positions. The greatest linear displacement for a yellowfin was 2,902 nm. It was recaptured by a purse-seine vessel during a set on a floating object at about 3°S-144°W after 102 days at liberty.

A total of 3,319 daily position estimates were obtained for 26 of the bigeye tuna tagged and released between 2002 and 2005 that were at liberty for more than 150 days. Daily longitude estimates were derived with software for processing light level data recorded by the tags, and the latitudes at which the sea-surface temperatures (SSTs) recorded by the tags best matched remotely-sensed SSTs along the longitudinal meridian was selected as the corresponding estimates. The 95-percent utilization distribution of the daily position estimates is about 1,700,000 km<sup>2</sup> and the probable core area, 50-percent utilization distribution, is only about 8 percent of that (Figure 4). The results from analyses of these archival tag data, along with those of the conventional tag data, indicate regional fidelity for bigeye within this region.

### ***Tagging of yellowfin tuna with archival tags in the eastern Pacific Ocean***

The IATTC has conducted yellowfin tuna-tagging cruises off Baja California, Mexico, during October or November of 2002 through 2006, on regularly-scheduled 10-day fishing trips aboard the *Royal Star*, a San Diego-based long-range sport-fishing vessel. This yellowfin tuna archival tagging project is a component of the Tagging of Pacific Pelagics (TOPP) program, which is one of several programs supported by the Census of Marine Life (COML). TOPP is a program using electronic tagging to study the movements of several large open-ocean animals, including yellowfin, bluefin, and albacore tunas, and the oceanographic factors influencing their behavior. In addition, TOPP provided partial funding for the tagging of yellowfin in the equatorial eastern Pacific Ocean in 2006. Data for all releases of yellowfin tagged with archival tags in the eastern Pacific Ocean are shown in Table 2. The releases in the equatorial eastern Pacific Ocean in 2003 and at the Revillagigedo Islands in 2006 (described below) were not sponsored by the TOPP program.

The release locations off Baja California were from the ridge northwest of Magdalena Bay in all years, at Guadalupe Island in 2003, at Alijos Rocks in 2003-2006 (all Southern Baja California), and off Northern Baja California in 2004-2006 (Figure 5, upper panel). Many recapture positions are off southern Baja California, but there were considerable numbers of recaptures in the vicinity of each of the release locations, several near the Tres Marias Islands, in the Gulf of Tehuantepec, and in the tropical eastern Pacific Ocean between 5° and 10°N (Figure 5, lower panel).

The times at liberty for these yellowfin ranged from 0.5 to 1,161 days, with a mean duration of 156 days. A total of 8,823 daily position estimates, with the latitudes corrected with SST-matching software, were obtained for 34 of the fish tagged and released between 2002 and 2005 that were at liberty for more than 150 days. The 95-percent utilization distribution of the daily position estimates is about 700,000 km<sup>2</sup> and the probable core area—50-percent utilization distribution—is only about 13 percent of that area (Figure 6). The results from analyses of these data, primarily for fish residing in waters off Baja California, indicate strong regional fidelity within this region.

### ***Tagging of yellowfin and wahoo in the Revillagigedo Islands Marine Reserve, Mexico***

The IATTC, in collaboration with the Instituto Nacional de Pesca of Mexico, conducted a tag-and-release project for yellowfin and wahoo (*Acanthocybium solandri*) within the Revillagigedo Islands Marine Reserve, Mexico, in February 2006, utilizing the long-range sport-fishing vessel *Royal Star*. A special permit was provided by the Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca of Mexico for the vessel, with a group of sport fishermen aboard, to conduct fishing and tagging activities for those species within the reserve. Each participating fishermen was required to purchase an archival tag, in addition to payment of the regular fare to the vessel. Yellowfin and wahoo were tagged with conventional plastic dart tags and intramuscular tags, and yellowfin were tagged with implanted archival tags. (Intramuscular tags are applied, with tagging poles, in the water, which reduces the stress to the fish, but makes it infeasible to measure them. They were used on the larger yellowfin, except those that were tagged with archival tags, and on nearly all of the wahoo.) The objectives of the project were to obtain information on the movements and behavior, including habitat utilization, for those species within the Revillagigedo Islands Marine Reserve and in areas to which they might move.

During this trip 292 yellowfin and 309 wahoo were tagged with conventional dart tags and intramuscular tags and released in the Revillagigedo Islands Marine Reserve. The weights for 194 of the larger yellowfin were estimated to range from 7 to 114 kg, with an average weight of 30 kg. Another 89 of the yellowfin were measured

aboard the vessel, using a calibrated cradle or calipers. These ranged from 52 to 184 cm in length, with an average length of 92 cm. In addition, geolocating archival tags were implanted in 38 yellowfin, ranging in length from 79 to 140 cm, with an average length of 109 cm. The weights for 272 of the wahoo were estimated to range from 4 to 25 kg, with an average weight of 11 kg. As of 31 December 2006, 27 (9.2 percent) of the 292 yellowfin with plastic dart tags and intramuscular tags, 6 (15.8 percent) of the 38 yellowfin with archival tags, and 4 (1.3 percent) of the 309 wahoo had been recaptured and their tags returned. Thirteen of the 27 recaptured yellowfin with conventional dart tags and intramuscular tags, three of the six recaptured yellowfin with archival tags, and two of the four recaptured wahoo were at liberty for more than 30 days.

One yellowfin, 110 cm in length, released with an archival tag at Clarion Island in mid-February, was at liberty for 154 days. The fish stayed in the proximity of Clarion Island for about 3 months, after which it began to move to the west. After reaching 119°W longitude, it turned to the east in early July, reaching Clarion Island after about 2 weeks. It then turned north, and a short time later it was recaptured by a purse-seine vessel in a set made on fish associated with dolphins. Another yellowfin, 129 cm in length, also released with an archival tag at Clarion Island in mid-February, was at liberty for 88 days. The fish remained in the vicinity of the Clarion Island until early April, at which time it moved a short distance to the south. It remained approximately 100 to 150 nautical miles to the south of Clarion Island for about 3 weeks, and then began to move to the northeast, where it was ultimately recaptured in mid-May by a purse-seine vessel in a set made on unassociated tunas.

### **DISCARDS AND BYCATCHES IN THE PURSE-SEINE FISHERY FOR TUNAS**

IATTC observers began to collect information on discards and bycatches during purse-seine fishing operations in late 1992, and this program continued through 2006. In this subsection “retained catches” refers to fish that are retained aboard the fishing vessel, “discards” to commercially-important tunas (yellowfin, skipjack, bigeye, bluefin, and albacore) that are discarded dead at sea, “bycatches” to fish or other animals, other than commercially-important tunas, that are discarded dead at sea, and “total catches” to the sums of the first three categories. The data collected during previous years are routinely reviewed, and revised when appropriate. Information on the coverage of sets by vessels with fish-carrying capacities of more than 363 metric tons on tunas associated with dolphins and with floating objects and on unassociated tunas is given in Table 3. Column 3 of this table lists the numbers of sets in all the data bases for which estimates of the bycatches and discards have been calculated, and Column 4 lists the total numbers of sets that were made. (For several reasons, the data in column 4 of this table do not exactly match those in Table A-8 of IATTC Fishery Status Report 5.) Although the coverage of vessels with observers is incomplete, it is adequate for most statistical purposes.

The discards and bycatches on trips of vessels with observers aboard were estimated by

$$\text{DISCARDS} = (\text{discard/set}) \times \text{SETS}$$

and

$$\text{BYCATCHES} = (\text{bycatch/set}) \times \text{SETS},$$

where DISCARDS and BYCATCHES = discards and bycatches for all trips with observers aboard, discard/set and bycatch/set = discards and bycatches per set for all sets for which IATTC observers collected discard and bycatch data, and SETS = all sets for trips with observers aboard (Table 3: Column 4). These estimates are less than they would be if data for smaller vessels, which fish almost entirely on unassociated schools and floating objects, were included.

#### ***Discards and bycatches of tunas***

Estimates of the discards of commercially-important tunas and the bycatches of black skipjack tuna, bullet tuna, and bonito by vessels with observers are shown in Table 4a. Discards are always wasteful, as they reduce the recruitment of catchable-size fish to the fishery and/or the yield per recruit. Catching small yellowfin and bigeye, even if they are retained, reduces the yields per recruit of these species.

### ***Bycatches of other species***

Estimates of the bycatches of animals other than commercially-important tunas are shown in Tables 4b and 4c. The bycatches of nearly all species except dolphins are greatest in sets on fish associated with floating objects, intermediate in sets on unassociated schools of fish, and least in sets on fish associated with dolphins. Billfishes, dorado (*Coryphaena* spp.), wahoo (*Acanthocybium solandri*), rainbow runners (*Elagatis bipinnulata*), yellowtail (*Seriola lalandi*), and some species of sharks and rays are the objects of commercial and recreational fisheries in the EPO. The sea turtles caught by purse-seine vessels include olive ridley (*Lepidochelys olivacea*), green (*Chelonia mydas*), leatherback (*Dermochelys coriacea*), hawksbill (*Eretmochelys imbricata*), and loggerhead (*Caretta caretta*) turtles, all of which are considered to be endangered or threatened. (Most of these are released in viable condition; Table 4c includes only the turtles that were killed or had sustained injuries that were judged likely to lead to death.) The information available on the biology of the species of fish listed in Table 4c is insufficient to determine the effects of their capture by the purse-seine fishery.

### **LENGTH FREQUENCIES OF YELLOWFIN TUNA CAUGHT BY SMALL VESSELS**

#### ***Overview***

A preliminary analysis of yellowfin length-frequency data for the 2002-2006 period was performed to explore the feasibility of using this type of data to identify “small” vessels (vessels with fish-carrying capacities less than or equal to 363 metric tons (t)) that may have been setting on tunas associated with dolphins. Length-frequency data of “large” vessels (vessels with fish-carrying capacities greater than 363 t) were used to build a classification algorithm for predicting the purse-seine set type for a length-frequency sample: dolphin-associated yellowfin (“dolphin sets”) versus yellowfin not associated with dolphins (“other sets”). This two-class classification algorithm was then used to screen the length-frequency samples of small vessels, assuming that the fishing dynamics of large and small vessels are similar.

#### ***Data***

Two sources of data were used in this analysis. The first was yellowfin length-frequency samples and accompanying information collected as part the IATTC’s regular sampling program for all vessels. The second was yellowfin length-frequency samples and accompanying information collected as part of the NOAA-funded additional sampling program for small vessels, which began in January 2006. For both data sources, each sample represents length information on a collection of fish taken from a particular well of a vessel, plus additional information on the location, date, and type of set in which the fish that went into the well were caught. Data for the 2002-2006 period were used in this analysis. Prior to analysis, the lengths were converted to ages (in months), assuming that there were 14 cohorts represented in each sample.

#### ***Method of analysis***

The analysis of the yellowfin age data involved three steps. The first step was to build a classification algorithm to predict the sample set type, using the data for large vessels. (Samples obtained from small vessels could not be used to build the classification algorithm because no fish that were sampled were reported to have been caught in dolphin sets.) This was done with the algorithmic technique “random forests,” which is an extension of classical classification and regression trees that generates predictions based on a large collection of trees (a “forest”) instead of a single tree. The variables used to predict the sample set type were: the proportion of fish in each of eight age intervals, and the year, month, and area in which the fish in the sample were caught. The second step was to predict the set type (dolphin or non-dolphin) for the data for small vessels, and compute “residuals” from these predictions. For each sample, the residual is simply the negative of the proportion of trees in the random forest predicting the sample to be from dolphin sets. The final step is to determine if “unusual” residuals were concentrated within certain vessels, a possible indication of fishing on tunas associated with dolphins. Residuals were considered unusual when most of the trees in the random forest classified the sample as coming from dolphin sets, but the

reported set type was non-dolphin. For each small vessel, the probability of obtaining as many or more unusual residuals, out of the number of samples available for that vessel, was computed, using a binomial distribution. These probabilities are referred to as “per-vessel” probabilities.

### **Results**

Classification errors for predicting the sample set type of large vessels are shown in Table 5. The greater the proportion of older fish in a sample, the more likely it was to be classified as being from one or more dolphin sets (Figure 7). A summary of the per-vessel probabilities of small vessels is shown in Figure 8. It is clear from Figure 8 that for those small vessels represented in the data of this analysis, many have few or no unusual residuals (per-vessel probabilities near or at 1.0), while a few small vessels have a relatively greater number of unusual residuals (per-vessel probabilities near 0.0). The samples of those small vessels with the smallest per-vessel probabilities would be considered the most unusual, and worthy of further analysis.

### **Summary and future considerations**

In summary, it has been demonstrated that yellowfin length-frequency data are useful for building a classification algorithm for the set type associated with samples from large vessels. Assuming that the fishing dynamics of large vessels are similar to those of small vessels, this analysis has demonstrated an approach for identifying unusual length-frequency data of small vessels that could then be subject to further analysis. Because the wells of individual vessels may contain catches from single sets or multiple sets, the results of an analysis such as this cannot be used to estimate the percentage of small vessel *sets* with unusual data.

There are two points that will be considered in future analyses. First, a comparable classification algorithm will be built on the raw length-frequency data, once a method has been developed to obtain approximate random samples of lengths from size-sorted samples. Based on preliminary results of length-based and age-based classification algorithms built on non-size-sorted samples, the overall properties of the classification algorithms and the behavior of the residuals are anticipated to be very similar between the two approaches. However, the results may differ for some specific vessels. Second, the percent species composition in the well (*e.g.* yellowfin, other tunas) will be used as a predictor in the classification algorithm. The percentage of yellowfin in the well was not used in this preliminary analysis because composition data from the additional sampling program were not available at the time that this report was prepared.

### **ECOSYSTEM STUDIES**

Information on predator-prey dynamics is important for understanding the effects of ecological relationships on tuna production. Standardized ratios of the stable isotopes of carbon, *i.e.*  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ ), and of nitrogen, *i.e.*  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ ), provide useful ecological information about the food web. The nitrogen isotopic composition of marine fauna is particularly sensitive to trophic level, and the carbon isotopic composition of zooplankton and consumers often reflects the algal sources of production, with high  $\delta^{13}\text{C}$  values associated with rapidly-growing diatoms characteristic of upwelling and blooms. In this study,  $\delta^{15}\text{N}$  isotope values are being used to estimate the trophic levels occupied by the tunas, other predators, their prey, and plankton, while  $\delta^{13}\text{C}$  values serve to identify different sources of primary production and to distinguish rapid production associated with upwelling. The combination of  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  serve to map different regions of primary and secondary production in the Pacific Ocean.

Samples of the body tissues and stomach contents of the tunas and associated pelagic fishes have been taken aboard tuna-fishing vessels Pacific-wide. Samples of plankton, particulate organic matter, and small fishes and cephalopods have also been collected opportunistically on scientific cruises. The diet composition of the pelagic predators is being estimated by analyzing the stomach contents, and broader-scale depictions of the trophic structure in different regions of the equatorial Pacific are being derived from carbon and nitrogen stable isotope analyses of the predators, prey, and plankton. The combination of stomach contents and stable isotopic composition provides a comprehensive description of trophic level variation by size, species, and region of collection. Dietary components of predators determined from stomach-contents analysis can be adjusted to correspond to stable isotope mass balance. In addition, the distribution of stable isotopes in fast turnover (liver) and slow turnover (muscle)

tissues of the tunas are being used to estimate broad-scale residency and movement patterns in the equatorial Pacific. Experiments on captive tunas were conducted at the Hawaii Institute of Marine Biology to validate the hypothesis that tissues with different turnover rates have different isotope signatures, which can reflect feeding and movement histories. A manuscript about the turnover experiments was drafted in 2006.

Observers aboard some of the tuna purse-seine vessels that departed from ports in Ecuador and from Mazatlán, Mexico, took samples for the study during 2003-2005. The samples consisted of stomachs, liver tissue, and muscle tissue from the tunas and other fishes captured during certain sets. The stomach samples enable the scientists to quantify the species composition of the diet, based on the most recent meal. The stable C and N isotope compositions of the muscle and liver tissues were measured at the Stable Isotope Biogeochemical Laboratory at the University of Hawaii, using mass spectrometers.

Sampling by observers at sea was terminated at the end of 2005. Fauna from 272 sets made during 64 trips on purse-seine vessels fishing in the eastern Pacific Ocean (EPO) had been sampled since the beginning of the project in 2003. The locations of the sets were widely distributed, from 32°N to 17°S and from 73°W to 164°W. The observers excised stomach, white muscle, and liver samples from the tunas and bycatch species at sea, and collected whole specimens of several small non-target fishes that associate with floating objects.

Samples were also collected for this project by personnel of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) Protected Resources Division, Southwest Fisheries Science Center (SWFSC), aboard the research vessels *David Starr Jordan* and *McArthur II* during the *Stenella* Abundance Research (STAR) project in 2006. Samples of zooplankton were collected by bongo net, and the contents of one side of the paired net were frozen for stable isotope analysis. Fishes were collected on an opportunistic basis, using trolling and hook-and-line gear, and their stomachs and samples of their livers and white muscle were removed and frozen. In addition, prey fishes and squids were collected by the scientific personnel, using dipnets and hook-and-line gear, and frozen. The dipnet collections included numerous mesopelagic fishes of the family Myctophidae, an important component of the ecosystem. Stable isotope analysis of these samples will be conducted as the budget permits.

Processing of the stomach samples by personnel of the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), La Paz, Mexico, was finished during 2006. The diet data from the stomach-content analyses during the entire three-year project, conducted by students in La Paz and in Manta, Ecuador, are being standardized and compiled into a master data base. Stable isotope analysis of samples from the EPO was continued during 2006 at the University of Hawaii.  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  isotope data have been obtained for 115 samples of yellowfin, 67 samples of skipjack, and 76 samples of bigeye tuna, 56 samples of wahoo (*Acanthocybium solandri*), 44 samples of dorado (*Coryphaena hippurus*), 38 samples of rainbow runner (*Elagatis bipinnulata*), 43 samples of sharks (*Carcharhinus* spp.), 21 samples of billfishes (*Makaira* spp. and *Tetrapturus* spp.), 7 samples of frigate and bullet tuna (*Auxis* spp.), 45 samples of flyingfishes (Exocoetidae and Hemiramphidae), 72 samples of lanternfishes (Myctophidae), and 60 samples of squids (Cephalopoda). In addition, stable isotope data were obtained for 231 zooplankton samples, comprising copepods, amphipods, chaetognaths, and euphausiids. The zooplankton isotope analyses were conducted by Ms. Gladis López-Ibarra, a graduate student at CICIMAR, for her Ph.D. research (see IATTC Annual Report for 2004), in conjunction with scientists at the University of Hawaii. The flyingfishes, lanternfishes, squids, and zooplankton were collected during the STAR Project in 2003 by personnel of the Protected Resources Division, NMFS, SWFSC, aboard the research vessels *David Starr Jordan* and *McArthur II*. The frigate and bullet tuna, flyingfishes, lanternfishes, and squids are common prey of several pelagic predators, and the zooplankton are the prey of organisms that occupy the middle trophic levels of the ecosystem. These data are being analyzed to better understand trophic pathways in the food webs.

Since the beginning of the project, about 2,800 samples of predators, prey, and particulate organic matter have been analyzed for stable isotope content Pacific-wide. Species-specific  $\delta^{15}\text{N}$  maps of the white muscle isotope values of tropical tunas in the entire equatorial Pacific show spatially-explicit patterns of trophic dynamics in the pelagic ecosystem and small-scale residency. If a predator migrated extensively throughout these regions, then little geographical isotopic variation would be expected because regional  $\delta^{15}\text{N}$  differences would be integrated in the body tissues of the tunas over space and time. However, the spatial variability of  $\delta^{15}\text{N}$  is high (12 parts per thousand range), implying that the tropical tunas exhibit a considerable level of regional residency.

The  $\delta^{15}\text{N}$  values of the zooplankton samples in the EPO exhibited the same geographical trend as the  $\delta^{15}\text{N}$  values of yellowfin white muscle (Figure 9), providing further evidence that the aforementioned geographical variability is due to variability in the  $\delta^{15}\text{N}$  at the base of the food web. The  $\delta^{15}\text{N}$  values of yellowfin white muscle and zooplankton were compared to derive estimates of yellowfin trophic level over a range of latitudes in the EPO, and the estimates agreed well with trophic level estimated by compound-specific stable isotope analysis (CSIA) of individual amino acids in yellowfin tuna. The IATTC Annual Report for 2005 provides details of the study using CSIA techniques on yellowfin tuna in the EPO, which was to be published with selected papers from an international conference on "Isotopes as Tracers of Ecological Change," held in Tomar, Portugal, in March 2006.

In 2006, an analysis was begun, using generalized linear models (GLMs) and generalized additive models (GAMs), to assess the importance of environmental variables and sample location in explaining the spatial variation in  $\delta^{15}\text{N}$  of mesozooplankton (a proxy for the base of the food web) in the tropical EPO. Spatial relationships between the  $\delta^{15}\text{N}$  of mesozooplankton (mostly copepods), small myctophid fishes, flyingfishes, and squids will be examined in relation to the spatial distribution of the  $\delta^{15}\text{N}$  of their predators. Inferences about the trophic levels of the upper-level predators are derived by comparisons of the spatial patterns of the  $\delta^{15}\text{N}$  of the predators, prey, and mesozooplankton proxy for the base of the food web. Preliminary results indicate that yellowfin tuna have consistently higher trophic status at lower latitudes (*e.g.* 5-10°N) than at higher latitudes (*e.g.* 20-25°N), a pattern which is not consistently corroborated by stomach contents data.

A short-term study was initiated during the fourth quarter of 2006 to examine the stomach contents of recently-captured yellowfin tuna to detect possible changes in their foraging behavior relative to 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, and some prey impart considerable predation pressure on animals that occupy the lower trophic levels (including the early life stages of the apex predators). 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. The results were to be analyzed in 2007, after the stomach samples had been processed.

## EARLY LIFE HISTORY STUDIES

For many years fisheries scientists have believed that the abundance of a population of fish is determined principally during its early life history (egg, larval, and/or early-juvenile) stages. Although decades of research have provided considerable information on the populations of adult tunas, relatively little is known about the early life history stages and the factors that affect their recruitment to the exploitable stocks. These considerations motivated the IATTC to establish a research facility at Achotines Bay in the Republic of Panama for the purpose of studying the early life histories of tunas.

Achotines Bay is located on the southern coast of the Azuero Peninsula in the Los Santos province of Panama (IATTC Annual Report for 2001: Figure 15). The continental shelf is quite narrow at this location; the 200-m depth contour occurs only 6 to 10 km (3 to 5 nm) from shore. This provides the scientists working at the Achotines Laboratory with ready access to oceanic waters where spawning of tunas occurs during every month of the year. The annual range of sea-surface temperature in these waters is approximately 21° to 29°C. Seawater pumped from Achotines Bay is suitable for maintaining live tunas in the laboratory. The proximity of the research station to the study area provides a low-cost alternative to a large research vessel, and improves sampling flexibility.

The IATTC's early life history research program involves laboratory and field studies aimed at gaining insight into the recruitment process and the factors that affect it. Previous research on recruitment of fishes suggests that abiotic factors, such as temperature, wind conditions, and salinity, and biological factors, such as feeding and predation, can affect recruitment. As the survival of pre-recruit fishes is probably controlled by a combination of these factors, the research program addresses the interaction between the biological system and the physical environment (IATTC, Data Report 9).



## ***Studies of yellowfin tuna***

### ***Yellowfin broodstock***

Beginning in 1996, yellowfin, *Thunnus albacares*, in the size range of 2 to 7 kg have been collected in nearshore waters adjacent to the Achotines Laboratory to maintain a broodstock population in the laboratory. Standard procedures have been used to transport, handle, tag, weigh, and measure the newly-captured fish. Each fish has been tagged with a microchip implant tag in the dorsal musculature and injected with oxytetracycline (OTC) to establish a temporal mark in the otoliths and vertebrae. The tags allow each fish to be identified throughout its life in captivity, and injection with OTC facilitates studies of the growth of the fish. All fish have been immersed in dilute solutions of formalin and sodium nifurstyrenate (NFS), an antimicrobial agent, for several hours to treat any skin infections caused by capture and handling.

The diet of the yellowfin broodstock in Tank 1 was monitored to ensure that it provided enough energy to fuel high growth rates and spawning, but did not cause excess fat deposition. The feeding behavior of the fish and estimates of their biomass were used as guidelines for determining the daily ration schedules. Information on the proximate composition (protein, moisture, fat, and ash) of the food organisms and the broodstock fish (obtained by a laboratory in Aguadulce, Panama, from samples of each taxon of the food organisms and from yellowfin that occasionally died or were sacrificed) were used to adjust the feeding. The food organisms included squid (*Loligo* spp. or *Illex argentinus*), anchovetas (*Cetengraulis mysticetus*), thread herring (*Opisthonema* spp.), and bigscale anchovy (*Anchovia macrolepidota*), and the diet was supplemented with vitamin and bile powders. On average, the anchovetas contained about 64 percent more calories and the thread herring about 116 percent more calories than the squid. By adjusting the quantities and proportions of squid and fish in the diet, the amount of food was kept high enough to avoid frenzied feeding activity, while not greatly exceeding the requirements for metabolism, growth, reproduction, and waste losses.

During the year no additional yellowfin were transferred to Tank 1. At the end of the year there were 16 fish in Tank 1, 4 stocked during 2003, 10 during 2004, and 2 during 2005; 5 of these had been implanted with archival tags, as part of an experiment described in the subsection entitled ***Experiments at the Achotines Laboratory***. Nine mortalities occurred during the year, one due to starvation, six to wall strikes, and two to unknown causes. Growth models were fitted to the length and weight data of the fish at the time of placement into the tank and at the time that they were sacrificed or died. Daily estimates of the lengths and weights were calculated from the growth models. The estimates of the weights of the broodstock fish are based on a revised analysis of growth of the fish in Tank 1. The revised analysis indicates that the growth for the broodstock fish during 2000-2006 was slower than that of those held during 1996-2000 in the same tank. The estimated length and weight ranges of the 16 fish at the end of the year were 125-142 cm and 43-59 kg, respectively. At the end of the year the density of the fish in Tank 1 was estimated to be 0.60 kg per cubic meter, which is slightly higher than the original target stocking density of 0.50 kg per cubic meter for the broodstock population.

The yellowfin in Tank 2 were held in reserve to augment the broodstock population in Tank 1, should that become necessary. At the end of September, prototype archival tags were implanted into eight (5- to 8-kg) yellowfin tuna in Tank 2 to test tag performance after one and two months in captivity. The tags were recovered during October and November and sent to the manufacturer for analyses. During December Tank 2 was restocked with 12 newly-captured 2- to 5-kg yellowfin tuna, which were to be implanted with archival tags and transferred to Tank 1 during early 2007.

### ***Yellowfin spawning***

During 2006 the yellowfin in Tank 1 spawned daily from January through June, spawned intermittently during July, and resumed near-daily spawning in August and September. Spawning occurred daily from October through December, except for a 2-week period in October, a 2-week period in November, and a 1-week period in December. The cessations in spawning during the year were caused by small, episodic decreases in water temperature. The water temperatures in the tank ranged from 23.5° to 29.7°C during the year, and spawning occurred within the entire temperature range. Spawning occurred as early as 2:40 p.m. and as late as 00:30 a.m.. The spawning events were usually preceded by courtship behavior (paired swimming and chasing).

The numbers of fertilized eggs collected after each spawning event in Tank 1 ranged from about 1,000 to 2,080,000. The eggs were collected by several methods, including siphoning and dipnetting at the surface and seining with a fine-mesh surface egg seine.

The following parameters were recorded for each spawning event: time of spawning, egg diameter, duration of egg stage, hatching rate, lengths of hatched larvae, and duration of yolk-sac stage. The weights of the eggs, yolk-sac larvae, and first-feeding larvae and the lengths and selected morphometrics of the first-feeding larvae were periodically measured. These data are entered into a data base for analysis of spawning parameters and the physical or biological factors that may influence spawning (e.g. water temperature, salinity, lunar cycle, average size of the spawning fish, and average daily ration of the spawning fish).

#### ***Laboratory studies of the growth and feeding of yellowfin larvae and juveniles***

During 2006, one rearing trial of yellowfin larvae and juveniles was conducted. During May, yolk-sac larvae were stocked in 720-L tanks, and at juvenile transformation (at a standard length of about 20 mm) they were transferred to a 10,000-L tank. The larvae were fed a sequential diet of enriched rotifers, enriched *Artemia*, and yolk-sac yellowfin larvae. The juveniles were maintained on a diet of yellowfin larvae, minced bigscale anchovy (*Anchovia macrolepidota*), and artificial pellet feed. About one dozen fish survived to at least 8 weeks after hatching, at which time they had reached a size of approximately 7-8 cm standard length. Further rearing trials of early-juvenile yellowfin, using artificial diets, are planned during 2007.

#### ***Laboratory studies of the temperature tolerance of yellowfin eggs and larvae***

Two experiments were conducted during 2006 to determine the lower lethal water temperature during egg development, hatching, and post-hatching of yellowfin tuna. These experiments, along with those conducted during 2004 and 2005 (IATTC Annual Reports for 2004 and 2005), were designed to examine the physical limits for the distribution of eggs and larvae in the ocean. Two trials were conducted during 2006 at low water temperatures of 19.0 to 20.3°C (mode = 19.7°C; mean = 19.6°C) and 19.9 to 21.2°C (mode = 20.8°C; mean = 20.6°C). During the trial at a mean water temperature of 19.6°C, egg development appeared normal, but hatching was delayed or did not occur, and the survival of the yolk-sac larvae was poor relative to the larvae in the control tanks at an ambient water temperature range of 24.4 to 25.3°C. During the trial at a mean water temperature of 20.6°C, hatching was delayed, but the eggs and yolk-sac larvae developed normally and the survival of the larvae was comparable to that of those in the control tanks for up to 12 hours after hatching.

#### ***Laboratory studies of density-dependent growth and survival of yellowfin eggs and larvae***

Several experiments were conducted with yellowfin eggs and larvae during 2006. These experiments were designed to examine the effects of fish stocking density on the growth of late-stage larvae, and also to determine the optimum conditions for rearing yellowfin eggs to the stage of first-feeding larvae.

During May, an experiment was conducted to estimate the density-dependent growth of late-stage yellowfin larvae between 15 and 21 days after hatching. Previous experiments had been conducted to estimate the density-dependent growth of larvae during the first 3-18 days of feeding, and the results indicated that the larvae grow more rapidly when they are maintained at lower densities. Preliminary results of the experiment with the late-stage larvae indicated similar density effects on growth (in both length and weight) four days after the beginning of the experiment (19 days after hatching), but the effects on growth at 21 days after hatching were inconclusive. Further experiments will be conducted in 2007 to examine the effect of density on growth in early-juvenile yellowfin.

Six experiments were conducted during June and July to determine the optimum conditions for rearing yellowfin eggs to the stage of first-feeding larvae. The main purpose of these experiments was to test the protocols routinely used in the rearing of yellowfin larvae at the Achotines Laboratory. The trials produced data for examining the effects of transfer stage, turbulence rate, and larval density on survival of eggs and yolk-sac larvae.

The transfer stage experiment compared methods for the transfer of larvae from egg incubation tanks to larval rearing tanks. One group of larvae was transferred during the egg stage and the other group was transferred after hatching. Three 714-L experimental tanks were stocked with eggs at about 12 eggs/L and three tanks were stocked

with newly-hatched yolk-sac larvae at about 10 larvae/L. The survivors were then counted at the first feeding stage. Two trials were conducted, and the preliminary results indicated that there was no significant difference between the survival rates of the two groups.

Two trials were conducted to examine the effect of turbulence on survival during the yolk-sac larval stage. The first trial compared the survival of yolk-sac larvae under high turbulence to those under low turbulence. (The low-turbulence level is routinely used in rearing of yolk-sac yellowfin larvae at the Achotines Laboratory). The turbulence levels were created by adjusting the levels of aeration. The second trial compared survival at three different turbulence levels; a high and a low level created with aeration, and an even lower level created only by the current resulting from water inflow. In both trials the larvae were stocked in 714-L experimental tanks at densities of 6/L. The larvae reared under the low turbulence conditions had better overall survival rates than did those subjected to the high turbulence level, but the survival rates at the two low-turbulence levels were not significantly different.

The final two experiments were designed to examine the effect of density on the survival of eggs and of yolk-sac larvae. The first trial compared the survival of eggs stocked at 150/L (the normal protocol at the Achotines Laboratory) versus that at 300/L. Survival was determined after hatching. The results indicated no significant difference in hatching success between the two stocking densities. The final experiment compared the survival of yolk-sac larvae reared at four different densities: 5/L, 10/L, 20/L, and 40/L. In this trial, the mean percentage survival ranged from 48.2 to 67.6 percent, with the lowest survival rate at a stocking density of 20 larvae/L and the highest survival rate at 10 larvae/L.

Further analyses are being conducted on the results from these experiments. The analyses will identify the optimum conditions for rearing yellowfin eggs and yolk-sac larvae.

### ***Studies of muscle development in yellowfin larvae and juveniles***

Dr. Kathryn Dickson, a professor in the Department of Biological Science at California State University at Fullerton and Ms. Juleen Dickson (no relation), one of Dr. Dickson's MS candidates, conducted analyses of muscle development in yellowfin larvae and juveniles during June and July. They gathered samples and data from larvae and juveniles reared in the laboratory for Dr. Dickson's research and Ms. Dickson's thesis. The objective of their research is to determine when and how the internalized slow-oxidative, red locomotor muscle first develops in tunas. They are identifying red muscle fibers in a developmental series of larval and juvenile yellowfin (approximately 5 to 75 mm in length), using immunohistochemistry (labeling with red muscle-specific antibodies) and/or histochemistry (using mitochondrial marker enzymes).

### ***Genetic studies of captive yellowfin***

Genetic samples have been taken from broodstock yellowfin and their eggs and larvae to determine the amount of genetic variation in both adults and their offspring. This study is being carried out by scientists of the IATTC and the National Research Institute of Far Seas Fisheries of Japan. Any new broodstock fish that are introduced to the captive population are sampled for genetic analysis. During any time period an analysis of genotypic variation can be conducted on samples taken from broodstock, eggs, and larvae. The spawning profiles of the females can be determined by observing the occurrence of their genotypes in the offspring. The genetic analysis of the yellowfin broodstock, eggs, and larvae conducted through 2001 was described in a scientific paper published in 2003. Sampling of the broodstock was continued in 2006, and the samples will be analyzed in 2007.

### ***Studies of copepod cultures***

Mr. Santiago Cambefort and Achotines staff members worked with copepod (*Acartia* spp.) cultures at the Laboratory from August through October. Mr. Cambefort, a Panamanian citizen, studied at the Escuela Politécnica (ESPOL) in Guayaquil, Ecuador, and is completing his thesis work on *Acartia* spp. at the Achotines Laboratory. The goal of this work is to develop methods for the mass production of copepod cultures, which will be useful to produce food for larval tunas during rearing trials and experiments.

Experiments were conducted to determine the optimal diet and proportions of three species of microalgae for maximum production and survival of *Acartia* spp. Results from the experiments indicated that dietary requirements

for survival and production are stage specific for *Acartia* spp. A diet of a mixture of *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana affinis*, and *Tetraselmis tetrahele* in a proportion of 2:1:1, respectively (50,000 cells/ml total fed daily) resulted in significantly greater egg production and survival in adult copepods than with other diets tested. In another experiment, eggs of *Acartia* spp. were harvested and cultured with four different diets of microalgae. Nauplii grew faster to the copepodite stage within three days, and survival was significantly greater when fed a diet of only *Isochrysis galbana*. The survival and growth of the nauplii were reduced with the other diets, including a mixed diet of the three microalgae.

### ***Workshop on rearing pelagics***

The University of Miami and the IATTC held their fourth workshop on “Physiology and Aquaculture of Pelagics, with Emphasis on Reproduction and Early Developmental Stages of Yellowfin Tuna,” on 19-26 July 2006. The organizers were Dr. Daniel Margulies (IATTC), Dr. Daniel Benetti, Director of the Aquaculture Program of the Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science (RSMAS), University of Miami, and Mr. Vernon P. Scholey (IATTC), with the latter two serving as primary instructors. The participants were Mr. Miles Wise of Clean Seas Tuna (a Stehr Group company) in Australia, Mr. Manuel McIlroy, a graduate student at Florida Atlantic University, and four graduate students at the University of Miami, Messrs. Donald Bacoat, Fernando Cavalin, Bristol Denlinger, and Don Gentile, all of whom took the course for credit. A fee for the participants covered the expenses of putting on the workshop. Mr. Amado Cano and several members of the IATTC staff at the Achotines Laboratory also participated in portions of the workshop. As part of the workshop, yellowfin and snapper larvae were cultured from the egg stage through the 10th day of feeding. (Some larval cultures had been initiated prior to the workshop.)

### ***Spawning and rearing of spotted rose snappers***

The work on spotted rose snappers, *Lutjanus guttatus*, is carried out by the Dirección General de Recursos Marinos y Costeros (DGRMC) de Panamá.

During 2006, two separate broodstocks of snappers were kept in two 85-m<sup>3</sup> tanks. The first consisted of individuals from the original broodstock caught in 1996. This broodstock population remained stable at 15 fish during the year. These fish spawned intermittently (usually once per week) from January through September, and spawned several times per week from October through December.

The second group consisted of 25 individuals from a group bred at the Laboratory from eggs obtained from spawning in 1998. These fish spawned intermittently (less than once per week) from January through September, and spawned about once per week from October through December.

During March 2006 juvenile snappers resulting from eggs hatched on October 4 and 5, 2005, were transferred to the Islas Perlas in the Gulf of Panama for cage-culture trials, as part of the DGRMC culture program.

Another group of snapper larvae was hatched in mid-July and reared to the juvenile stage. The juveniles were transported to several off-site locations in Panama and stocked in either ponds or floating cages during November.

In October a third group of larvae was reared from fertilized eggs. At the end of the year there were 1,700 juveniles remaining from this group. They will be used in experiments during the first quarter of 2007 to determine the appropriate densities for optimal survival during and after transport to off-site rearing locations in Panama.

## **STOCK ASSESSMENTS OF TUNAS AND BILLFISHES**

Background Papers describing stock assessments of yellowfin, skipjack, and bigeye tuna, and a study of the stock structure of swordfish, conducted by the IATTC staff during 2006 were to be presented at the 75th meeting of the IATTC in June 2007, and these were to be published as Stock Assessment Report 8 of the IATTC in late 2007.

## **SHARKS**

Large numbers of sharks have been taken as bycatches during purse-seine sets for tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO), especially those on tunas associated with floating objects. There is much concern about the viability of shark populations worldwide, but little is known about the historical or current abundance of any species.

### ***Trends in the bycatches of silky and oceanic whitetip sharks***

Silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, are the most commonly-caught species of shark in the purse-seine fishery for tunas in the EPO. Dr. Mihoko Minami, a statistician at the Institute of Statistical Mathematics and the Graduate University for Advanced Studies in Tokyo, Japan, and an IATTC staff member have carried out an analysis of the bycatch rates of silky sharks in floating-object sets of purse seiners. Because of the existence of a large percentage of purse-seine sets with no bycatch of silky sharks, but also sets with large bycatches, the bycatch rate (numbers of sharks per set) was modeled using a zero-inflated negative binomial model. Smoothing splines were used to capture non-monotonic relationships between the bycatch rate and variables such as latitude, longitude, and calendar day. Variables describing the local environment, such as sea-surface temperature and measures of local biomass (e.g. amount of tunas encircled) were also included in the models. Two proxies for density of floating objects were also included to capture the effects of their density during the 1994-2006 period on the bycatch rates. To try to ensure complete sampling of species aggregations, analysis was restricted to floating-object sets that captured one or more individuals of any of the three target species of tunas (yellowfin, skipjack, and bigeye).

Estimates of indices of relative abundance of silky sharks based on the data for floating-object sets show clear decreasing trends for large (>150 cm total length) and medium-sized sharks (90-150 cm total length) over the 1994-2006 period, as shown in Figure 10.

It is not known whether the decreasing trend is due to fishing, changes in the environment (perhaps associated with the 1997-1998 El Niño event), or other processes. The decreasing trend in the indices of relative abundance based on floating-object set data is not believed to be due to changes in the density of floating objects, because, as stated above, proxies for density of floating objects were included in the statistical model.

The above results are consistent with a preliminary study of silky shark bycatch rates in unassociated sets and dolphin sets. Whereas it is believed that silky sharks may be attracted to floating objects, silky sharks that are caught in unassociated sets, and particularly in dolphin sets, may have been caught simply by chance. Therefore, comparing the temporal trends of shark bycatch from floating-object sets to that from unassociated sets and dolphin sets can be informative. Unstandardized trends in bycatch rates of silky sharks in unassociated and dolphin sets show decreases over the 1994-2006 period. However, the distributions of silky shark bycatch per set in unassociated and dolphin sets are extremely right-skewed, making it difficult to develop standardized trends for bycatch rates for these data. Methods for estimating standardized trends for these set types are still being explored.

The unstandardized trends for bycatches of oceanic whitetip sharks (*C. longimanus*), the second most commonly-caught shark species in this fishery, show decreases during the 1994-2006 period for each of the three purse-seine set types. The distributions of oceanic whitetip bycatch per set in all three purse-seine sets types are also extremely right-skewed, and methods for estimating standardized trends for bycatch rates for these data are still being explored.

### ***Evaluating time-area closures for reducing the bycatches of silky sharks***

In 2006, IATTC staff members, in collaboration with Drs. Timothy Essington and Ray Hilborn and graduate student Jordan Watson, all of the University of Washington, began a study of the spatial distribution of sharks in the EPO. A preliminary analysis of the temporal frequency of areas of high bycatches of silky sharks in purse-seine sets on floating objects has been conducted. The results of this study will be useful for determining the effectiveness of area-time closures as a means of mitigating shark bycatches. Preliminary 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 catches of tunas 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.

### ***Shark attraction study for reducing shark bycatch***

One approach to reducing bycatches of sharks would be to determine whether the use of a bait attractant can draw sharks away from a floating object prior to making a set near it. In 2006 the IATTC staff began a feasibility study, with funding for material from the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS), to test whether chum,

chemical lures, and/or acoustic lures can be effective in reducing shark bycatch. While it is well known that sharks can be attracted with bait, the key questions for this study are (1) whether the bait station is more attractive to the sharks than a floating object, (2) whether the sharks can be attracted without the tunas being attracted as well, and (3) whether the use of bait stations is practical and efficient within the constraints of a purse-seine fishing operation.

### ***Tissue sampling for determination of large-scale stock structure***

In 2006, in cooperation with Dr. Russ Vetter of the NMFS, the NMFS and the IATTC initiated a sampling program to collect and archive tissue samples from large fishes, including sharks and rays, for future genetic analyses. The samples are collected by IATTC observers during normal fishing trips and stored in Dr. Vetter's laboratory. 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, but is generally lacking throughout the Pacific Ocean.

## **DOLPHINS**

Yellowfin tuna in the size range of about 10 to 40 kg frequently associate with marine mammals, especially spotted dolphins (*Stenella attenuata*), spinner dolphins (*S. longirostris*), and common dolphins (*Delphinus delphis* and, to a lesser extent, *D. capensis*) in the eastern Pacific Ocean (EPO). The spatial distributions of the various stocks of these four species are shown in Figure 11. (*D. capensis* probably occurs only within the range of the northern stock of common dolphins.) Purse-seine fishermen have found that their catches of yellowfin in the EPO can be maximized by searching for herds of dolphins or flocks of seabirds that frequently occur with dolphins and tunas, setting their nets around the dolphins and tunas, retrieving most of the net, "backing down" to enable the dolphins to escape over the corkline of the net, and finally retrieving the rest of the net and bringing the fish aboard the vessel. The incidental mortality of dolphins in this operation was high during the early years of the fishery, but after the late 1980s it decreased precipitously, and it has averaged less than 2,000 animals per year since the mid-1990s (Figure 12), a level insignificant relative the estimated total population of these species.

### ***Estimates of the mortality of dolphins due to fishing***

The estimate of the incidental mortality of dolphins in the fishery in 2006 is 886 animals (Table 6), a substantial decrease relative to the 1,151 mortalities recorded in 2005. The mortalities for 1979-2006, by species and stock, are shown in Table 7, and the standard errors of these estimates are shown in Table 8. The estimates for 1979-1992 are based on a mortality-per-set ratio. The estimates for 1993-1994 are based on the sums of the IATTC species and stock tallies and the total dolphin mortalities recorded by the Mexican program, prorated to species and stock. The mortalities for 1995-2006 represent the sums of the observed species and stock tallies recorded by the IATTC and national programs. The mortalities for 2001-2003 have been adjusted for unobserved trips of vessels with carrying capacities greater than 363 metric tons. The sums of the estimated mortalities for the northeastern and western-southern stocks of offshore spotted dolphins are not necessarily equal to those for the previous stocks of northern and southern offshore dolphins because the estimates for the two stock groups are based on different areal strata, and the mortalities per set and the total numbers of sets vary spatially. The mortalities of the principal dolphin species affected by the fishery show declines in the last decade (Figure 13) similar to that for the mortalities of all dolphins combined (Figure 12). Estimates of the abundances of the various stocks of dolphins and the relative mortalities (mortality/abundance) are also shown in Table 6. The stocks with the highest levels of relative mortality were eastern spinner dolphin and northern common dolphin (both 0.03 percent).

The number of sets on dolphin-associated schools of tuna made by vessels with carrying capacities greater than 363 metric tons decreased by 27 percent, from 12,173 in 2005 to 8,923 in 2006, and this type of set accounted for 36 percent of the total number of sets made by such vessels in 2006, compared to 48 percent in 2005. The average mortality per set was 0.10 dolphins in 2006, compared to 0.09 dolphins in 2005. The trends in the numbers of sets on dolphin-associated fish, mortality per set, and total mortality in recent years are shown in Figure 12.

The catches of dolphin-associated yellowfin decreased by 46 percent in 2006 relative to 2005. The percentage of the total catch of yellowfin taken in sets on dolphins decreased from 61 percent of the total catch in 2005 to 59 percent of the total catch in 2006, and the average catch of yellowfin per set on dolphins decreased from 14 to 11

metric tons. The mortality of dolphins per metric ton of yellowfin caught increased from 0.0070 in 2005 to 0.0089 in 2006.

### ***Causes of the mortality of dolphins***

The above figures are based on data from trips covered by observers from all components of the On-Board Observer Program. The comparisons in the next paragraph are based on the IATTC data bases for 1986-2006 only.

The decrease in the mortality per set is the result of actions by the fishermen to better manage the factors that bring about incidental mortalities of dolphins. Indicative of this effort is the number of sets in which no mortalities occurred, which has increased from 38 percent in 1986 to 94 percent in 2006, and the average number of animals left in the net after backdown, which has decreased from 6.0 in 1986 to less than 0.1 in 2006 (Table 9). The factors under the control of the fishermen that are likely to affect the mortality of dolphins per set include the occurrence of malfunctions, especially those that lead to net canopies and net collapses, and the time it takes to complete the backdown maneuver (Table 9). The percentage of sets with major mechanical malfunctions has decreased from an average of approximately 11 percent during the late 1980s to less than 6 percent during 1998-2006; during the same period the percentage of sets with net collapses decreased from about 30 percent to less than 5 percent, on average, and that of net canopies from about 20 percent to less than 5 percent, on average. Although the chance of dolphin mortality increases with the duration of the backdown maneuver, the average backdown time has changed little since 1986. Also, the mortality of dolphins per set increases with the number of animals in the encircled herd, in part because the backdown maneuver takes longer to complete when larger herds are encircled. The fishermen could reduce the mortalities per set by encircling schools of fish associated with fewer dolphins.

### ***Distribution of fishing effort***

The spatial distributions of sets on tunas associated with dolphins in 2005 and 2006 by vessels carrying observers are shown in Figure 14. The patterns for the two years are largely similar.

## **INTEGRATED MODELING FOR PROTECTED SPECIES**

“Integrated analysis” for population dynamics and decision analysis is generally applicable, extremely flexible, uses data efficiently, and gives answers that can be applied directly to management objectives. Integrated analysis methods were applied to the black-footed albatross (*Phoebastria nigripes*) population of Tern Island, Hawaii, in collaboration with the Centre National de la Recherche Scientifique, Montpellier, France, in 2005. This species is taken as bycatch in a number of fisheries, including the pelagic longline fisheries. It has been classified as endangered under the criteria of the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, based on projected population decreases, but has not been listed under the U.S. Endangered Species Act. A long-term mark-recapture data set is being integrated with count data from the nesting area and information on fishing effort and bycatch rates. This work is funded by a grant from the Pelagic Fisheries Research Program, University of Hawaii.

## **OCEANOGRAPHY AND METEOROLOGY**

Easterly surface winds blow almost constantly over northern South America, which causes upwelling of cool, nutrient-rich subsurface water along the equator east of 160°W, in the coastal regions off South America, and in offshore areas off Mexico and Central America. El Niño events are characterized by weaker-than-normal easterly surface winds, which cause above-normal sea-surface temperatures (SSTs) and sea levels and deeper-than-normal thermoclines over much of the tropical eastern Pacific Ocean (EPO). In addition, the Southern Oscillation Indices (SOIs) are negative during El Niño episodes. (The SOI is the difference between the anomalies of sea-level atmospheric pressure at Tahiti, French Polynesia, and Darwin, Australia. It is a measure of the strength of the easterly surface winds, especially in the tropical Pacific in the Southern Hemisphere.) Anti-El Niño events, which are the opposite of El Niño events, are characterized by stronger-than-normal easterly surface winds, below-normal SSTs and sea levels, shallower-than-normal thermoclines, and positive SOIs. Two additional indices, the NOI\* (Progress Ocean., 53 (2-4): 115-139) and the SOI\*, have recently been devised. The NOI\* is the difference between the anomalies of sea-level atmospheric pressure at the North Pacific High (35°N-130°W) and Darwin, Australia, and

the SOI\* is the difference between the anomalies of sea-level atmospheric pressure at the South Pacific High (30°S-95°W) and Darwin. Ordinarily, the NOI\* and SOI\* values are both negative during El Niño events and positive during anti-El Niño events.

During 2005 the SSTs were nearly normal, although there were small areas of cool water, mostly near the coast, and small areas of warm water, mostly offshore, during nearly every month. During all three months of the first quarter of 2006 there was a narrow band of cool water that extended along the equator from as far east as about 90°W (in March) to as far west as about 180° (in February). In addition, there were large areas of warm water, mostly south of 20°S, during all three months (Figure 15a). The narrow band of cool water that had occurred along the equator during the first quarter was not present during the second quarter. The large area of warm water that was present south of 20°S during March persisted in April, extending as far eastward as 100°W, but its area decreased considerably in May and it was absent in June. There were small areas of cool water off Baja California and northern Central America in April and May, but only the one off Baja California persisted in June. During July there was a fairly extensive area of cool water off Mexico. During August there was a small area of warm water off northern Mexico and some small areas of warm water along the equator. In September there were three larger areas of warm water along the equator from the coast of South America to west of 180° and a small area of warm water off Baja California. The SSTs were more than 1°C above normal along the equator from near the coast to about 170°E throughout the fourth quarter. In addition there were areas of warm water off northern and central Mexico and in a few other scattered areas during that quarter (Figure 15b). The data in Table 10 are mixed, but overall they are indicative of a transition to a weak El Niño event. Most notably, the SST anomalies in Areas 1, 2, 3, and 4 were mostly negative during the first four months of the year, but entirely positive during the last six months of the year. Also, the thermocline at 0°-110°W was unusually deep during the last four months of the year. No patterns are evident in the data for the SOIs, SOI\*s, and NOI\*s. According to the Climate Diagnostics Bulletin of the U.S. National Weather Service for December 2006, "El Niño conditions are likely to continue through March-May 2007."

### **THE INTERNATIONAL DOLPHIN CONSERVATION PROGRAM**

The Agreement for the Conservation of Dolphins, which established the International Dolphin Conservation Program (IDCP), and the Agreement on the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), which built on and formalized the provisions of the original agreement, are described in the Introduction of this report. The IATTC staff serves as Secretariat for this program.

### **OBSERVER PROGRAM**

The IATTC's international observer program and the national observer programs of Colombia (Programa Nacional de Observadores de Colombia, PNOC), Ecuador (Programa Nacional de Observadores Pesqueros de Ecuador; PROBECUADOR), the European Union (Programa Nacional de Observadores de Túnidos, Océano Pacífico; PNOT), Mexico (Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines; PNAAPD), Panama (Programa Nacional de Observadores Panameños; PRONAOP), which began its operations in March 2006, Nicaragua (Programa Nacional de Observadores de Nicaragua; PRONAON), which began its operations in November 2006 and is administered by PRONAOP, and Venezuela (Programa Nacional de Observadores de Venezuela; PNOV) constitute the AIDCP On-Board Observer Program. In addition, observers from the international observer program of the Forum Fisheries Agency (FFA) are approved by the Parties to collect information for the On-Board Observer Program on vessels that fish in the Agreement Area without setting on dolphins if the Secretariat determines that the placement of IDCP observers is not practical.

The AIDCP requires 100-percent coverage by observers of fishing trips by purse seiners with carrying capacities greater than 363 metric tons in the Agreement Area. In 2006 the Ecuadorian program had a goal of sampling approximately one-third of the trips by its fleet, and the Colombian, European Union, Mexican, and Venezuelan programs each had a goal of sampling approximately half of the trips by their respective fleets. However, the program of the European Union was inactive from early 2005 until February 2006. The IATTC program covered the remainder of the trips by these five fleets, plus all trips by vessels of other fleets, except as noted below.



During 2006, observers from the On-Board Observer Program departed on 746 fishing trips (Table 11). In addition, 90 vessels whose last trip of 2005 carried over into 2006 had observers aboard, bringing the total to 836 trips observed in 2006 by the Program. One Panamanian-flag vessel began a trip under the flag of Venezuela, and that trip was sampled by the PNOV. The Program covered vessels operating under the jurisdictions of Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Mexico, Nicaragua, Panama, Spain, the United States, Vanuatu, and Venezuela.

In 2006 the Program sampled 100 percent of the trips by vessels covered by the AIDCP, and the IATTC program sampled 63 percent of all trips.

The following observer training courses were held in 2006:

<b>Dates</b>	<b>Program</b>	<b>Location</b>	<b>Number of trainees</b>
25 January-8 February	European Union	Tenerife, Spain	18
20 March-7 April	Panama	Panama, R.P.	4
27 March-12 April	IATTC	Manta, Ecuador	24
25 April-10 May	Panama	Panama, R.P.	12
6-22 June	Panama	Panama, R.P.	4
6-24 November	Venezuela	Cumaná, Venezuela	10
27 November-15 December	Panama	Managua, Nicaragua	6

The IATTC training course included six trainees from the Ecuadorian national program.

## **REPORTS OF DOLPHIN MORTALITY BY OBSERVERS AT SEA**

The AIDCP requires the Parties to establish a system, based on “real-time” observer reporting, to ensure effective implementation and compliance with per-stock, per-year dolphin mortality caps. Observers prepare weekly reports of dolphin mortalities, by stock, which are then transmitted to the Secretariat via e-mail, fax, or radio. In June 2003 the 9th Meeting of the Parties adopted a Resolution on At-Sea Reporting ([Resolution A-03-02](#)), which makes the vessel crew responsible for transmitting these reports. During 2006, the reporting rate averaged 85 percent (Table 12).

Since 1 January 2001 the Secretariat has been reporting the cumulative mortality for the seven stocks of dolphins most frequently associated with the fishery to the Parties at weekly intervals.

## **INTERNATIONAL REVIEW PANEL**

The International Review Panel (IRP) follows a general procedure for reporting the compliance by vessels with measures established by the AIDCP for minimizing the mortalities of dolphins during fishing operations to the governments concerned. During each fishing trip the observer prepares a summary of information pertinent to dolphin mortalities, and this is sent by the Secretariat to the government with jurisdiction over the vessel. Certain possible infractions are automatically reported to the government with jurisdiction over the vessel in question. The IRP reviews the observer data for other cases at its meetings, and any cases identified as possible infractions are likewise reported to the relevant governments. The governments report back to the IRP on actions taken regarding these possible infractions.

During 2006, the IRP consisted of 20 members: the 14 participating governments that have accepted the Agreement, and 6 representatives of non-governmental organizations (NGOs), 3 from environmental organizations and 3 from the tuna industry.

The IRP held two meetings during 2006; these are listed in the section of this report entitled MEETINGS.

## **TUNA TRACKING AND VERIFICATION**

The [System for Tracking and Verifying Tuna](#), established in accordance with Article V.1.f of the AIDCP, enables “dolphin-safe” tuna, defined as tuna caught in sets without mortality or serious injury of dolphins, to be identified and tracked from the time it is caught through unloading, processing, and sale. The Tuna Tracking Form (TTF), which is completed at sea by the observer, identifies the tuna caught as dolphin safe (Form ‘A’) or non-dolphin safe (Form ‘B’); with this document, the dolphin-safe status of any tuna caught by a vessel covered by the AIDCP can be

determined. Within this framework, administered by the Secretariat, each Party establishes its own tracking and verification program, implemented and operated by a designated national authority, which includes periodic audits and spot checks for caught, landed, and processed tuna products, mechanisms for communication and cooperation between and among national authorities, and timely access to relevant data. Each Party is required to provide the Secretariat with a report describing its tracking and verification program.

All trips by vessels that departed in 2006 with IDCP observers aboard were issued TTFs.

### **DOLPHIN MORTALITY LIMITS**

The overall dolphin mortality limit (DML) for the international fleet in 2006 was 5,000 animals, and the unreserved portion of 4,900 was allocated to 103 vessels that requested and were qualified to receive DMLs. The average individual-vessel DML (ADML), based on 103 DML requests, was 48. However, three vessels renounced their DMLs before utilizing them. Ten vessels did not utilize their DMLs prior to April 1, but six were allowed to keep them for the remainder of the year under the *force majeure* exemption allowed by the AIDCP. Exemptions were requested for three of four vessels that had lost their DMLs. These late requests were reviewed by the 15th Meeting of the Parties in June 2006, and redistributions of national DMLs were allowed; a DML of 17 was subsequently allocated to each of the three vessels. A total of 97 vessels utilized their full-year DMLs. In addition, two vessels were allocated DMLs from the Reserve DML Allocation (RDA) of 20 each. Only one of those DMLs was utilized. There were no second-semester DMLs allocated.

At the end of the first quarter of 2006, the Secretariat sent a letter to one Party, advising it that three of its vessels risked exceeding their assigned DMLs if their mortality levels continued to accumulate at their current rates. No vessels exceeded their DMLs during 2006. The distribution of the mortality caused in 2006 by vessels with DMLs is shown in Figure 16.

### **TRAINING AND CERTIFICATION OF FISHING CAPTAINS**

The IATTC has conducted dolphin mortality reduction seminars for tuna fishermen since 1980. Article V of the AIDCP calls for the establishment, within the framework of the IATTC, of a system of technical training and certification of fishing captains. Under the system, the IATTC staff is responsible for maintaining a list of all captains qualified to fish for tunas associated with dolphins in the EPO. The names of the captains who meet the requirements are to be supplied to the IRP for approval and circulation to the Parties to the AIDCP.

The requirements for new captains are (1) attending a training seminar organized by the IATTC staff or by the pertinent national program in coordination with the IATTC staff, and (2) having practical experience with making sets on tunas associated with dolphins, including a letter of reference from a captain currently on the List, the owner or manager of a vessel with a DML, or a pertinent industry association. These seminars are intended not only for captains, who are directly in charge of fishing operations, but also for other crew members and for administrative personnel responsible for vessel equipment and maintenance. The fishermen and others who attend the seminars are presented with certificates of attendance.

During 2006, the following seminars, attended by a total of 156 fishermen, were held:

<b>Date</b>	<b>Program</b>	<b>Location</b>	<b>Number of attendees</b>
22 April	Venezuela	Panama, R.P.	5
25 May	Venezuela	Cumaná, Venezuela	3
30 June	IATTC	La, Jolla, USA	1
8 September	IATTC	La Unión, El Salvador	18
27 September	Venezuela	Cumaná, Venezuela	4
9 December	Venezuela	Panama, R.P.	16
12 December	Mexico	Mazatlán, Mexico	44
15 December	Mexico	Ensenada, Mexico	24
18 December	Mexico	Ensenada, Mexico	29
22 December	Mexico	Ensenada, Mexico	12

## **STATEMENTS OF PARTICIPATION**

*Statements of Participation* are issued by the Secretariat on request to vessels that carry observers from the On-Board Observer Program. There are two types: the first, issued to vessels of Parties to the AIDCP only, certifies that the vessel has been participating in the IDCP, and that all of its trips have been covered by observers; the second, issued to vessels of non-Parties, certifies only that all the vessel's trips have been covered by observers. During 2006, statements of the first type were issued for 122 fishing trips by vessels of Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama, the United States, Vanuatu, and Venezuela. No statements of the second type were issued.

## **DOLPHIN-SAFE CERTIFICATES**

At the fifth meeting of the Parties to the AIDCP in June 2001 a [Resolution to Establish Procedures for AIDCP Dolphin Safe Tuna Certification](#) was adopted. These certificates are printed by the Secretariat and furnished to the Parties to the AIDCP. The Parties, in turn, issue them for shipments of tuna that consist only of fish that had been taken without mortality or serious injury to dolphins. A total of five such certificates were issued during 2006.

## **AMENDMENTS AND RESOLUTIONS AFFECTING THE OPERATIONS OF THE IDCP**

During 2006, the AIDCP Parties adopted [Resolution A-06-01](#) on vessel assessments and financing, which establishes the basis for the assessments paid by purse-seine vessels that fish in the EPO. These assessments are the principal source of funding for the operation of the AIDCP.

Also with respect to financing, the Parties agreed that all charges for inactive vessels and fees for late payment will be retained by the Secretariat. (Previously, a portion of all fees received had been paid to the appropriate national programs.) In addition, it was decided that vessels entering the fishery during the course of a year that did not fish in the Agreement Area during the previous year are not required to pay the surcharge for late payment, regardless of their date of entry into the fishery. During 2006 the Parties also agreed to amend Annex IV.I.8 of the AIDCP to broaden the definition of the uses of DMLs from the Reserve DML Allocation (RDA) to reflect the principal rationale for the use of the RDA in practice, namely, assigning DMLs to vessels that legitimately enter the fishery during the course of the year, but too late to be assigned a DML in accordance with the usual procedures.

## **GEAR PROGRAM**

During 2006, the IATTC staff conducted alignments of dolphin-safety panels (DSPs) and inspections of dolphin rescue gear aboard seven vessels, six registered in Mexico and one in Panama. A trial set, during which an IATTC technician observes the performance of the net from an inflatable raft during backdown, is made to check the alignment of the DSP. The technician transmits his observations, comments, and suggestions to the captain of the vessel, and attempts are made to resolve any problems that may arise. Afterward a report is prepared for the vessel owner or manager. This report contains a summary of the technician's observations and, if necessary, suggestions for improving the vessel's dolphin-safety gear and/or procedures.

## **COLLECTION OF AT-SEA AND SUPPLEMENTAL RETAINED CATCH DATA FOR SMALL PURSE SEINERS**

The U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration has awarded the IATTC a contract to place observers, on a voluntary basis, on sufficient numbers of trips of "Class-5" purse seiners (vessels with fish-carrying capacities of 273-363 metric tons) based in ports on the Pacific Coast of Latin America to obtain data on "catch, bycatch, interaction with protected species, and gear" for 1,000 days at sea per year and to "sample 100 percent of the in-port unloadings of Class 4-5 purse seine vessels [vessels with fish-carrying capacities of 182-363 metric tons]." If that is not possible, observers can be placed on sufficient numbers of trips of Class-3 and/or -4 vessels (vessels with fish-carrying capacities of 92-272 metric tons) to bring the total numbers of days at sea observed to 1,000.

No observers were placed on vessels during 2006. The numbers of trips completed and the numbers of samples taken during the year were as follows:

Trips completed	Samples taken	Fish sampled		
		Yellowfin	Skipjack	Bigeye
189	174	59,859	8,065	1,108

### SEA TURTLE PROGRAM

Five species of sea turtles, olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*), green (*Chelonia mydas*), loggerhead (*Caretta caretta*), hawksbill (*Eretmochelys imbricata*), and leatherback (*Dermodochelys coriacea*) occur in the eastern Pacific Ocean (EPO). They are caught incidentally by longlines, gillnets, and other types of fishing gear, and also some individuals become entangled in the longline gear. In addition, their eggs are sometimes consumed by humans and by wild and domestic animals, and their nesting habitats are threatened by coastal development and other factors. Sea turtle populations appear especially vulnerable to climate changes, particularly increasing ocean temperatures and rising sea levels. The populations of loggerhead, hawksbill, and leatherback turtles have been at low levels during recent years. The Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations and other organizations have urged the development of programs to reduce the mortality of sea turtles due to fishing. The Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador, the Subsecretaría de Recursos Pesqueros of Ecuador, and fish worker's organizations from that country decided to search for a solution that would reduce the mortalities of sea turtles, but allow the continuation of the fishing activities critical to thousands of families. Some member countries of the IATTC suggested that the IATTC help develop such a program. In response to this, the IATTC adopted a Resolution on a Three-Year Program to Mitigate the Impact of Tuna Fishing on Sea Turtles ([Resolution C-04-07](#)) at its 72nd meeting in June 2004. It then began a program, supported by the World Wildlife Fund (WWF), the U.S. Western Pacific Regional Fisheries Management Council, the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), the U.S. State Department, the Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) of Japan, The Ocean Conservancy (TOC), Defenders of Wildlife (Mexico), and several national conservation, industry, and fishworkers' organizations of the coastal countries of the EPO, to seek ways to reduce this mortality by (1) reducing the catches of sea turtles and (2) reducing the mortalities of sea turtles that are caught.

The program was begun in Ecuador in 2003, and has since expanded to other countries bordering the EPO. By the end of 2006 the program was (1) active in Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Panama, and Peru and (2) under development in Mexico and Nicaragua, with workshops taking place in many ports.

### REDUCING THE CATCHES OF SEA TURTLES BY LONGLINE GEAR

Most of the small vessels, and many larger vessels, use "J-hooks," a category that includes hooks with a straight shank and Japanese-style tuna hooks with a bent shank. It has recently been found in areas other than the EPO that the use of "circle hooks" tends to decrease the catches of sea turtles without affecting those of the target species. These results might not apply to the countries bordering the EPO, however, so an experimental hook exchange program was begun in 2004. Some of the J hooks are replaced by circle hooks on the gear of some of the vessels, in accordance with a statistically-valid design, and observers are placed aboard those vessels to record the results.

There are two principal longline fisheries conducted by small vessels in the EPO, one directed at tunas, billfishes, and sharks (henceforth called the TBS fishery), which takes place during most of the year, and the other directed at dorado, *Coryphaena hippurus* (henceforth called the dorado fishery), which takes place during November-March off South America and during a greater portion of the year off Central America. Most of the vessels based in Ecuador and Peru have two sets of gear, one with larger hooks for the TBS fishery and the other with smaller hooks for the dorado fishery. In Central America, however, many vessels use the same gear, regardless of the species toward which they are directing their effort.

In Ecuador, in the TBS fishery, large J hooks were initially replaced by C16/0 and C18/0 circle hooks, but the C18/0 hooks proved to be too large, so the large J hooks were replaced mostly by C16/0 hooks. In Central America, some of the vessels were already using C14/0 and C15/0 hooks, and some of the fishers expressed interest in testing C16/0 hooks, so

some of the C14/0 and C15/0 hooks were replaced by larger circle hooks. Additionally, some fishers from Guatemala and Panama who fish for sharks and other bottom-dwelling species with longline gear (henceforth called the bottom longline fishery) expressed interest in testing the new hooks, so they were incorporated into the program.

Information on the sampling effort is given in Table 13. The observer data are subject to quality controls before they are used, since both the observers and the program managers are new to data collection and data base development. More than 1,000 observer trips have been completed since the beginning of the program, and more than 300 vessels have participated in the hook exchanges.

Information on the catch rates of sea turtles in the TBS, dorado, and bottom longline fisheries is summarized in Figure 17. Each pair of bars represents a combination of port and year or season. Different comparisons between J hooks and circle hook sizes C13 to C18 are shown in groups. The port names are omitted in the figure. There are many variables, including season, area, port at which the vessel is based, configuration of the gear, and type of bait used, so sophisticated analyses of the data will be required to make accurate statistical evaluations of the significance of the results. The experimental design used, alternating hook types along the line, addresses many of the problems, but there are others that need some statistical research to select the most appropriate treatment. The consistency of the results is quite apparent, but rigorous testing has been postponed until some important questions are explored. These questions include:

Sampling design and data collection:

1. What is the optimal placement of control and experimental hooks on the longline when the goal is to compare hook performance? The alternatives include: alternating individual hook types along the length of the mainline; using the same hook type within each block (*i.e.*, between float lines), but alternating hook types between blocks; some other design. What is an acceptable deviation from perfect alternation?
2. Should there be restrictions on the total length of the mainline (total number of hooks in the experiment)? How would suitable ranges of line length (total number of hooks) be determined?
3. Given the paucity of hookings per line, what unit of measurement is best to estimate the needed sample size (*e.g.*, total numbers of the species of interest hooked, regardless of hook type; total number of longlines with at least one individual of the species of interest hooked, total number of longlines, total number of hookings)?

Statistical methods for comparing hook performance:

1. Is there a conceptually-nested set of models that can be used to compare hook performance for both turtles and marketable fish species (*e.g.*, mixed-effect binomial and beta-binomial models; hierarchies of zero-inflated mixed-effect models)?
2. What kind of experiments and analyses can be done to investigate hook interactions (*i.e.*, the assumption that hooks on the same longline function approximately independently)?
3. How should the nested structure of the data (sets within trips within vessels) best be accommodated in the analysis when some trips or vessels are represented by only one longline set?
4. How might potentially confounding factors (*e.g.*, mixed bait types within a line, different bait types among lines) best be accommodated in the analysis?

A workshop of experts in the types of statistics pertinent to these problems will be convened in 2007.

## CATCH RATES FOR THE TARGET SPECIES

The catch rates for the target species were about the same for the large J hooks and the C16/0 hooks in the TBS fisheries. In the dorado fisheries of Ecuador and Peru, however, the catch rates were lower for the circle hooks than for the J hooks, which is hampering the exchange of hooks. The differences arise when the catches include small individuals. The "critical size" (the size at which the gain to the biomass by growth equals the loss to the biomass by natural mortality) is not known for dorado, but given the rapid growth rate of this species, it seems likely that the small fish that are caught have not reached the critical size, in which case the catches could be increased if the fish were permitted to grow to larger sizes before capture.

## **REDUCING THE MORTALITIES OF TURTLES CAUGHT BY LONGLINE GEAR**

The observers record where the turtles are hooked. Hooks lodged in different parts of the turtles have different probabilities of causing mortality. There are three ways to reduce mortality from hookings:

1. Reduce the number of hookings. As of the end of 2006, a significant majority of the cases show lower hooking rates for circle hooks than for J hooks, but definitive statistical tests are pending.
2. Change the locations of the hookings to the parts of the turtles that are least likely to cause mortality. Circle hooks tend to hook turtles in parts where hook removal is easier, and survival presumably higher.
3. Increase the survival of turtles that have been-hooked by improving the procedures and decisions made to remove the hooks (or leave them in the turtles). An experiment is being planned for 2007 to receive the input from a veterinarian with experience in hooked turtles. From these experiences, the training of observers and of fishers concerning the handling of hooked or entangled turtles will be improved.

## **HANDLING OF HOOKED SEA TURTLES**

“Dehookers” facilitate the removal of the hooks from the turtles, and the IATTC staff, together with the other organizations participating in this regional program (WWF, OFCF, NOAA, TOC, Defenders of Wildlife-Mexico, *etc.*) has been distributing them to fishers. In a recent experiment sponsored by the OFCF, with support from TOC, the Centro para el Rescate de Animales Marinos (CRAM) of Barcelona, Spain, and the IATTC, a CRAM veterinarian was invited to examine the procedures used, and the impacts on the turtles of the hooks and of the dehooking process. This knowledge will be used to develop training materials that will be made available to longline fishers all over the world.

## **ESTABLISHMENT OF AN OBSERVER DATA BASE AND QUALITY CONTROL OF THE DATA**

The observer data base is continuously reviewed to reflect the staff’s increasing knowledge and understanding of the conditions prevailing in the fishery and the factors that are relevant to the analysis of causes of hookings, and also entanglement with the gear. The data base has been standardized throughout the region, which will minimize problems in analysis of the data. Still, it is a very heterogeneous fishery, with vessels that change gear even within a fishing trip, and it is necessary to understand which of the differences affect the hooking rates for turtles or for target species. The variety of hook types and sizes is also very large, which complicates the analyses.

Summaries of the data have been prepared, and the results have been discussed with the participants in each country. Understanding of the similarities and differences among fisheries with respect to gear, mode of operation, *etc.*, is especially important.

## **FUTURE DEVELOPMENTS**

- The IATTC staff will continue with the “bottom-up” approach to change, encouraging fishers to fish sustainably and to increase the selectivity of their fishing operations, which is proving successful. The model shows real-life evidence, coming from fisher’s own fishing trips, of the benefits of the gear substitution and best practices for the turtles, and also (with some exceptions) the absence of negative impacts on the catches of the target species. Based on this assessment, the future of the program is projected along the same methodological and “philosophical” lines, building on the trust developed over the initial years, on the voluntary basis that has prevailed, and on the basic premises that give the fishers and the conservationists a common goal.
- The IATTC staff will continue making improvements to the data collection process, from observer training to definitions of variables. In future data exploration, analysis, and experimental design, special attention will be given to issues such as hook type (variations *within* the types of circle hooks and *within* the types of J hooks) and to improvement in the handling of some variables, *e.g.* bait type and size, that are obviously important, but difficult to control and track.
- To aid in this process, the OFCF staff, in association with gear experts, has undertaken the development of a hook catalog for the region that will permit better identification and comparison of the gear used. The

program will support this activity by contributing to the collection of hooks available and in use in the region.

- The statistical methods used to detect significant differences in the results and to perform some integrative tests will be refined. The statistical workshop mentioned above will focus on the key issues, and will identify some research needs for the future. These will require statistical studies based on simulations, and also some at-sea experiments, to test for the effect of different gear configurations on hooking rates, and to address other issues.
- The study of sea turtle entanglements, and their mitigation options, especially the replacement of line materials in the sections of the mainline near the floats, will be continued. Some experiments performed by the OFCF in 2006 showed that significant reductions in the numbers of entanglements were achieved when polypropylene line was substituted for nylon monofilament line in the vicinity of the floats, which are the main areas of attraction for sea turtles, and therefore a major source of entanglements.
- An improved set of recommendations for on-board turtle handling, based on our observations and on the knowledge of experienced veterinarians will be developed.
- In Ecuador, the complete exchange of hooks on the lines has begun. This process should be expanded in all countries, as the data show that the exchange reduces sea turtle mortality, and that in most cases it does not reduce the catches of the target species.

### **PUBLICATIONS**

The prompt and complete publication of research results is one of the most important elements of the IATTC's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community, and the public at large are currently informed of the research findings of the IATTC staff. The publication of basic data, methods of analysis, and conclusions afford the opportunity for critical review by other scientists, ensuring the soundness of the conclusions reached by the IATTC staff and enlisting the interest of other scientists in the IATTC's research. By the end of 2006 IATTC staff members had published 152 Bulletins, 54 Annual Reports, 15 Special Reports, 11 Data Reports, 6 Stock Assessment Reports, 4 Fishery Status Reports, 9 books, and 606 chapters, papers, and articles in books and outside journals. The contributions by staff members published during 2006 are listed in Appendix 3 of this report.

### **WEB SITE**

The IATTC maintains a web site, [www.iattc.org](http://www.iattc.org), in English and Spanish, which permits the public to obtain current information on its work. The web site includes, among other things, documents relating to the IATTC and the Agreement on the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), a list of the member nations and Commissioners of the IATTC and a list of states and regional economic integration organizations bound by the AIDCP, a list of the members of the IATTC staff, a list of recent and future meetings of the IATTC, the Parties to the AIDCP, and their working groups, Background Papers, agendas, and minutes or reports of recent meetings of these, provisional agendas of future meetings, recent resolutions of the IATTC and the Parties to the AIDCP, statistics for the fisheries for tunas in the eastern Pacific Ocean, up-to-date information on measures for the conservation of tunas, recent Bulletins, Annual Reports, Quarterly Reports, Special Reports, Stock Assessment Reports, and Fishery Status Reports of the IATTC, and information on IATTC publications.

### **INTER-AGENCY COOPERATION**

During 2006 the scientific staff of the IATTC continued to maintain close contact with international, governmental, university, and private research organizations and institutions. This contact enabled the staff to keep abreast of the rapid advances and developments taking place in fisheries and oceanography research throughout the world. Some aspects of these relationships are described below.

The IATTC's headquarters is located at the Southwest Fisheries Science Center (SWFSC) on the campus of Scripps Institution of Oceanography (SIO), University of California at San Diego (UCSD), La Jolla, California, USA,



one of the major world centers for the study of marine science and the headquarters for federal and state agencies involved in fisheries, oceanography, and related sciences. This situation provides the staff with an excellent opportunity to maintain frequent contact with scientists of those organizations. The IATTC shares a library with the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) at the SWFSC.

Dr. Richard B. Deriso served as a member of the faculty of UCSD and the University of Washington, Seattle, Washington, USA, Dr. Martín A. Hall as an adjunct member of the faculty of the University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada, and Dr. Michael G. Hinton as a member of the faculty of the University of San Diego. Drs. Hinton, Cleridy Lennert-Cody, and Robert J. Olson served on committees that supervised the research of graduate students at various universities during 2006. Dr. Lennert-Cody co-taught a course, Descriptive Statistics for Ecology, with Dr. James Leichter of SIO at that institution. Also, Mr. Vernon P. Scholey co-taught a course on marine fish culture, with Dr. Luis A. Pérez Carrasco, director of the aquaculture division of a consulting group based in La Coruña, Spain, at the Universidad de Magdalena branch mariculture facility in Taganga, Colombia. Dr. Robert J. Olson provided data and scientific advice to Mr. José Cristóbal Román, a graduate student at the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) in La Paz, Mexico, who was working on trophic relations of yellowfin tuna and dolphins, using diet and stable isotope data. In addition, he worked with three other graduate students at CICIMAR who were performing work related to the ecosystem studies described later in this section. Also, the University of Miami and the IATTC held a workshop on “Physiology and Aquaculture of Pelagics, with Emphasis on Reproduction and Early Developmental Stages of Yellowfin Tuna,” in 2006. Details concerning this workshop are given in the section entitled **EARLY LIFE HISTORY STUDIES**. Mr. Scholey participated in the Research Steering Committee meeting for the nascent Universidad Marítima Internacional de Panamá (UMIP) in 2006. UMIP will be offering undergraduate and graduate degrees in “Marine and Coastal Resources,” with specialization in either fishing or biology. The committee expressed interest in using and funding the Achotines Laboratory for field and thesis work. Dr. Mark N. Maunder organized and led two workshops in 2006, one on Stock Synthesis II, an integrated stock assessment program, and the other on fishery management strategies. Scientists from North America, Europe, Asia, and the Pacific islands participated in those workshops.

The cordial and productive relationships that the IATTC has enjoyed with the Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), the Convention for the Conservation of Southern Bluefin Tuna (CCSBT), the Forum Fisheries Agency (FFA), the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC), the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), the Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA), the Secretariat of the Pacific Community (SPC), the Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), and other international organizations have continued for many years. Dr. Robin Allen participated in the third meeting of the WCPFC, which took place in December 2006, in Apia, Samoa. Among other issues, the WCPFC considered a draft memorandum of understanding with the IATTC.

Dr. Michael G. Hinton and Mr. Simon D. Hoyle participated in several meetings of working groups of the International Scientific Committee (ISC) for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean. Dr. Hinton was a member of the Swordfish, Marlin, and Statistics working groups, and Mr. Hoyle was a member of the Albacore Working Group of the ISC. Dr. Mark N. Maunder and Mr. Hoyle worked with scientists from the SPC and the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) of Japan to assess the condition of the stock(s) of bigeye tuna in the Pacific Ocean. In addition, they collaborated with Dr. John Hampton of the SPC on including parameter uncertainty in forward projections of computationally-intensive statistical population dynamics models. Dr. Allen participated in the first International Consultation on the Establishment of the South Pacific Regional Fisheries Management Organisation in Wellington, New Zealand, in February 2006. Dr. Allen also participated in the work of the United Nations Fish Stocks Agreement Review Conference, including a preparatory conference in March 2006 and the review conference in May 2006, both in New York City.

The IATTC was also involved with FAO in various endeavors. Dr. Robin Allen chaired a Methodological Workshop on the Management of Tuna Fishing Capacity: Stock Status, Data Envelopment Analysis, Industry Surveys and Management Options, and several other IATTC employees participated in this Workshop. The Workshop was one of the activities of the FAO project on the Management of Tuna Fishing Capacity: Conservation



and Socio-economics. Dr. Allen also served as chairman of the sixth meeting of Tuna Regional Fisheries Management Organisation, which took place in New York City in May 2006.

Also during 2006 the IATTC staff maintained close working relationships with fishery agencies of its member countries, and with similar institutions in non-member countries in various parts of the world. It had field offices in Las Playas and Manta, Ecuador, Manzanillo and Mazatlán, Mexico, Panama, R.P., Mayagüez, Puerto Rico, USA, and Cumaná, Venezuela, during that year.

During 2006 Dr. Richard B. Deriso was a member of a U.S. National Academies committee, "Ecosystem Effects of Fishing: Phase II—Assessments of the Extent of Change and the Implications for Policy." The committee was assigned the task of reviewing and evaluating the current literature on the impacts of modern fisheries on the composition and productivity of marine ecosystems and producing a report discussing the relevance of these findings for U.S. fishery management, identifying areas for future tuna research and analysis, and characterizing the stewardship implications for living marine resources. The committee completed its work and was disbanded in 2006. Dr. Deriso was also a member of the Scientific and Statistical Committee of the Western Pacific Fishery Management Council of the United States. Dr. Michael G. Hinton was a member of the United States Argo Scientific Advisory Panel, and Dr. Michael D. Scott was chairman of the Pacific Scientific Review Group, which has the responsibility for monitoring U.S. marine mammal management policies and research in the Pacific Ocean.

Dr. Mark N. Maunder and Mr. Simon D. Hoyle collaborated on a project to develop a general modeling framework for protected species, funded by the Pelagic Fisheries Research Program of the University of Hawaii at Manoa. Mr. Hoyle also worked with Drs. Paul Crone, Ray Conser, and Suzanne Kohin of the U.S. NMFS on a length-based stock assessment of North Pacific albacore tuna and with Drs. Kevin Piner and Conser and Ms. Hui-Hua Lee of the NMFS on a length-based stock assessment of Pacific bluefin tuna. Dr. Michael D. Scott participated in cooperative research with the U.S. NMFS and the Chicago Zoological Society on dolphins in Florida and North Carolina. Dr. Cleridy E. Lennert-Cody continued to work with Dr. Richard Berk of the University of Pennsylvania on computer-intensive statistical methods for identifying unusual data. She also worked with Dr. Michoko Minami of the Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan, on developing statistical models for shark bycatch data and ordination of methods for use with highly non-Gaussian data. These techniques will be used to predict the occurrences of shark bycatches. Dr. Minami, spent three weeks at the IATTC headquarters in La Jolla, where she and Dr. Lennert-Cody worked on the estimation of trends in catch rates of silky sharks in the EPO purse-seine fishery. In 2006, IATTC staff members, in collaboration with Drs. Timothy Essington and Ray Hilborn and Mr. Jordan Watson, all of the University of Washington, began a study to evaluate various options for time-areas closures to reduce the bycatches of silky sharks. Also, IATTC staff members, in collaboration with Dr. Russ Vetter of the U.S. National Marine Fisheries Service, La Jolla, California, initiated a program to collect and archive tissue samples of large fishes, including sharks and rays, for future genetic analyses.

Dr. Robert J. Olson was one of four principal investigators in a project, Trophic Structure and Tuna Movement in the Cold Tongue-Warm Pool Pelagic Ecosystem of the Equatorial Pacific, which is funded by the Pelagic Fisheries Research Program (PFRP) of the University of Hawaii. (The "cold tongue" is the area of relatively cold water that extends along the equator from the coast of South America to about 160°W, and the "warm pool" is the area of relatively warm water that extends along 5°S from the Philippines to about 155°W.) Samples for that study had been collected during the 2003 *Stenella* Abundance Research (STAR) cruises by personnel of the Protected Resources Division, U.S. NMFS, aboard the research vessels *David Starr Jordan* and *McArthur II*. Additional samples were collected by the same personnel aboard the same vessels during the 2006 STAR cruises all over the EPO to increase the sampling coverage. Dr. Olson provided sampling assistance to Ms. Iliana Ruiz-Cooley of the University of New Mexico, who is studying the isotope ecology of pelagic squids in the EPO. Three graduate students at CICIMAR worked with Dr. Olson on projects related to this study. Ms. Gladis López worked on the zooplankton samples from the bongo net tows made on cruises of the *McArthur II* and *David Starr Jordan* in the eastern Pacific Ocean in 2003, a component of the STAR project described above. She analyzed the stable carbon and nitrogen isotope ratios in the copepod assemblages at the Stable Isotope Biogeochemical Laboratory at the University of Hawaii for her Ph.D. dissertation. Ms. Noemi Bocanegra analyzed the trophic ecology of tunas, sharks, billfishes, and several other predators caught by the purse-seine fishery in the EPO for her Ph.D. dissertation. Ms. Vanessa Alatorre studied the food and feeding habits of yellowfin and skipjack tuna for her M.S. thesis. Dr. Olson

was also a participant in a new GLOBEC (Global Ocean Ecosystem Dynamics) project, CLIOTOP (Climate Impacts on Oceanic Top Predators). The general objective of CLIOTOP is to organize a large-scale worldwide comparative effort aimed at identifying and elucidating the key processes involved in ecosystem functioning and, in particular, determining the impact of climate variability at various scales on the structure and function of open-ocean pelagic ecosystems and their top predator species (CLIOTOP Science Plan). He served as co-chairman of a working group, "Trophic Pathways in Open Ocean Ecosystems," and was co-convenor of a workshop entitled "The Role of Squid in Pelagic Marine Ecosystems," which took place in November 2006. The workshop was jointly sponsored by GLOBEC-CLIOTOP, the PFRP, the IATTC, and the Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation of Australia. In addition, Dr. Daniel Margulies continued to participate in the working group as part of the CLIOTOP program.

Drs. Olson and Mark N. Maunder were co-principal investigators on a new project, "Intra-guild Predation and Cannibalism in Pelagic Predators: Implications for the Dynamics, Assessments, and Management of Pacific Tuna Populations," sponsored by the PFRP of the University of Hawaii. The project, which began in 2006, seeks to quantify the magnitude and nature of predation on and cannibalism in tunas and to explore their implications for tuna population dynamics and fisheries. Dr. Olson was also a co-principal investigator on a second project, "Examining Latitudinal Variation in Food Webs Leading to Top Predators in the Pacific Ocean," also sponsored by the PFRP. The research will combine statistical comparisons with qualitative models to determine similarities or otherwise of spatially-distinct regions in the Pacific Ocean. Such comparisons may offer insight into the impacts of potential climate change, expressed as ocean warming, on the ecosystem.

Messrs. Kurt M. Schaefer and Daniel W. Fuller were involved, with Dr. Barbara A. Block of the Tuna Research and Conservation Center, Stanford University, in yellowfin and bluefin tagging projects in collaboration with the Tagging of Pacific Pelagics (TOPP) program, which is being conducted within the framework of the Census of Marine Life (COML), an international research program whose goal is assessing and explaining the diversity, distribution, and abundance of marine organisms in the world's oceans. Dr. Heidi Dewar, an associate of Dr. Block, was provided office space at the La Jolla office of the IATTC. Generous financial support for the IATTC bigeye tagging program in the equatorial eastern Pacific Ocean was provided in 2006 by the Japan Fisheries Agency and the Fisheries Administration, Council of Agriculture, Chinese Taipei. Mr. Schaefer spent some time in Chinese Taipei in 2006, where he presented seminars on age, growth, and reproductive biology of yellowfin and bigeye tunas at National Taiwan University in Taipei and on movements, behavior, and habitat utilization of bigeye, yellowfin, and skipjack tunas at National Taiwan Ocean University in Keelung. In addition, he discussed research on tunas and billfishes with staff members and students at both of these institutions.

In August 2006, Mr. Nickolas W. Vogel spent one week in San Jose, Costa Rica, where he led a workshop with nine participants from Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, and Panama involved in longline observer programs. These observer programs were established to provide a method to document the effectiveness of new technologies developed to reduce the incidental take of sea turtles in this fishery. The purpose of the workshop was to expand the data base skills of the participants, with an emphasis on the use of queries to analyze data and create reports. Data collected by each participating country are recorded on standardized data entry forms and processed with a data entry and editing program developed by the IATTC, using Microsoft Access. All the countries involved in this observer effort have agreed to use the same data collection forms and data base format so that the data can be easily shared among the participating countries.

The IATTC has been cooperating with the Japanese Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) and coastal countries to mitigate the effect of longline fisheries on sea turtles. In July 2006, Dr. Robin Allen participated in a meeting of the steering committee of the joint OFCF-Subsecretaría de Pesca, Ecuador-IATTC project, which reviewed the progress of the project in Ecuador. Then, in October 2006, he signed a memorandum of understanding with representatives of the OFCF and the Autoridad Marítima de Panamá to establish a mitigation program in Panama. Dr. Martín A. Hall, Mr. Erick D. Largacha, and employees of the U.S. NMFS continued their involvement in efforts, funded by the World Wildlife Fund and the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), to reduce the incidental mortality of sea turtles in the longline fisheries for tunas and other species in the eastern Pacific Ocean. This program is described in more detail in a section of this report entitled **SEA TURTLE PROGRAM**.

Over the years, IATTC scientists have often rendered assistance with research on fisheries for tunas and other species to scientists of various countries while on duty travel to those countries, and occasionally have traveled to various locations for the specific purpose of teaching or assisting with research programs. For example, Mr. Vernon P. Scholey made several such trips to various locations in Latin America in 2006, and Ms. Jeanne B. Wexler was an invited speaker at the fifth International Symposium on the Ecology and Aquaculture of Bluefin Tuna, which took place in Omami Oshima, Japan. Also, Dr. Mark N. Maunder, at the invitation of the Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources, participated in a workshop sponsored by that organization. Also, scientists and students from many countries have spent several weeks or months at the IATTC's headquarters in La Jolla and at its Achotines Laboratory learning new research methods and conducting research utilizing IATTC facilities and data. The visitors whose stays amounted to 10 days or more are listed in Appendix 1.

Since 1963 Japanese scientists have made extended visits to the IATTC headquarters in La Jolla, where they have collaborated with IATTC staff members in analyses of data for the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, most of which have been published in the IATTC Bulletin series. Mr. Takayuki Matsumoto of the NRIFSF spent most of 2006 in La Jolla, where he worked with Dr. William H. Bayliff of the IATTC staff on a report on that fishery during 1998-2003.

Since 1985 the IATTC has had a laboratory at Achotines, Panama, and scientists of the Dirección General de Recursos Marinos y Costeros de Panamá began research on snappers and corvinas there in 1986. The research on corvinas was discontinued after 2002, but that on snappers has continued. A memorandum of understanding concerning the cooperative arrangements between Panama and the IATTC for continuing research at the Achotines Laboratory was signed in 2002, and this research continued during 2006. During 2001 the IATTC entered into an agreement with the Aquaculture Program of the Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami (UM), to investigate the feasibility of capturing, transporting, and culturing live sailfish, and to refine and develop advanced techniques for the rearing of yellowfin tuna larvae. The work on yellowfin larvae continued during 2006 as part of a joint UM-IATTC workshop held at the Laboratory on the culture and physiology of tropical pelagic fishes. During 2002 an agreement was reached with the Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) providing for use of the Achotines Laboratory by STRI scientists, and this agreement continued during 2006. In 2005, the IATTC entered into an agreement with the following Panamanian government agencies: the Autoridad Marítima de Panamá (AMP), the Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), and the Instituto de Investigaciones Científicas Avanzadas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT). The agreement allows AMP and MIDA staff biologists and Panamanian university students access to facilities at the Laboratory for mariculture-related broodstock research, with funding to cover the costs of such access provided by INDICASAT. Panamanian coastal marine fish species have been the principal targets of such research. In addition, Ms. Jeanne B. Wexler, Dr. Daniel Margulies, and Dr. Seinen Chow of the NRIFSF of Japan were involved in analyses of the mitochondrial DNA identification and growth dynamics of yellowfin larvae collected in the Panama Bight. Also, Dr. Kathryn Dickson, a member of the faculty of California State University at Fullerton, and one of her graduate students performed research on the development of the internalized slow oxidative red locomotor muscle of tunas. In addition to matters related to the objectives of the IATTC, organizations and individuals have conducted research on other topics at or near the Achotines Laboratory. As part of its studies of forest types and regions, the STRI's Center for Tropical Forest Science has begun establishing a network of 1-hectare Forest Dynamics Plots (FDPs) in Panama. Staff members of the Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA) established a 1-hectare plot in an area of dry forest at the Achotines Laboratory. The establishment of this plot adds an important new forest type to the FDP network, as dry and transitional-dry tropical forests are the most threatened forest ecosystem in Latin America.

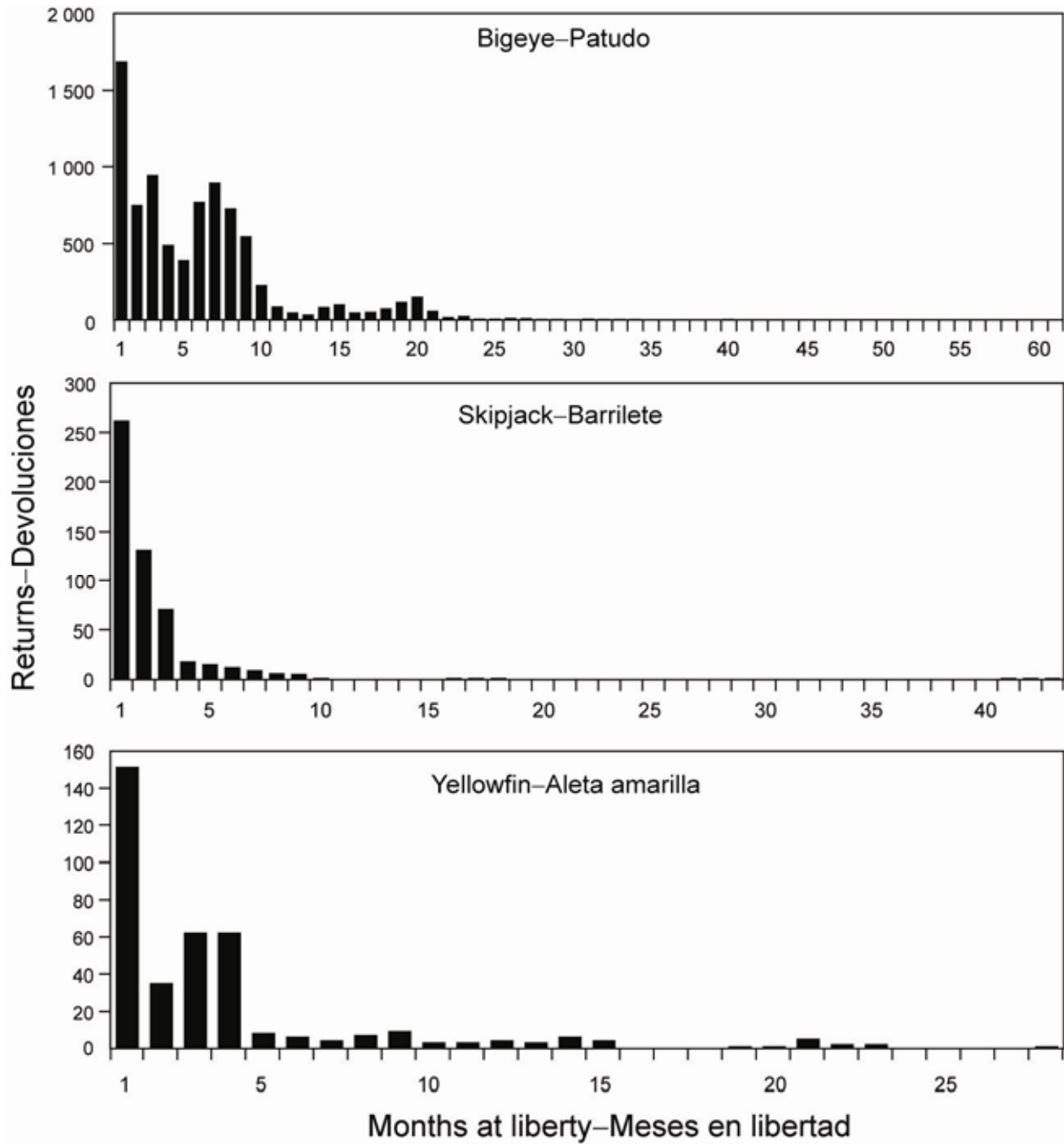
Since 1978 the IATTC staff has been training observers for placement aboard tuna vessels to collect data on abundance, mortality, and other aspects of the biology of dolphins. These observers have also collected stomach contents and samples of gonads and other tissues of tunas and other species, recorded data on the incidental catches of species other than tunas and dolphins, recorded information on floating objects and the fauna and flora associated with them, *etc.* Mexico started its own observer program in 1991, Ecuador and Venezuela in 2000, the European Union (EU) in 2003, Colombia in 2005, and Panama and Nicaragua in 2006. (Ecuador, Venezuela, the EU, Colombia, Panama, and Nicaragua have all adopted the same data base structures and data entry and editing routines used by the IATTC, which permits easy exchange of complete data sets between the IATTC and those

programs, along with assurances that the data are of comparable quality, since they are edited using the same standards and the same error-checking computer programs.) IATTC staff members have, when necessary, assisted with the training of observers for the national programs and with problems associated with maintenance of the national data bases. In August 2006 Mr. Nickolas W. Vogel spent a week in Panama, R.P., where he worked with the staff of the new Panamanian national observer program, and in November 2006 he spent three days in Bogota, Colombia, where he worked with the staff of the Colombian national observer program to update its data bases and computer programs and to extend the proficiency of the staff in the use of data-editing computer programs and procedures developed by the IATTC staff.

Complete observer data sets are regularly exchanged between the IATTC and the national observer programs of Ecuador, the European Union, and Venezuela. Summarized data are regularly exchanged between the IATTC and the national observer program of Mexico.

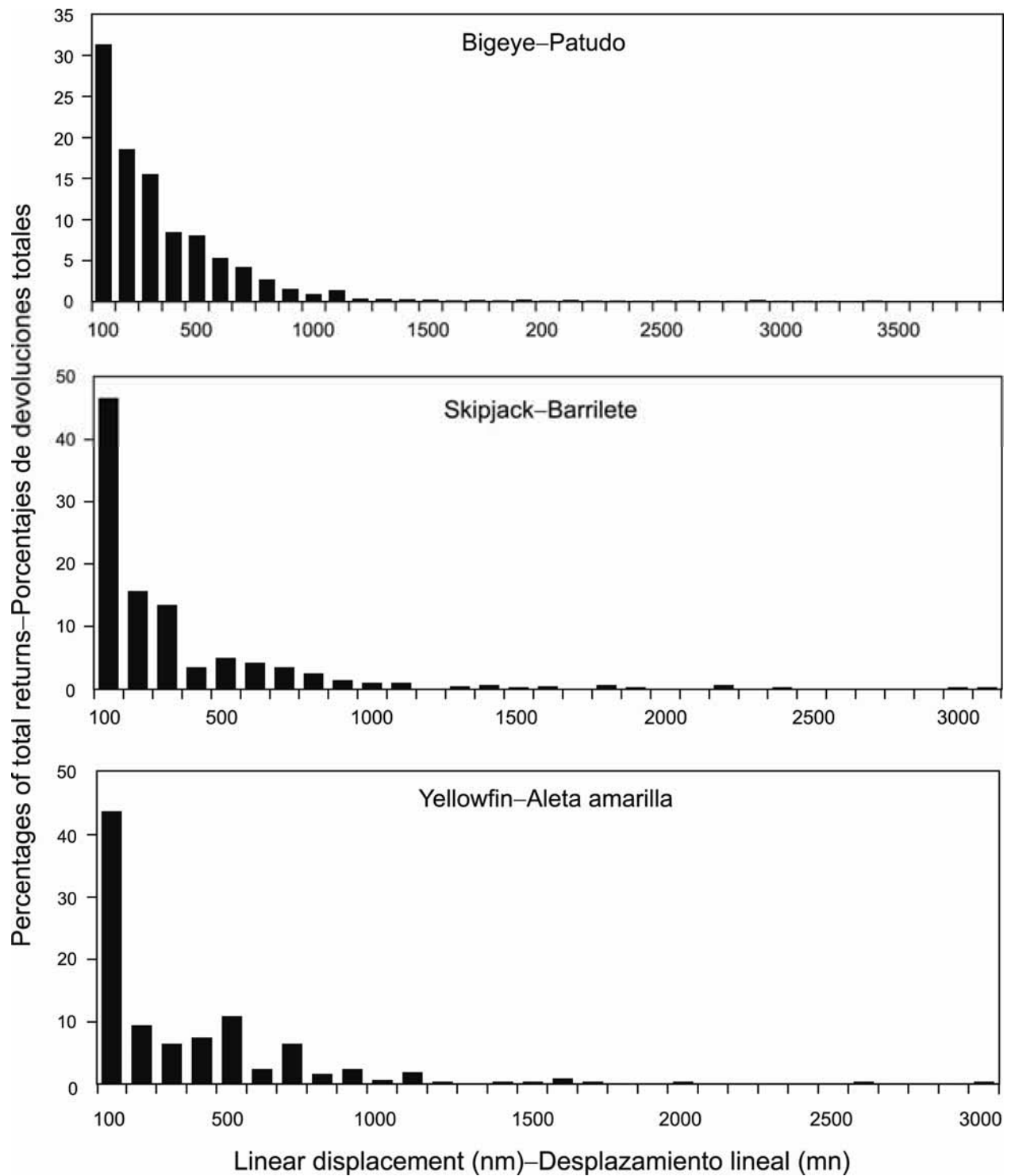
Over the years, IATTC employees have collected tissue samples and hard parts of tunas and tuna-like fishes for use in studies conducted by scientists of other organizations. During 2006 tissue samples were collected for the following organizations: University of Southern California, Los Angeles, black and striped marlin; Virginia Institute of Marine Science, Gloucester Point, Virginia, escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*).

IATTC staff members are also active in professional societies and organizations dedicated to the conservation of natural resources. During 2006 Dr. Martin A. Hall was a member of the Board of Directors of the National Fisheries Conservation Center, the Scientific Advisory Board of Seafood Watch, the Stakeholder Council of the Marine Stewardship Council, the Consortium for Wildlife Bycatch Reduction of the New England Aquarium, and the Scientific Committee of the Fundación Vida Silvestre Argentina. Dr. Daniel Margulies served as the Western Regional Representative of the Early Life History Section of the American Fisheries Society, Dr. William H. Bayliff served as chairman of the committee for the W. F. Thompson Award for the American Institute of Fishery Research Biologists, and Dr. Michael D. Scott served on the Scientific Program Committee of the Society for Marine Mammalogy.



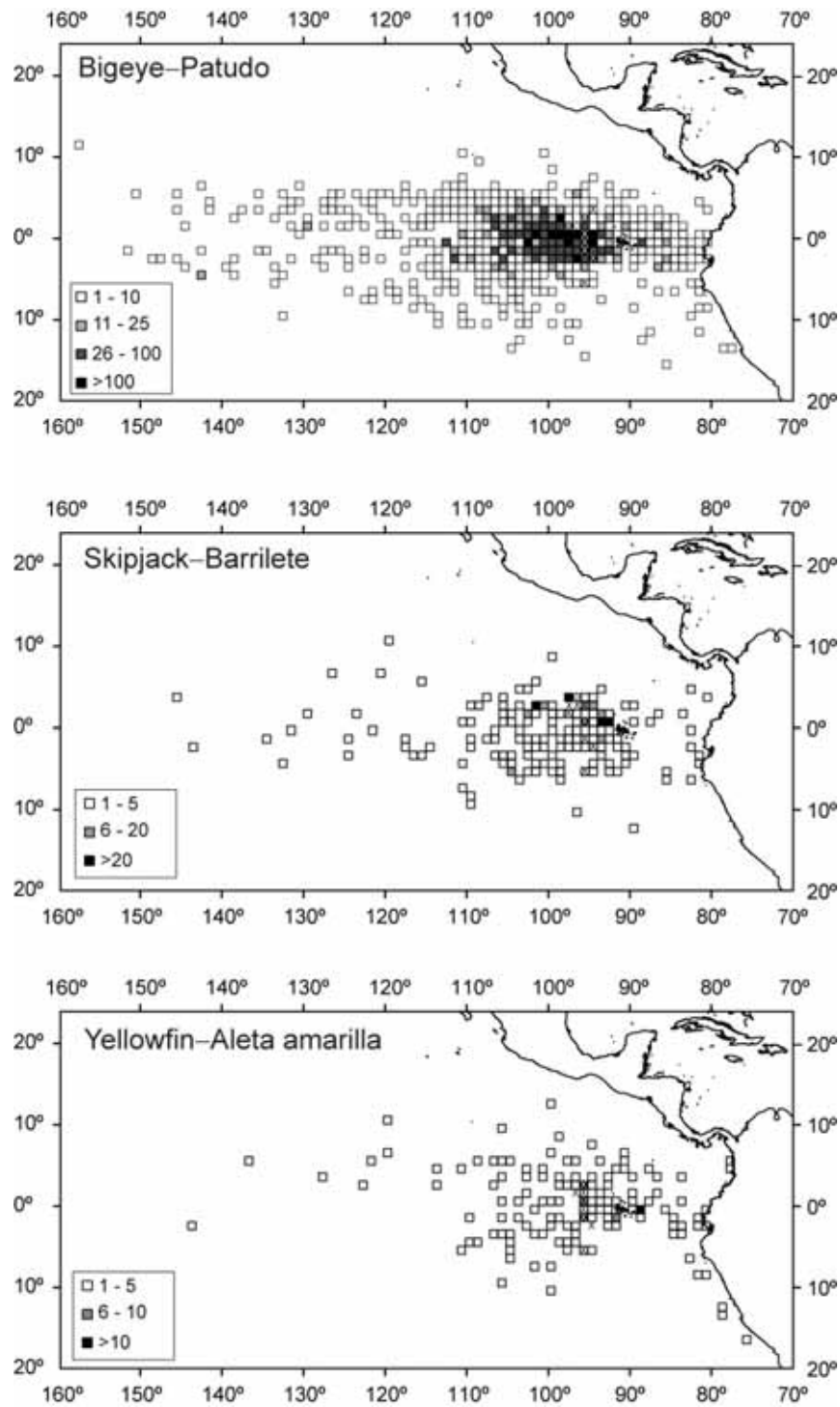
**FIGURE 1.** Numbers of returns of bigeye, skipjack, and yellowfin tagged with conventional or archival tags and released in the equatorial eastern Pacific Ocean, by months at liberty.

**FIGURA 1.** Número de devoluciones de atunes patudo, barrilete, y aleta amarilla marcados con marcas convencionales o archivadoras y liberados en el Océano Pacífico oriental ecuatorial, por meses en libertad.



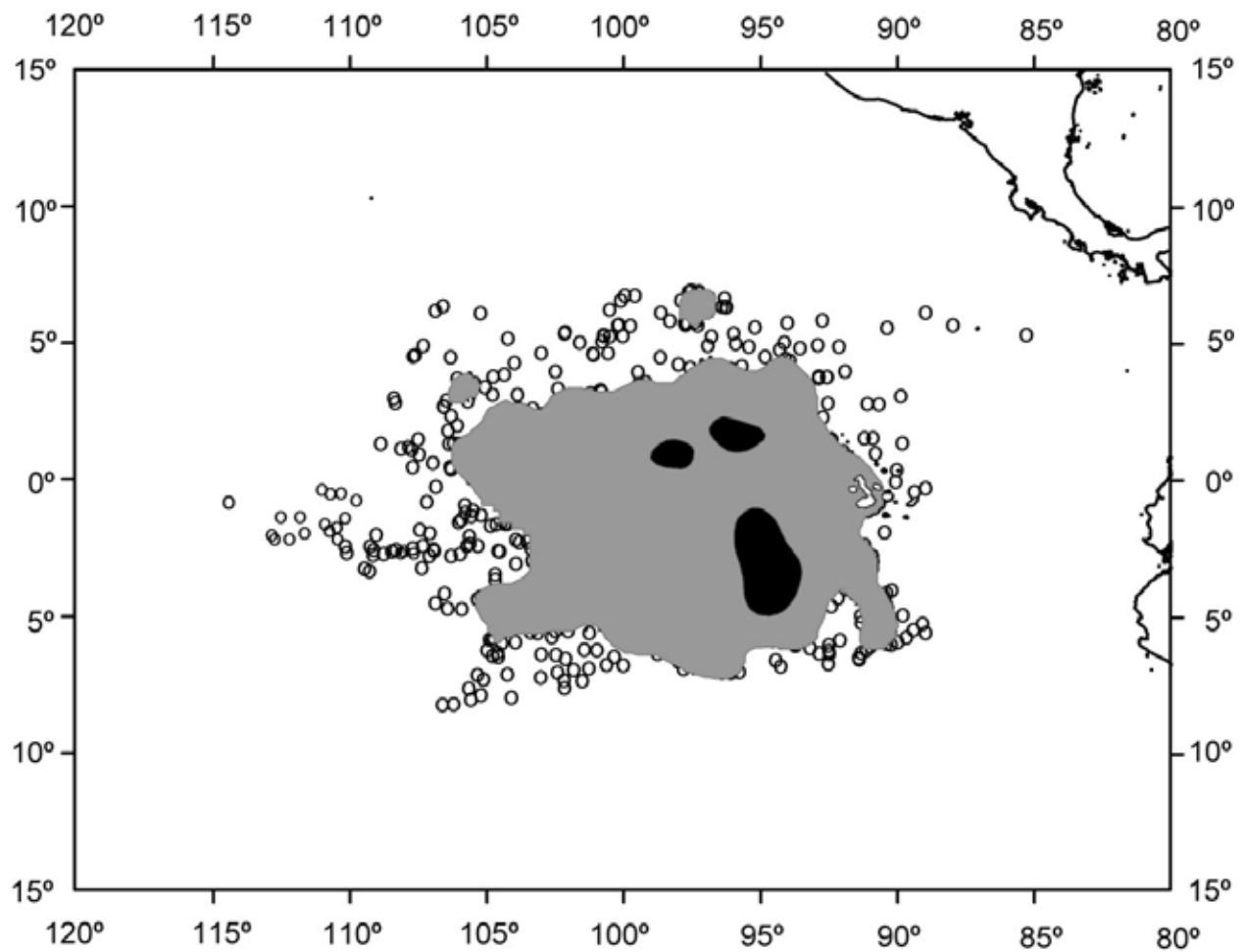
**FIGURE 2.** Linear displacements, expressed as percentages of total returns, for bigeye, skipjack, and yellowfin tagged with conventional or archival tags and released in the equatorial eastern Pacific Ocean.

**FIGURA 2.** Desplazamientos lineales, expresados como porcentajes de devoluciones totales, de atunes patudo, barrilete, y aleta amarilla marcados con marcas convencionales o archivadoras y liberados en el Océano Pacífico oriental ecuatorial.



**FIGURE 3.** Locations of release (squares with x's) and recapture (squares with and without x's) of bigeye, skipjack, and yellowfin tagged with conventional or archival tags and released in the equatorial eastern Pacific Ocean.

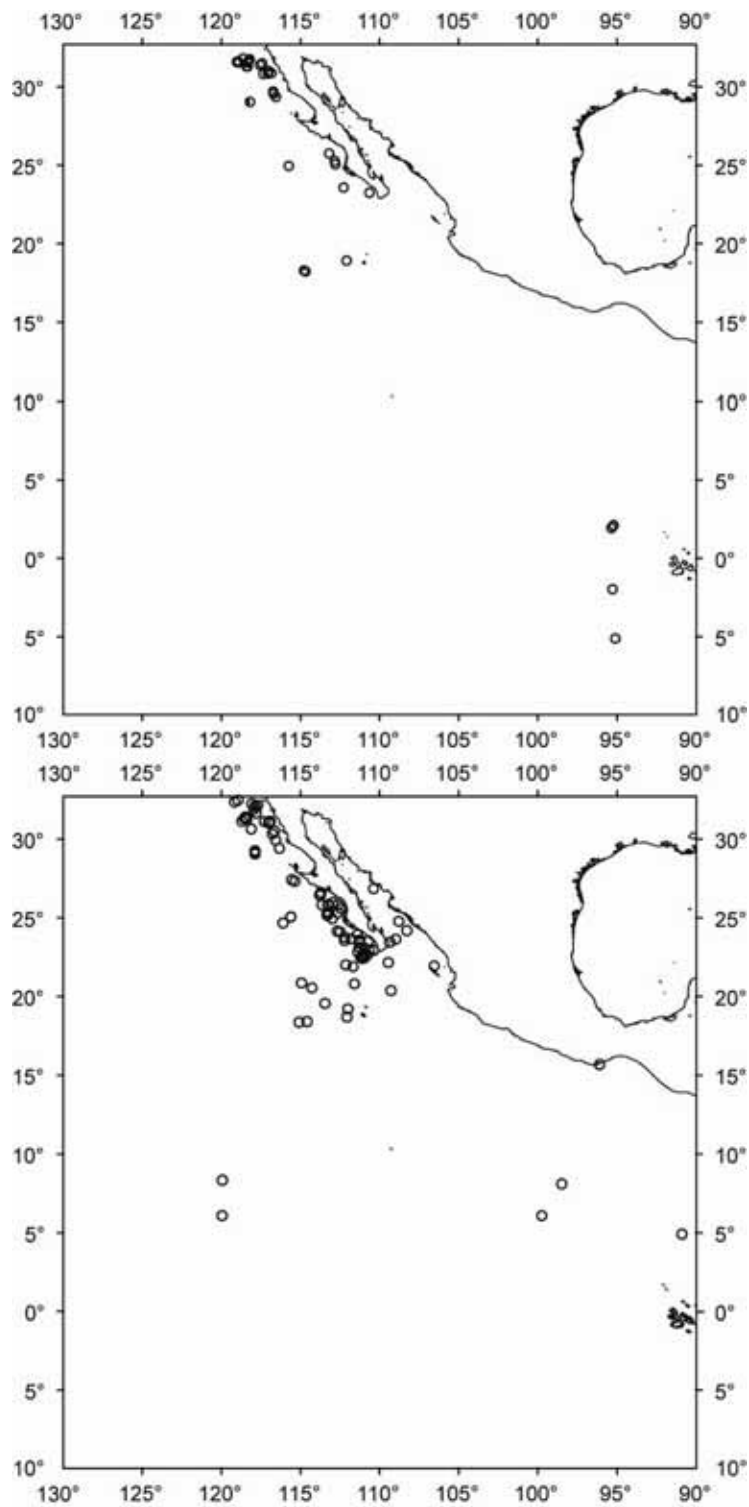
**FIGURA 3.** Posiciones de liberación (cuadros con x) y recaptura (cuadros con y sin x) de atunes patudo, barrilete, y aleta amarilla marcados con marcas convencionales o archivadoras y liberados en el Océano Pacífico oriental ecuatorial.



**FIGURE 4.** Utilization distributions (50 percent in black and 95 percent in gray), consisting of 3,319 geolocation estimates, for 26 bigeye released in the equatorial Pacific Ocean that were at liberty for more than 150 days. The circles are the geolocation estimates outside the 95-percent utilization distribution.

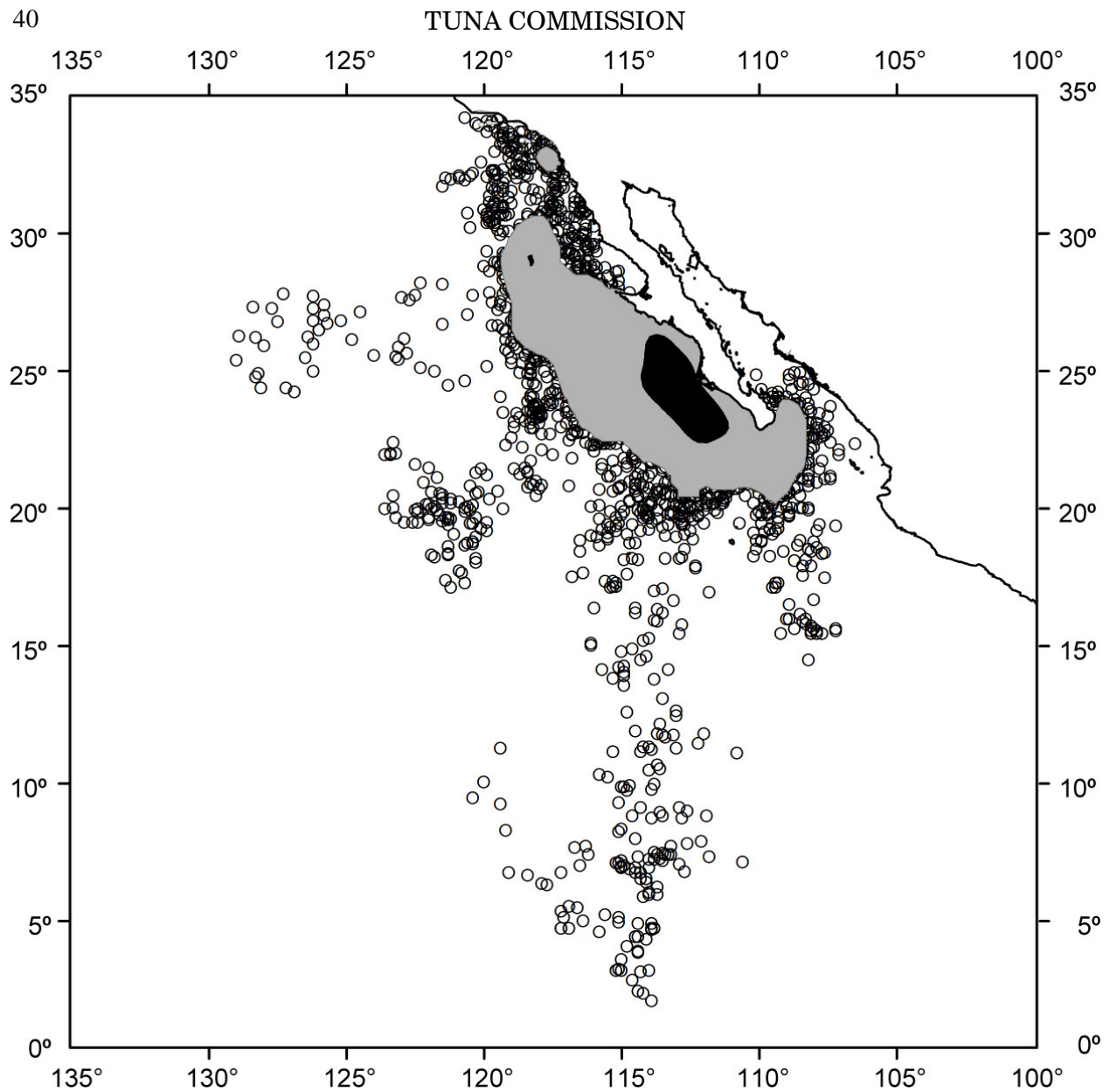
**FIGURA 4.** Distribuciones de utilización (50% en negro y 95% en gris), consistiendo en 3.319 estimaciones de geocalización, de 26 patudos liberados en el Océano Pacífico ecuatorial que estuvieron en libertad más de 150 días. Los círculos son las estimaciones de geocalización afuera de la distribución de utilización de 95%.





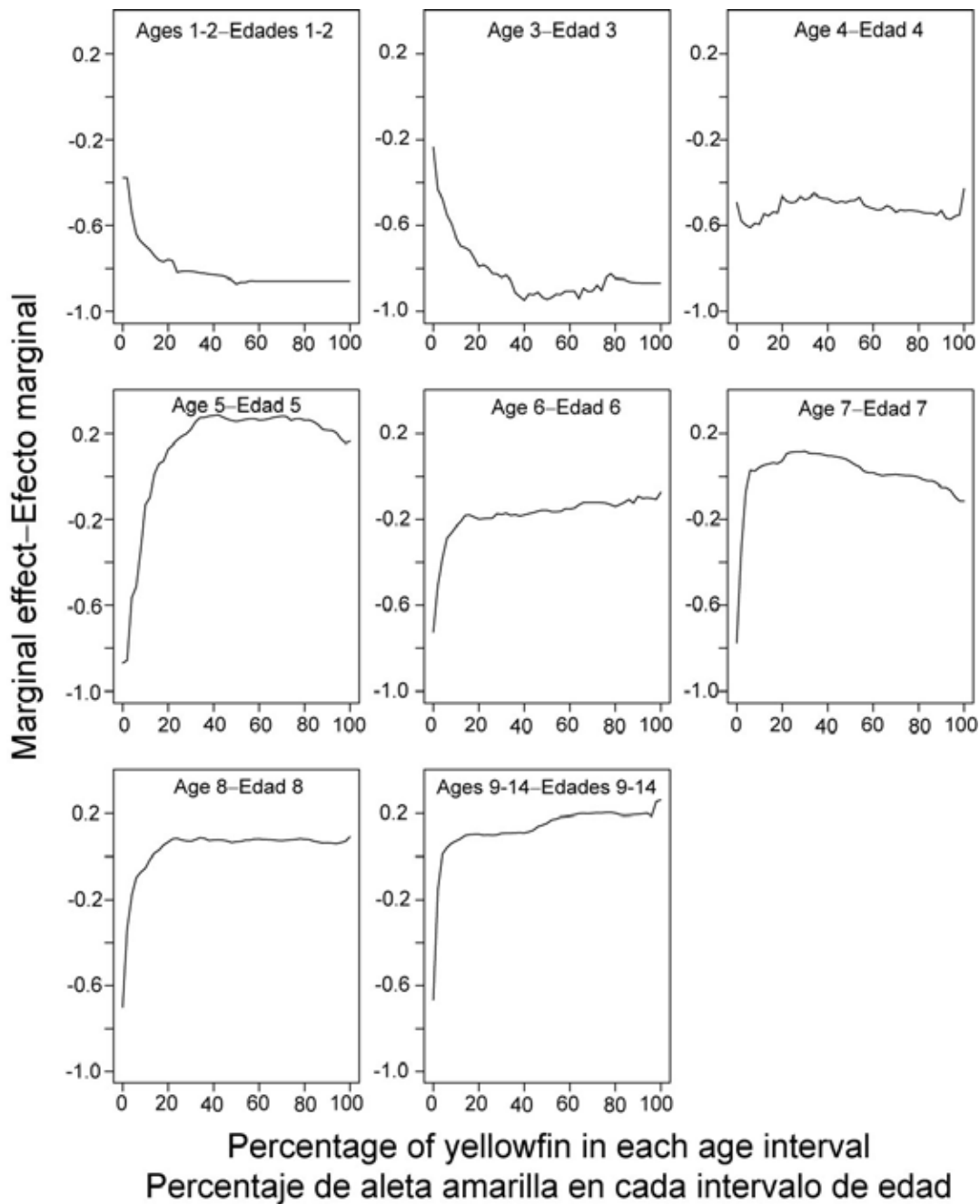
**FIGURE 5.** Release (upper panel) and recapture (lower panel) locations for all yellowfin tagged with archival tags in the eastern Pacific Ocean during 2002-2006.

**FIGURA 5.** Posiciones de liberación (panel superior) y recaptura (panel inferior) de todos los aletas amarillas marcados con marcas archivadoras en el Océano Pacífico oriental durante 2002-2006.



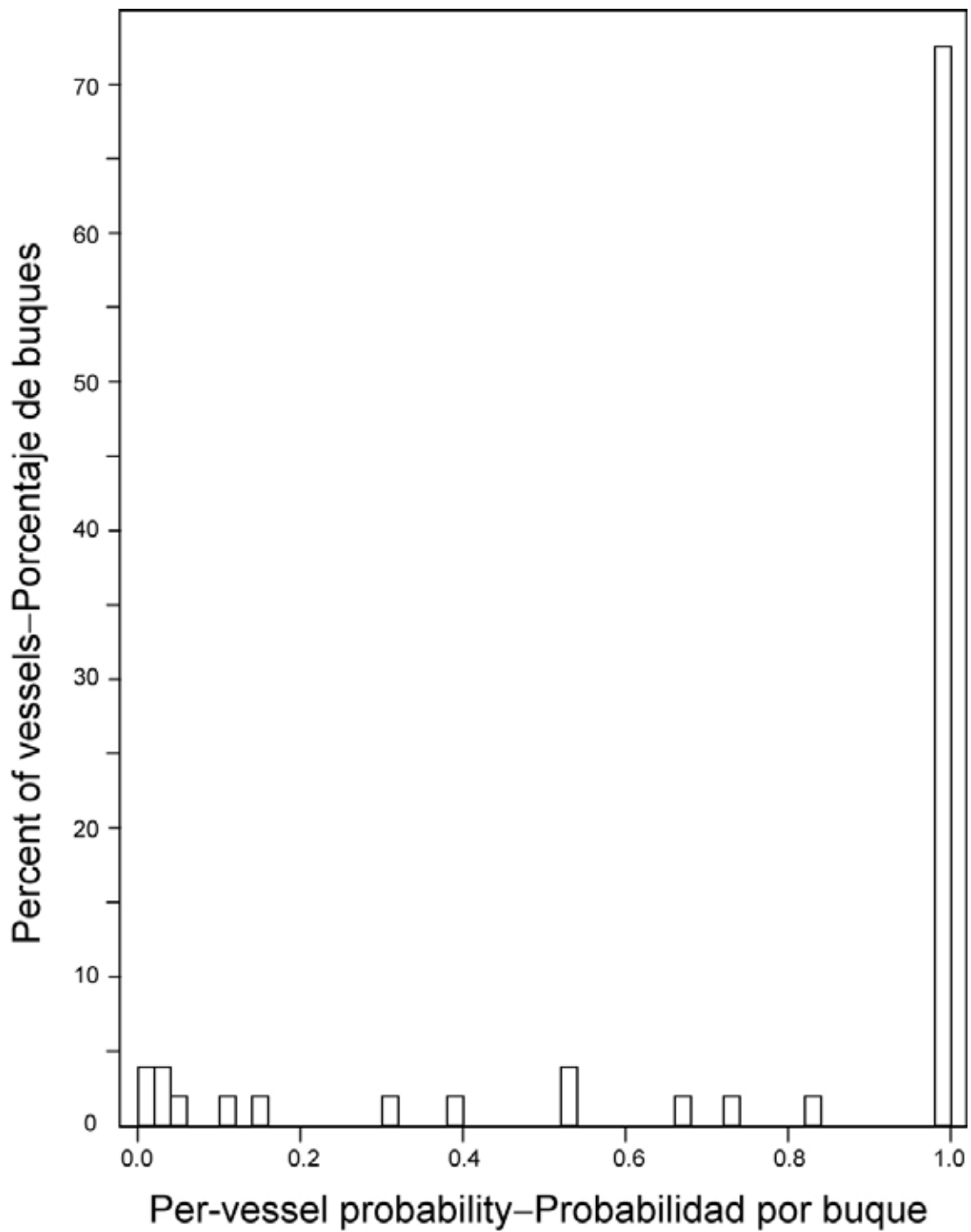
**FIGURE 6.** Utilization distributions (50 percent in black and 95 percent in grey), consisting of 8,283 geolocation estimates, for 34 yellowfin released off Baja California that were at liberty for more than 150 days. The circles are the geolocation estimates outside the 95-percent utilization distribution.

**FIGURA 6.** Distribuciones de utilización (50% en negro y 95% en gris), consistiendo en 8.283 estimaciones de geocalización, de 34 aleta amarilla liberados frente a Baja California que estuvieron en libertad más de 150 días. Los círculos son las estimaciones de geocalización afuera de la distribución de utilización de 95%.



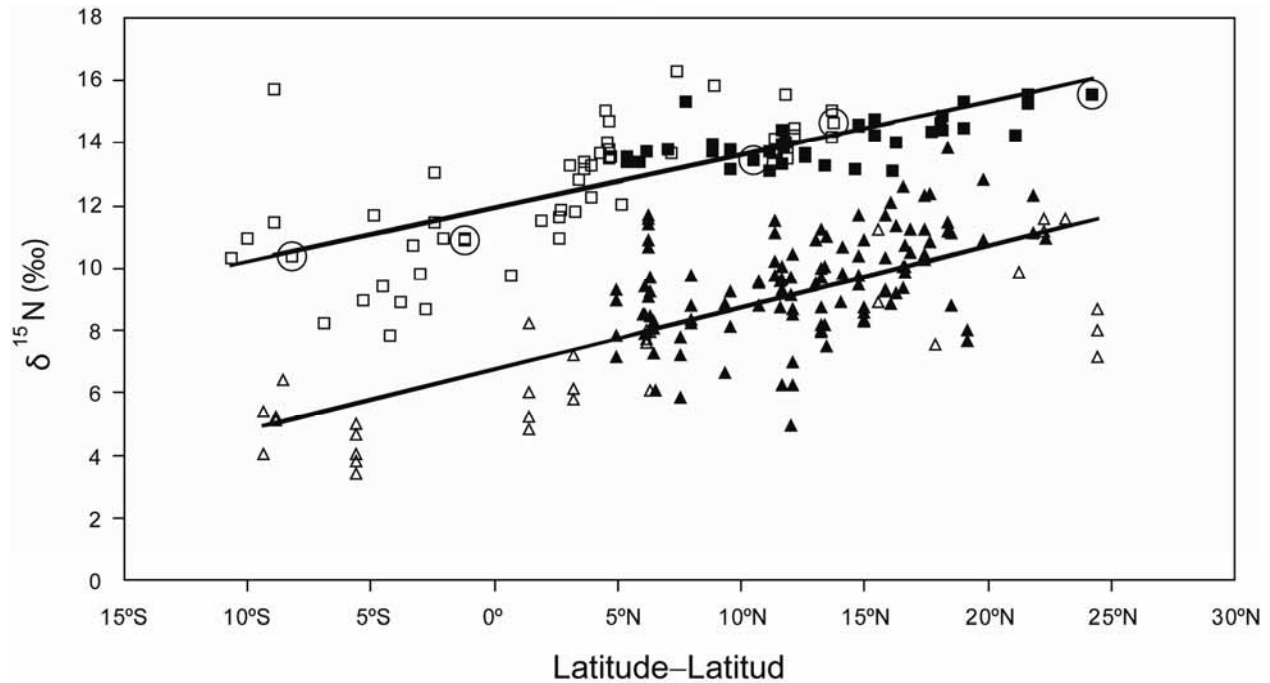
**FIGURE 7.** Approximate relationship between the probability that the yellowfin tuna in a sample from a large vessel were classified as having been caught in one or more dolphin sets (“marginal effect”) and the proportion of fish in each age interval. The samples with the greatest positive marginal effects would be the most likely to be classified as having been caught in one or more dolphin sets.

**FIGURA 7.** Relación aproximada entre la probabilidad que el atún aleta amarilla en una muestra de un buque grande sea clasificado como capturado en uno o más lances sobre delfines (“efecto marginal”) y la proporción de pescado en cada intervalo de edad. Las muestras con los efectos marginales positivos máximos tendrían la mayor probabilidad de ser clasificados como provenientes de lances sobre delfines.



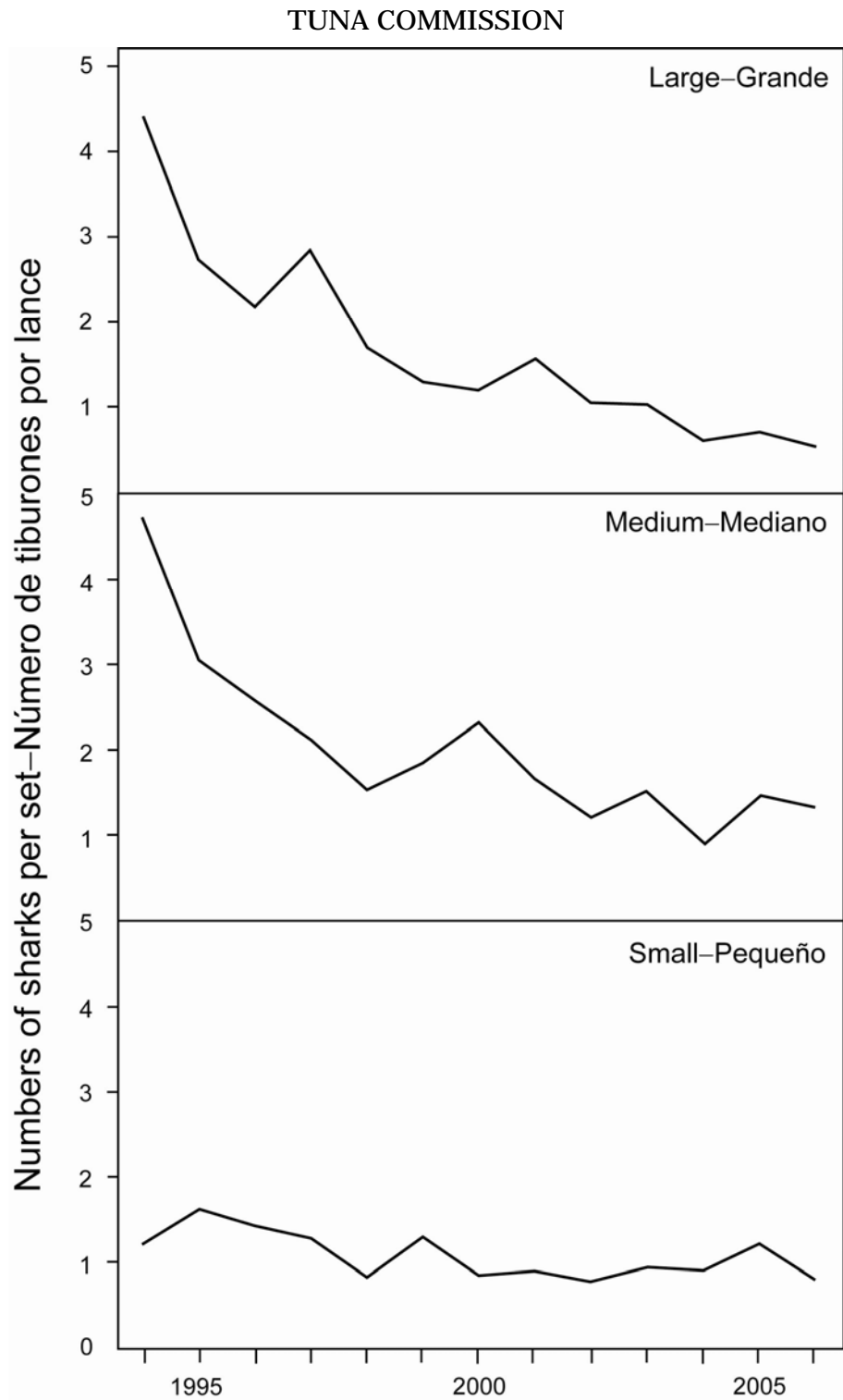
**FIGURE 8.** Per-vessel probabilities for small vessels. Per-vessel probabilities at or near 1.0 indicate few to no unusual residuals per vessel, while those near 0.0 indicate relatively unlikely numbers of unusual residuals.

**FIGURA 8.** Probabilidades por buque para los buques pequeños. Las probabilidades por buque en o cerca de 1.0 indican pocos o ningún residual atípico por buque, mientras que aquellas cercanas a 0.0 indican números de residuales atípicos relativamente poco probables.



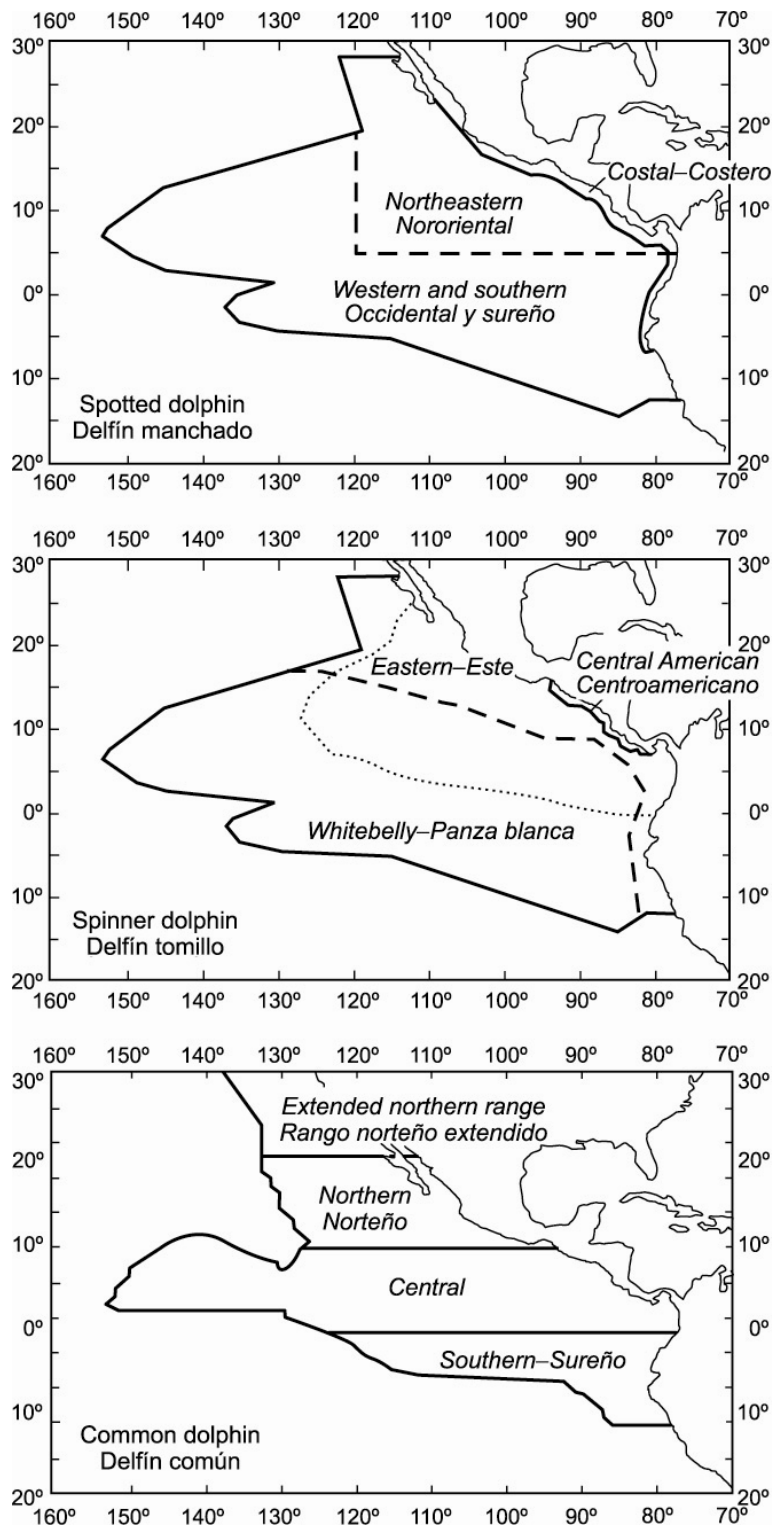
**FIGURE 9.**  $\delta^{15}\text{N}$  values for bulk white muscle tissue of yellowfin tuna (squares) and for whole zooplankton (triangles) versus latitude in the eastern Pacific Ocean. The samples used to determine yellowfin trophic level by comparison with the  $\delta^{15}\text{N}$  values for bulk mesozooplankton are represented by filled squares and triangles. The five yellowfin tuna samples used for CSIA determinations are shown by circles.

**FIGURA 9.** Valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de tejido muscular blanco entero de atún aleta amarilla (cuadros) y de zooplancton entero (triángulos) contra latitud en el Océano Pacífico oriental. Las muestras usadas para determinar el nivel trófico del aleta amarilla mediante una comparación con los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de mesozooplancton entero son representadas por cuadros y triángulos rellenos. Las cinco muestras de aleta amarilla usadas para las determinaciones de CSIA son indicadas por círculos.

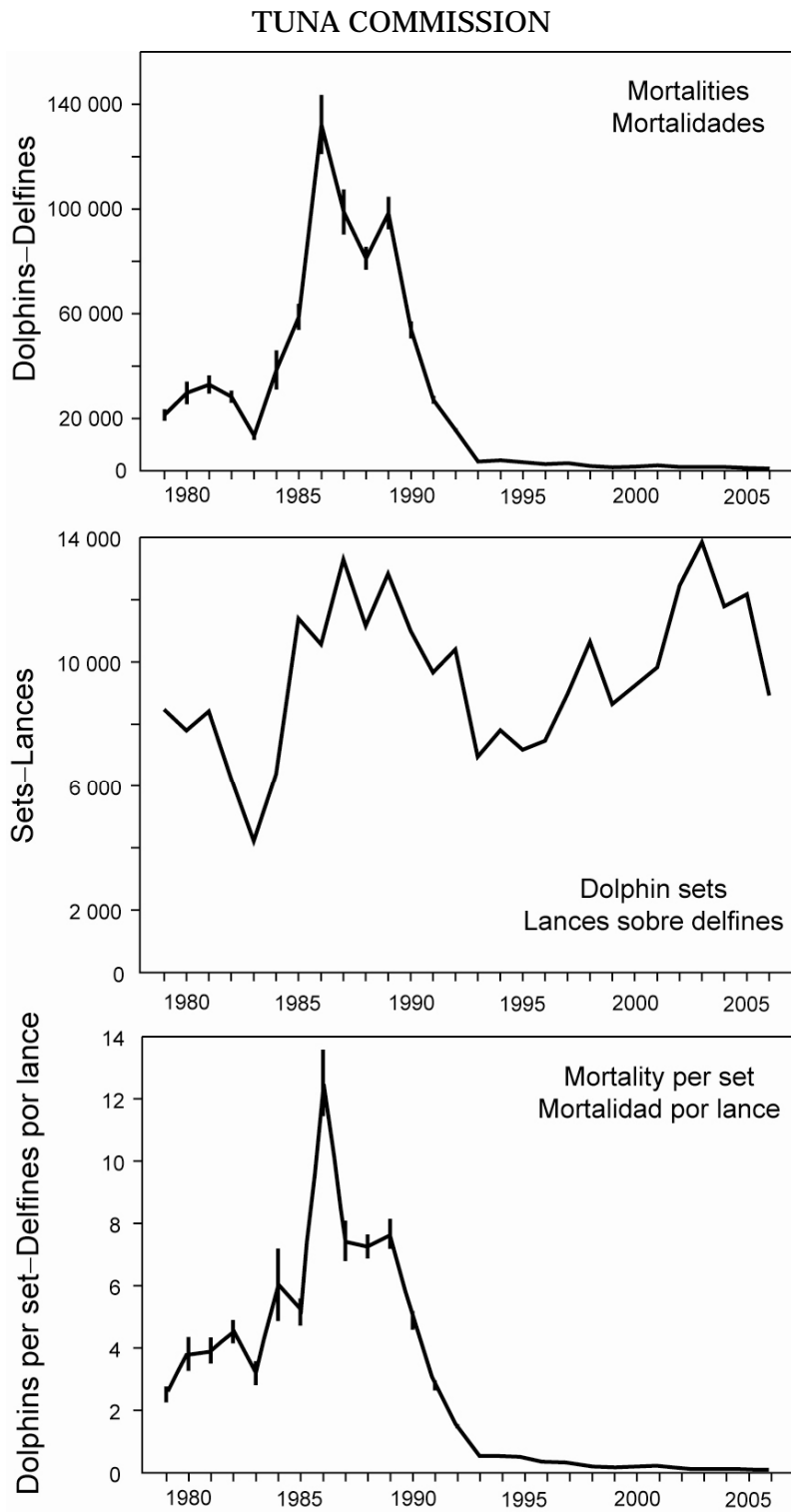


**FIGURE 10.** Catches of large (>150 cm), medium (90-150 cm), and small (<90 cm) silky sharks per floating-object set in the eastern Pacific Ocean.

**FIGURA 10.** Capturas de tiburones jaquetón grandes (>150 cm), medianos (90-150 cm), y pequeños (<90 cm) por lance sobre objeto flotante en el Océano Pacífico oriental.



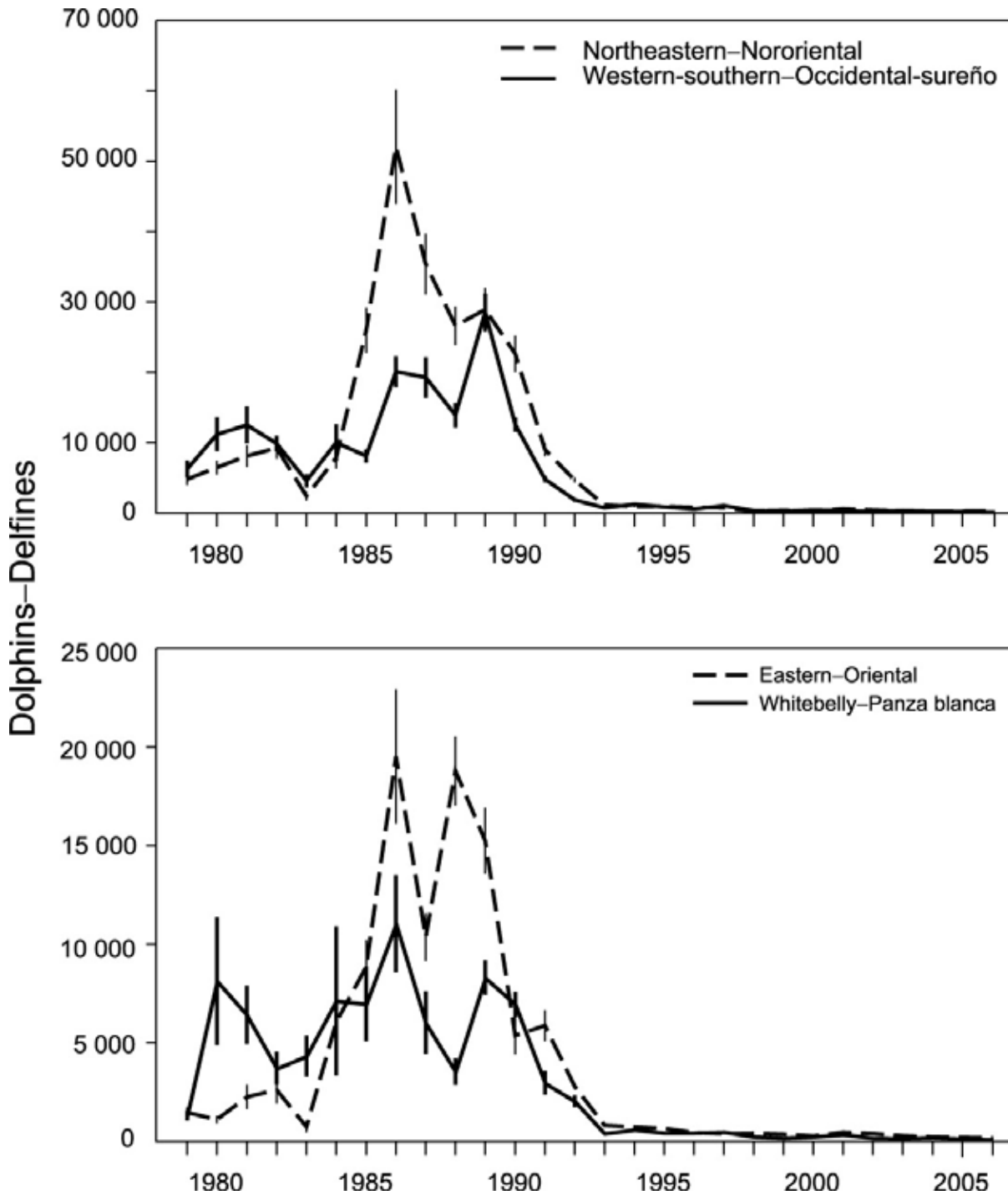
**FIGURE 11.** Average distributions of the stocks of spotted, spinner, and common dolphins in the eastern Pacific Ocean (EPO).  
**FIGURA 11.** Distribuciones medias de los stocks de delfines manchado, tornillo, y común en el Océano Pacífico oriental (OPO).



**FIGURE 12.** Estimated numbers of sets on tunas associated with dolphins, dolphin mortalities per set, and total mortalities of dolphins due to fishing in the EPO. Each vertical line represents one positive and one negative standard error.

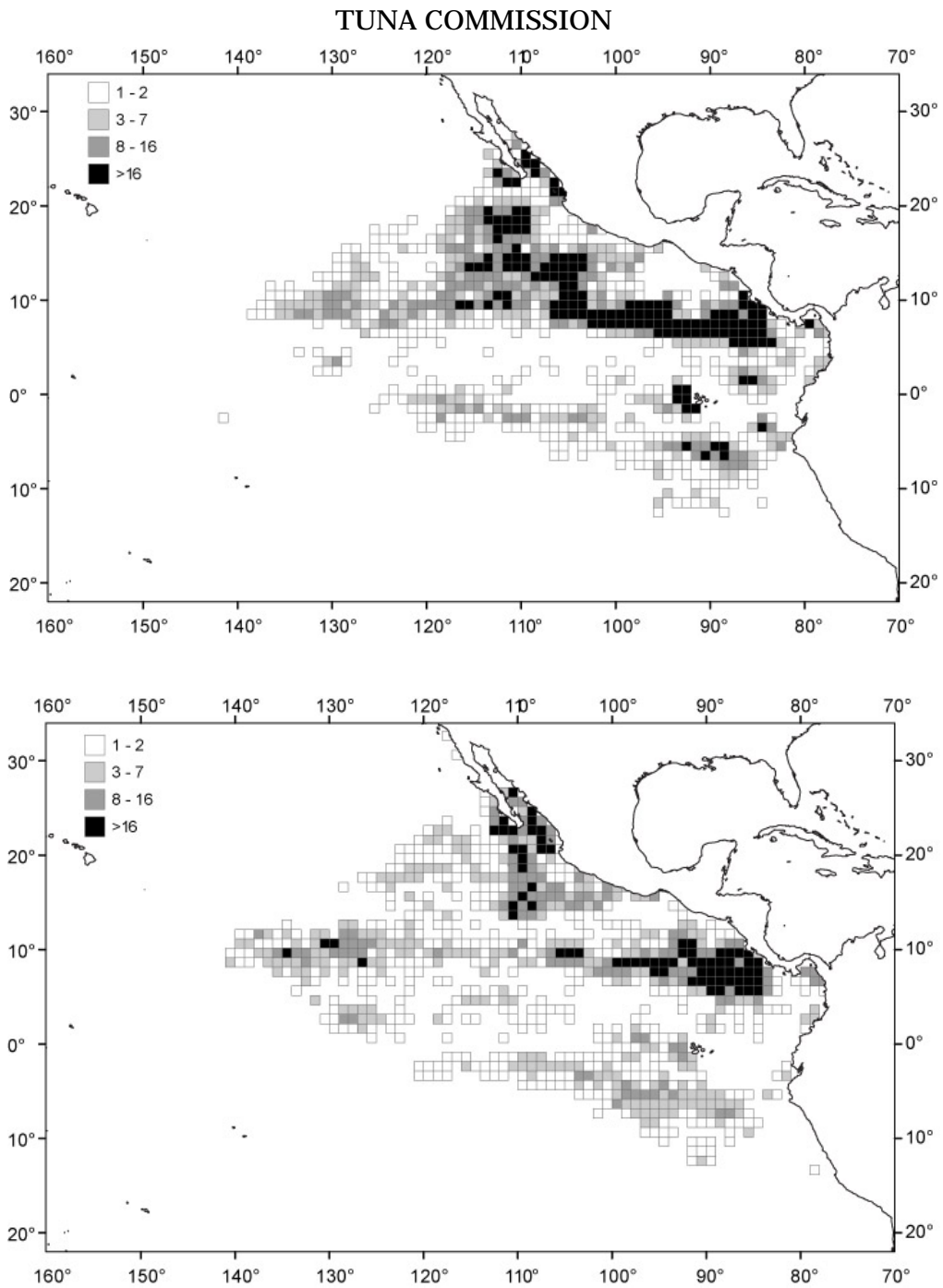
**FIGURA 12.** Número estimado de lances sobre atunes asociados con delfines, mortalidades de delfines por lance, y mortalidad total de delfines causada por la pesca en el OPO. Cada línea vertical representa un error estándar positivo y un error estándar negativo.



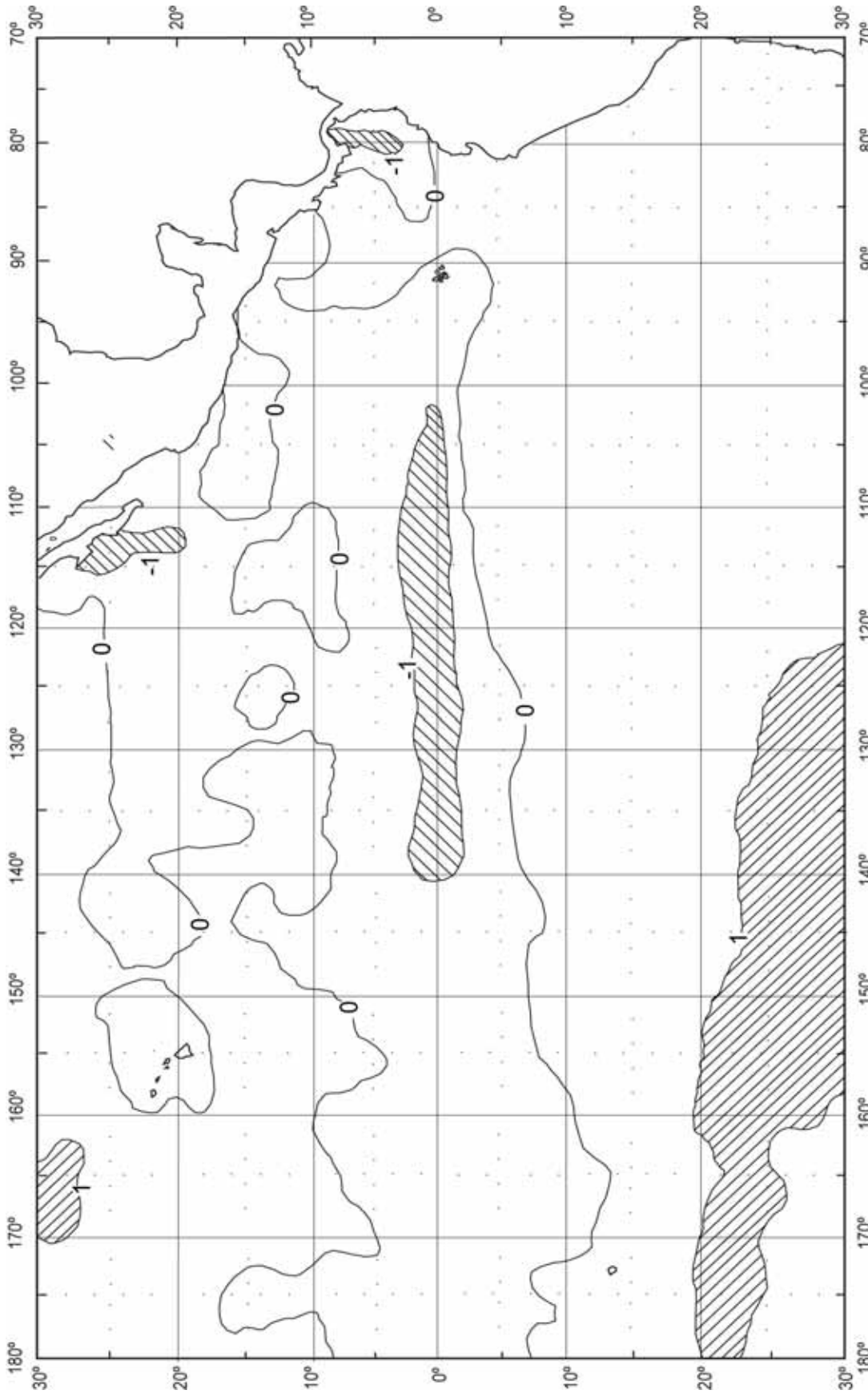


**FIGURE 13.** Estimated numbers of mortalities for the stocks of spotted (upper panel) and spinner (lower panel) dolphins in the EPO. Each vertical line represents one positive and one negative standard error.

**FIGURA 13.** Número estimado de mortalidades para los stocks de delfines manchado (panel superior) y tornillo (panel inferior) en el OPO. Cada línea vertical representa un error estándar positivo y un error estándar negativo.

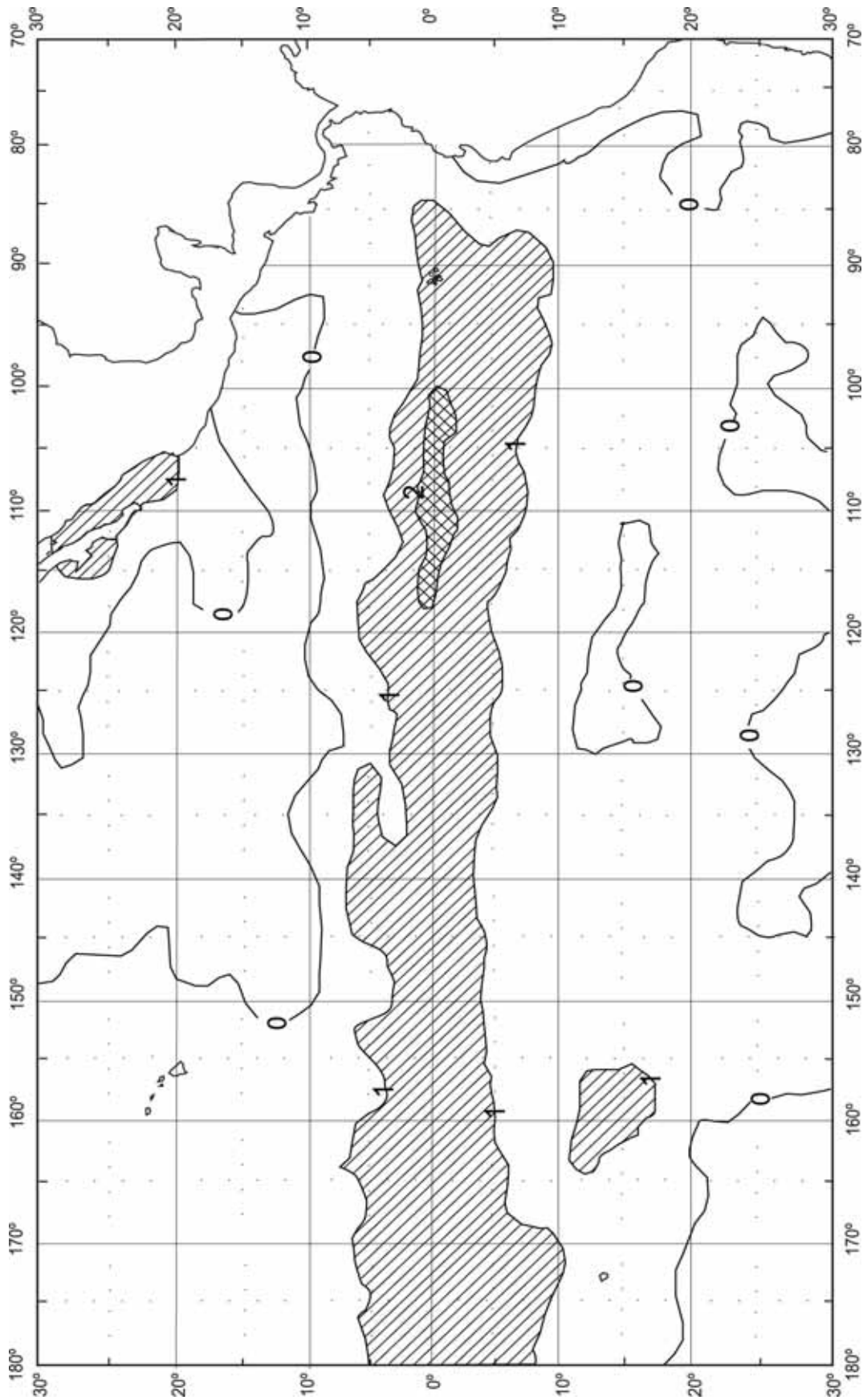


**FIGURE 14.** Distributions of sets on tunas associated with dolphins in 2005 (upper panel) and 2006 (lower panel).  
**FIGURA 14.** Distribuciones de lances sobre atunes asociados con delfines en 2005 (recuadro superior) y 2006 (recuadro inferior).



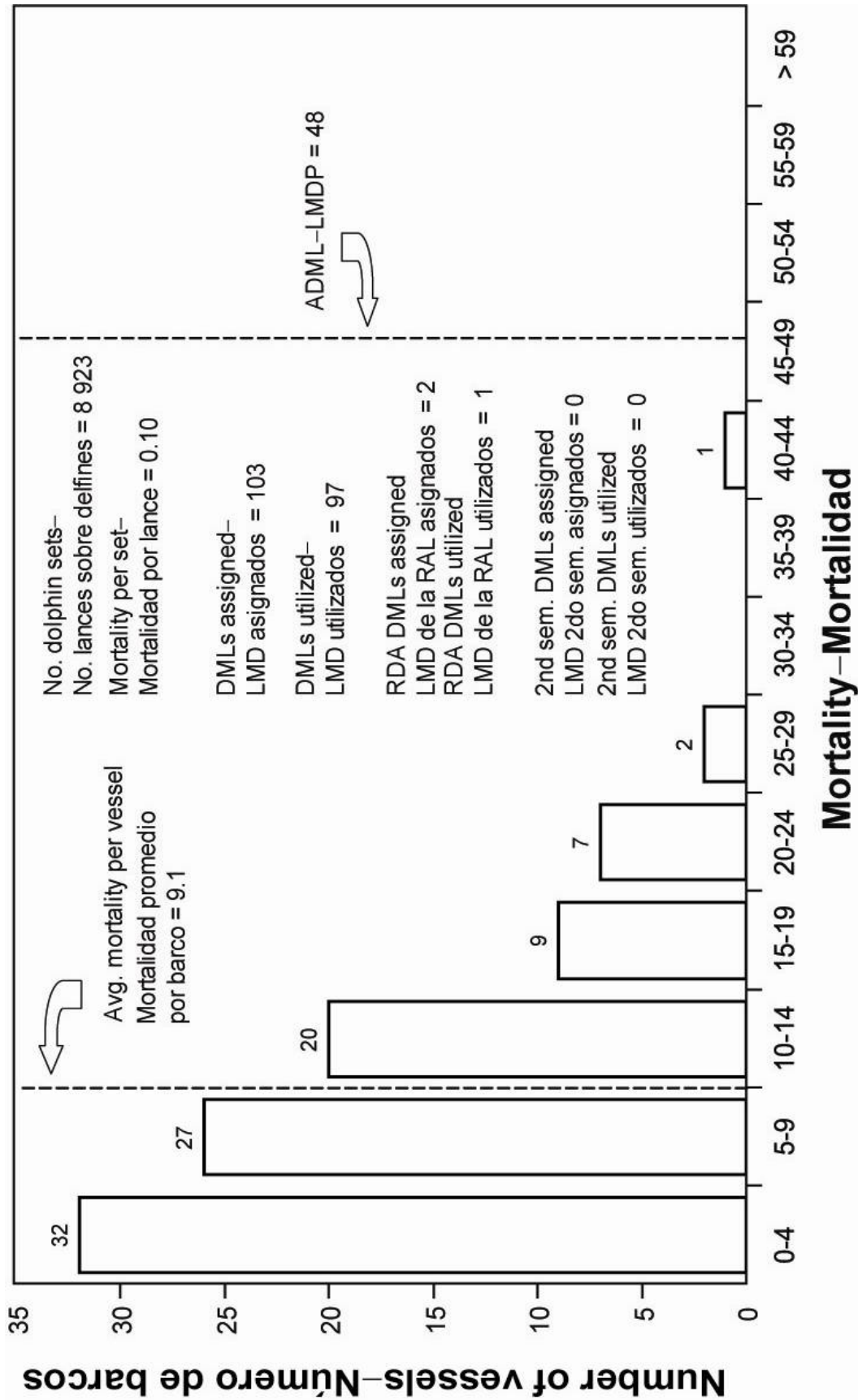
**FIGURE 15a.** Sea-surface temperature (SST) anomalies (departures from long-term normals) for March 2006, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels.

**FIGURA 15a.** Anomalías (variaciones de los niveles normales a largo plazo) de la temperatura superficial del mar (TSM) en marzo de 2006, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y otros buques comerciales.



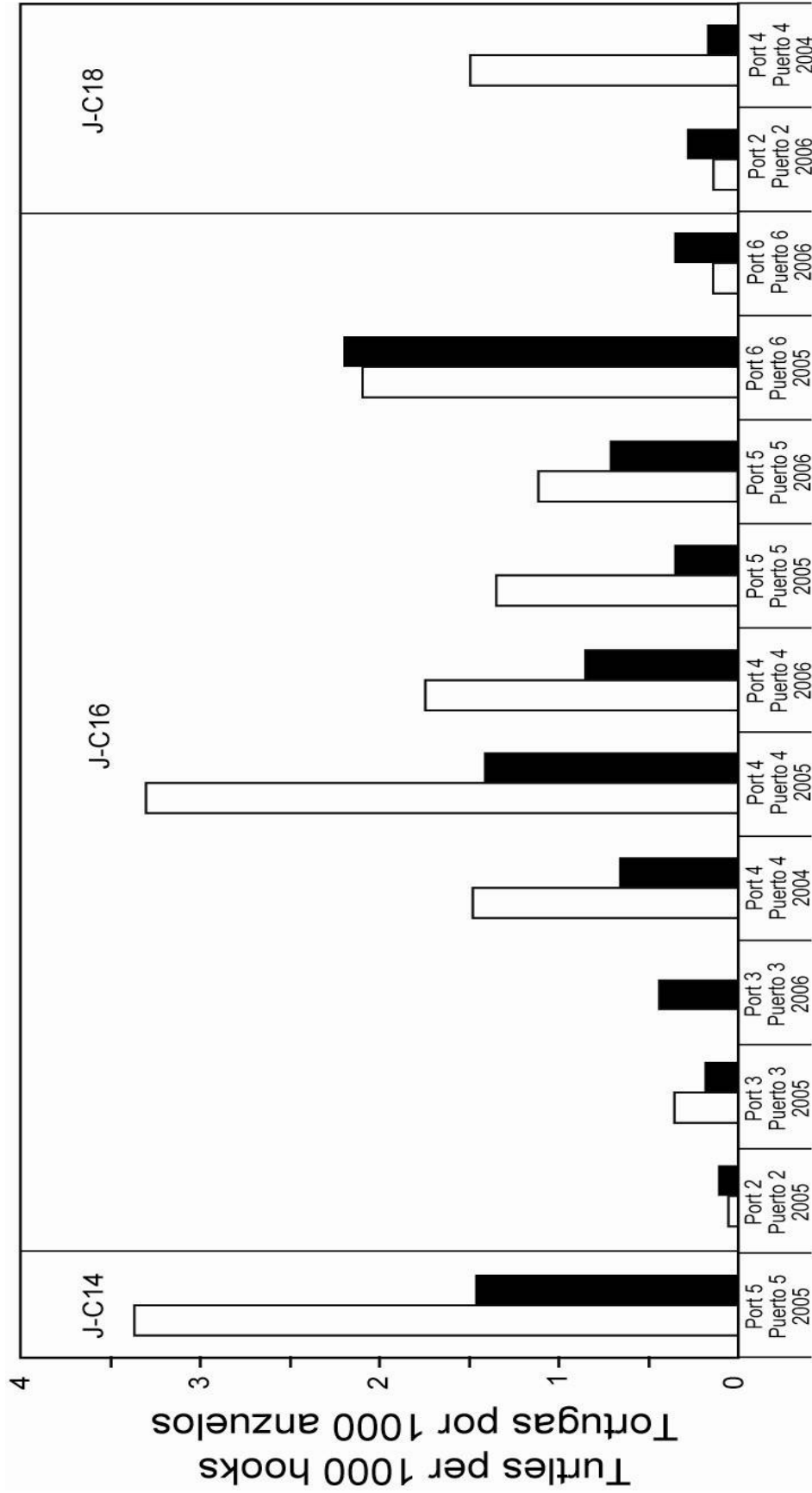
**FIGURE 15b.** Sea-surface temperature (SST) anomalies (departures from long-term normals) for December 2006, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels.

**FIGURA 15b.** Anomalías (variaciones de los niveles normales a largo plazo) de la temperatura superficial del mar (TSM) en diciembre de 2006, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y otros buques comerciales.

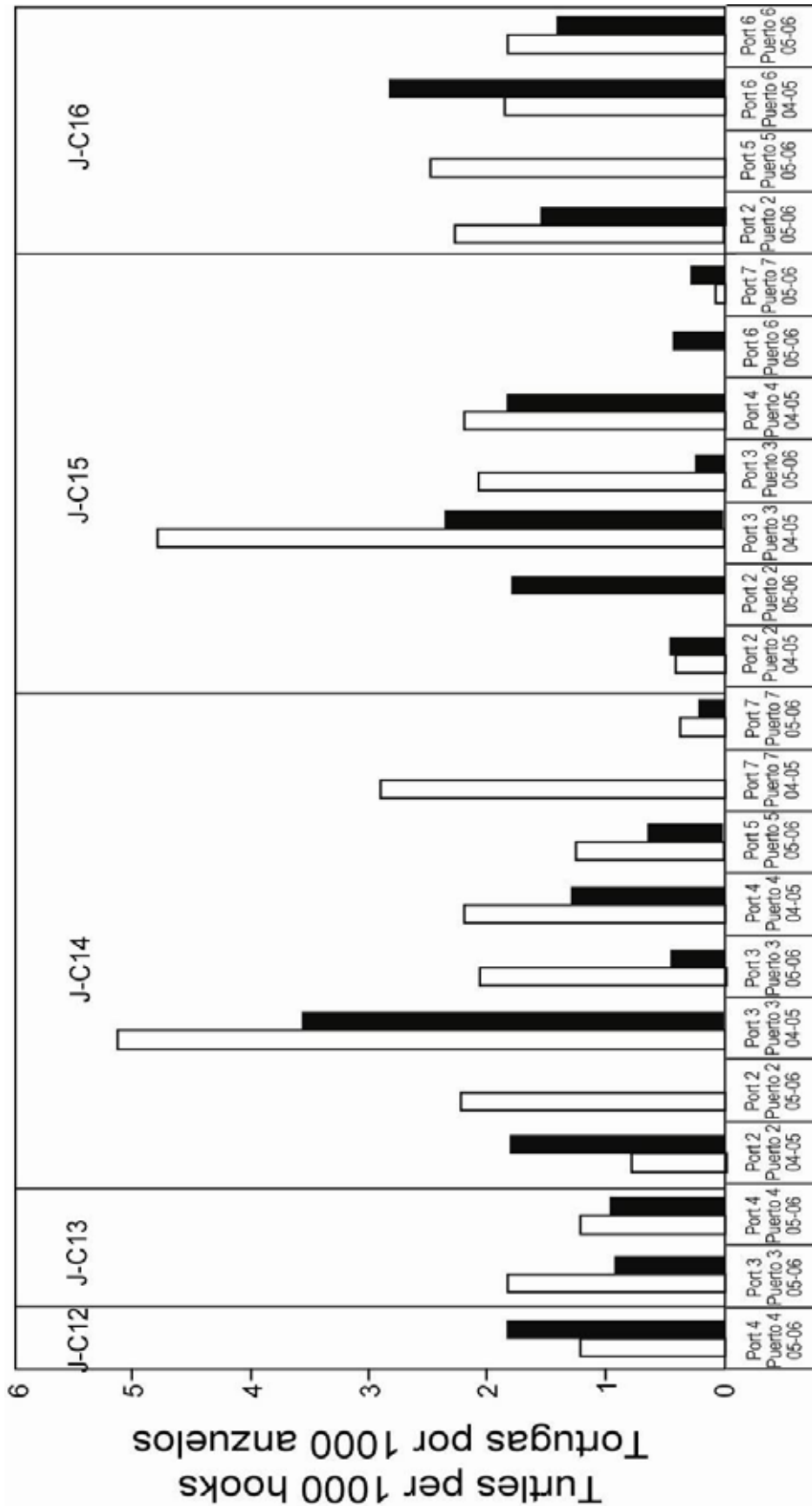


**FIGURE 16.** Distribution of dolphin mortality caused by vessels with DMLs during 2006. The abbreviations are as follows: DML, dolphin mortality limit; RDA, reserve DML allocation; ADML, average individual-vessel DML.

**FIGURA 16.** Distribución de la mortalidad de delfines causada por buques con LMD durante 2006. Las abreviaturas son como a continuación: LMD, límite de mortalidad de delfines; RAD, reserva para la asignación de LMD; LMDP, LMD promedio por buque.

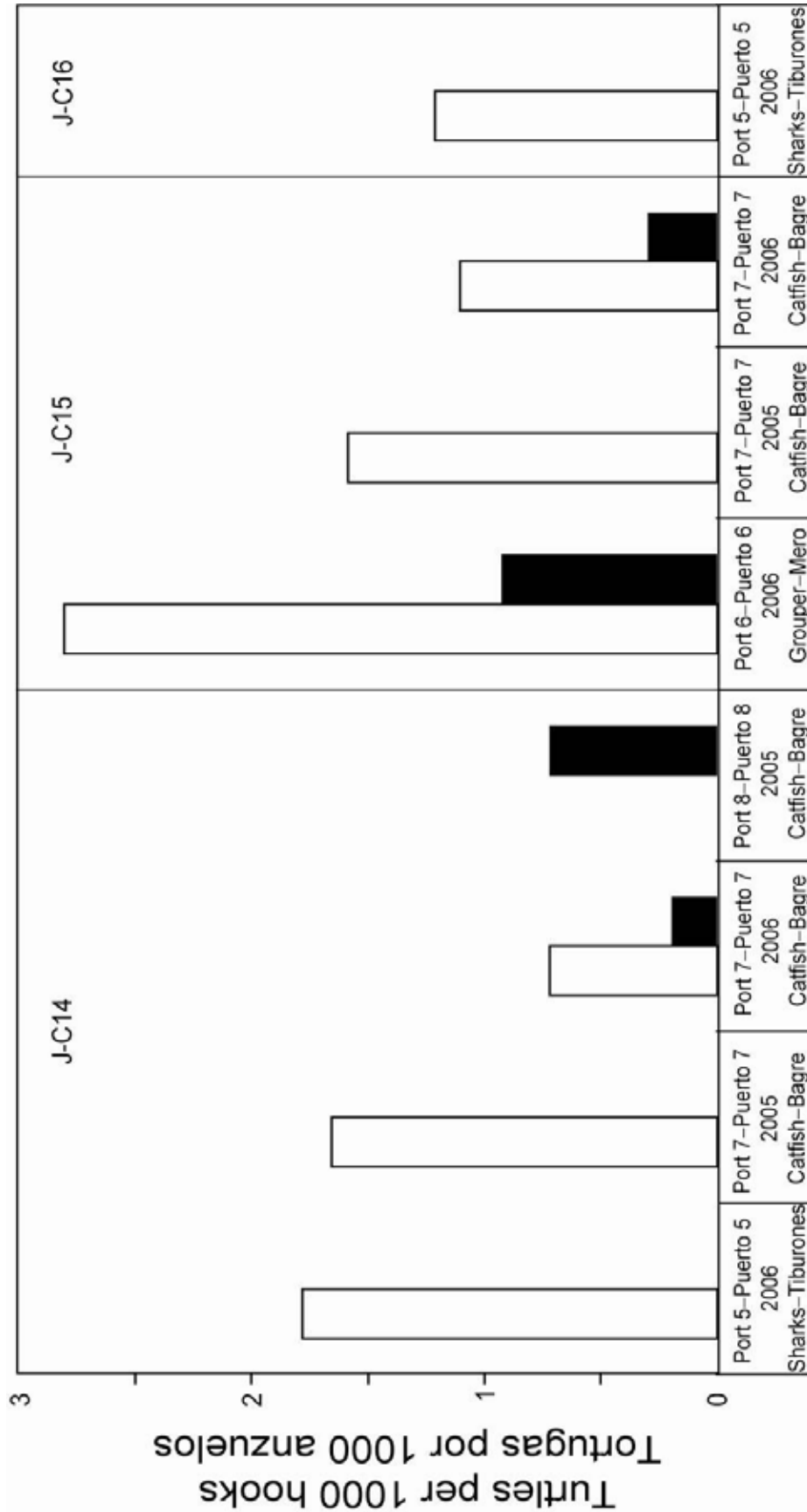


**FIGURE 17a.** Catches of sea turtles by longline vessels based in various ports using TBS gear with J hooks (white bars) and different sizes of C hooks (black bars).  
**FIGURA 17a.** Capturas de tortugas marinas por buques de palangre basados en varios puertos que usaron palangres TBS con anzuelos J (barras blancas) y anzuelos C de distintos tamaños (barras negras).



**FIGURE 17b.** Catches of sea turtles by longline vessels based in various ports using dorado gear with J hooks (white bars) and different sizes of C hooks (black bars). "04," "05," and "06" indicate experiments carried out in 2004, 2005, and 2006, respectively.

**FIGURA 17b.** Capturas de tortugas marinas por buques de palangre basados en varios puertos que usaron palangres de dorado con anzuelos J (barras blancas) y anzuelos C de distintos tamaños (barras negras). "04," "05," y "06" indican experimentos realizados en 2004, 2005, y 2006, respectivamente.



**FIGURE 17c.** Catches of sea turtles by longline vessels based in various ports using bottom-fishing gear with J hooks (white bars) and different sizes of C hooks (black bars).  
**FIGURA 17c.** Capturas de tortugas marinas por buques de palangre basados en varios puertos que usaron palangres de fondo con anzuelos J (barras blancas) y anzuelos C de distintos tamaños (barras negras).



**TABLE 1a.** Releases of tunas tagged with conventional tags in the equatorial eastern Pacific Ocean during 2000 and 2002-2006, and returns of those tags through 31 December 2006.

**TABLA 1a.** Liberaciones de atunes marcados con marcas convencionales en el Océano Pacífico oriental ecuatorial durante 2000 y 2002-2006, y devoluciones de esas marcas hasta el 31 de diciembre de 2006.

Year Año	Bigeye—Patudo			Skipjack—Barrilete			Yellowfin—Aleta amarilla		
	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje
2000	101	22	21.8	1,238	262	21.2	71	8	11.3
2002	1,421	581	40.9	257	30	11.7	196	33	16.8
2003	8,610	4,029	46.8	138	22	15.9	863	241	27.9
2004	7,089	2,792	39.4	878	152	17.3	306	39	12.7
2005	1,928	79	41.0	333	32	9.6	265	38	14.3
2006	32	8	25.0	592	37	6.3	541	30	5.5
Total	19,181	8,222	39.2	3,436	535	15.6	2,242	389	17.4

**TABLE 1b.** Releases of tunas tagged with archival tags in the equatorial eastern Pacific Ocean during 2000 and 2002-2006, and returns of those tags through 31 December 2006.

**TABLA 1b.** Liberaciones de atunes marcados con marcas archivadoras en el Océano Pacífico oriental ecuatorial durante 2000 y 2002-2006, y devoluciones de esas marcas hasta el 31 de diciembre de 2006.

Year Año	Bigeye—Patudo			Skipjack—Barrilete			Yellowfin—Aleta amarilla		
	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje	Releases Liberaciones	Returns Retornos	Percent Porcentaje
2000	96	35	36.5	-	-	-	-	-	-
2002	26	8	30.8	36	1	2.8	-	-	-
2003	90	54	60.0	10	0	0.0	8	3	37.5
2004	58	32	55.2	33	6	18.2	-	-	-
2005	53	33	62.3	48	0	0.0	-	-	-
2006	-	-	-	2	0	0.0	45	4	8.9
Total	323	162	50.2	129	7	5.4	53	7	13.2

**TABLE 2.** Releases of yellowfin tagged with archival tags in the eastern Pacific Ocean during 2002-2006, and returns of those tags through 31 December 2006.  
**TABLA 2.** Liberaciones de atunes marcados con marcas archivadoras en el Océano Pacífico oriental ecuatorial durante 2002-2006, y devoluciones de esas marcas hasta el 31 de diciembre de 2006.

Year Año	Month Mes	Area	Releases Liberaciones	Returns by days at liberty—Retornos por días en libertad					Total
				<30	30-89	90-180	181-365	>365	
Baja California									
2002	October— Octubre	Southern Baja California—Baja California sureña	25	7	0	0	4	2	13
2003	October— Octubre	Southern Baja California—Baja California sureña	43	7	2	2	12	0	23
2004	August—Agosto	Northern Baja California—Baja California norteña	34	6	4	0	5	4	19
2004	November— Noviembre	Southern Baja California—Baja California sureña	81	5	2	10	10	8	35
2005	August—Agosto	Northern Baja California—Baja California norteña	47	4	2	0	19	0	25
2005	October— Octubre	Southern Baja California—Baja California sureña	75	13	13	13	4	1	44
2006	August—Agosto	Northern Baja California—Baja California norteña	41	5	1	0	0	0	6
2006	November— Noviembre	Southern Baja California—Baja California sureña	74	12	0	0	0	0	12
Total			420	59	24	25	54	15	177
Revillagigedo Islands—Islas Revillagigedo									
2006	February— Febrero		38	3	2	1	0	0	6
Equatorial eastern Pacific Ocean—Océano Pacífico oriental ecuatorial									
2003	March-May— Marzo-Mayo		8	3	0	0	0	0	3
2006	March-April— Marzo-Abril		45	0	4	0	0	0	4
Total			53	3	4	0	0	0	7
Total			511	65	30	26	54	15	190

**TABLE 3.** Coverage of the bycatch data base. The sources of the data are described in the text. Equivalent data for 1993-1997 are given in Table 11 of the IATTC Annual Report for 2002. The data for 2006, and, to a lesser extent, those for the earlier years, are preliminary.

**TABLA 3.** Cobertura de la base de datos de capturas incidentales. En el texto se describen las fuentes de los datos. En la Tabla 11 del Informe Anual de la CIAT de 2002 se presentan datos equivalentes para 1993-1997. Los datos de 2006, y, en grado menor, los de los años anteriores, son preliminares.

Year	Set type	Sets		Percent coverage ((Col. 3/Col. 4) x 100)
		IATTC bycatch data base	All tuna-dolphin data bases	
Año	Tipo de lance	Lances		Porcentaje de cobertura ((Col. 3/Col. 4) x 100)
		Base de datos CIAT sobre captura incidental	Todos las bases de datos atún-delfin	
1998	Dolphin—Delfin	8,018	10,645	75.3
	Unassociated—No asociado	3,217	4,631	69.5
	Floating object—Objeto flotante	5,346	5,481	97.5
	Total	16,581	20,757	79.9
1999	Dolphin—Delfin	6,536	8,651	75.6
	Unassociated—No asociado	4,633	6,146	75.4
	Floating object—Objeto flotante	4,513	4,630	97.5
	Total	15,682	19,427	80.7
2000	Dolphin—Delfin	6,088	9,287	65.6
	Unassociated—No asociado	3,932	5,506	71.4
	Floating object—Objeto flotante	3,744	3,926	95.4
	Total	13,764	18,719	73.5
2001	Dolphin—Delfin	5,403	9,665	55.9
	Unassociated—No asociado	2,267	3,013	75.2
	Floating object—Objeto flotante	5,565	5,828	95.5
	Total	13,235	18,506	71.5
2002	Dolphin—Delfin	7,615	12,365	61.6
	Unassociated—No asociado	2,718	3,299	82.4
	Floating object—Objeto flotante	5,659	5,832	97.0
	Total	15,992	21,496	74.4
2003	Dolphin—Delfin	8,506	13,791	61.7
	Unassociated—No asociado	4,226	5,082	83.2
	Floating object—Objeto flotante	5,369	5,514	97.4
	Total	18,101	24,387	74.2
2004	Dolphin—Delfin	7,708	11,783	65.4
	Unassociated—No asociado	4,522	5,698	79.4
	Floating object—Objeto flotante	4,933	5,062	97.5
	Total	17,163	22,543	76.1
2005	Dolphin—Delfin	8,086	12,177	66.4
	Unassociated—No asociado	5,959	7,861	75.8
	Floating object—Objeto flotante	4,954	5,114	96.9
	Total	18,999	25,152	75.5
2006	Dolphin—Delfin	5,460	8,923	61.2
	Unassociated—No asociado	5,644	8,463	66.7
	Floating object—Objeto flotante	4,834	7,140	67.7
	Total	15,938	24,526	65.0

**TABLE 4a.** Estimated discards and bycatches of tunas and bonito in the EPO on fishing trips with observers aboard, in metric tons. Equivalent data for 1993-1996 and 1997-2001 are given in Table 39 of the IATTC Annual Report for 1998 and Table 12a of the IATTC Annual Report for 2002, respectively. The data for 2006, and, to a lesser extent, those for the earlier years, are preliminary.

**TABLA 4a.** Descartes y capturas incidentales estimadas de atunes y bonitos en el OPO en viajes de pesca con observador a bordo, en toneladas métricas. En la Tabla 39 del Informe Anual de la CIAT de 1998 y la Tabla 12a del Informe Anual de la CIAT de 2002 se presentan datos equivalentes para 1993-1996 y 1997-2001, respectivamente. Los datos de 2006, y, en grado menor, los de los años anteriores, son preliminares.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Floating object	Unassociated	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfín	Objeto flotante	No asociado	
2002	Yellowfin—Aleta amarilla	1,313	1,913	793	4,019
	Skipjack—Barrilete	103	11,967	555	12,625
	Bigeye—Patudo	0	918	19	937
	Black skipjack—Barrilete negro	0	2,076	131	2,207
	Bullet—Melva	285	1,616	231	2,132
	Other tunas—Otros atunes	0	0	6 <sup>1</sup>	6 <sup>1</sup>
	Bonito	0	0	0	0
	Total	1,702	18,489	1,735	21,927
2003	Yellowfin—Aleta amarilla	1,016	3,372	950	5,338
	Skipjack—Barrilete	2,552	19,235	1,515	23,302
	Bigeye—Patudo	0	2,230	31	2,260
	Black skipjack—Barrilete negro	0	1,255	351	1,606
	Bullet—Melva	16	907	274	1,197
	Other tunas—Otros atunes	0	0	0	0
	Bonito	0	0	0	0
	Total	3,584	26,999	3,120	33,704
2004	Yellowfin—Aleta amarilla	220	2,056	691	2,967
	Skipjack—Barrilete	216	16,310	1,029	17,555
	Bigeye—Patudo	0	1,583	5	1,588
	Black skipjack—Barrilete negro	8	344	40	392
	Bullet—Melva	24	850	171	1,045
	Other tunas—Otros atunes	0	0	20	20
	Bonito	0	0	35	35
	Total	468	21,143	1,990	23,601
2005	Yellowfin—Aleta amarilla	145	2,352	683	3,180
	Skipjack—Barrilete	272	16,250	2,903	19,425
	Bigeye—Patudo	0	1,841	131	1,972
	Black skipjack—Barrilete negro	0	1,345	1,136	2,482
	Bullet—Melva	7	1,616	314	1,937
	Other tunas—Otros atunes	0	0	15	15
	Bonito	0	0	18	18
	Total	424	23,404	5,201	29,029
2006	Yellowfin—Aleta amarilla	78	1,131	285	1,494
	Skipjack—Barrilete	29	11,689	1,111	12,829
	Bigeye—Patudo	0	1,850	13	1,863
	Black skipjack—Barrilete negro	10	1,600	132	1,742
	Bullet—Melva	19	1,221	751	1,990
	Other tunas—Otros atunes	0	0	0	0
	Bonito	0	0	84	84
	Total	136	17,490	2,376	20,002

<sup>1</sup> bluefin—aleta azul

**TABLE 4b.** Estimated bycatches of billfishes in the EPO on fishing trips with observers aboard, in numbers of individuals. Equivalent data for 1993-1996 and 1997-2002 are given in Table 40 of the IATTC Annual Report for 1998 and Table 12b of the IATTC Annual Report for 2002, respectively. The data for 2006, and, to a lesser extent, those for the earlier years, are preliminary.

**TABLA 4b.** Capturas incidentales estimadas de peces picudos en el OPO en viajes de pesca con observador a bordo, en número de individuos. En la Tabla 40 del Informe Anual de la CIAT de 1998 y la Tabla 12b del Informe Anual de la CIAT de 2002 se presentan datos equivalentes para 1993-1996 y 1997-2002, respectivamente. Los datos de 2006 y, en grado menor, los de los años anteriores, son preliminares.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Floating object	Unassociated	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfin	Objeto flotante	No asociado	
2003	Swordfish—Pez espada	30	13	20	63
	Blue marlin—Marlín azul	116	1430	128	1,674
	Black marlin—Marlín negro	160	966	84	1,210
	Striped marlin—Marlín rayado	107	145	155	407
	Shortbill spearfish—Marlín trompa corta	14	15	78	108
	Sailfish—Pez vela	1180	65	1899	3,144
	Unidentified marlin—Marlín no identificado	18	74	7	99
	Unidentified billfish—Picudo no identificado	0	3	1	4
	Total	1,625	2,711	2,371	6,708
2004	Swordfish—Pez espada	15	5	13	33
	Blue marlin—Marlín azul	62	1102	107	1,271
	Black marlin—Marlín negro	109	422	58	589
	Striped marlin—Marlín rayado	123	88	69	280
	Shortbill spearfish—Marlín trompa corta	6	12	6	24
	Sailfish—Pez vela	682	45	501	1,229
	Unidentified marlin—Marlín no identificado	17	53	11	81
	Unidentified billfish—Picudo no identificado	0	5	0	5
	Total	1,014	1,732	765	3,512
2005	Swordfish—Pez espada	16	6	10	32
	Blue marlin—Marlín azul	143	1596	125	1,864
	Black marlin—Marlín negro	117	653	64	834
	Striped marlin—Marlín rayado	195	138	161	494
	Shortbill spearfish—Marlín trompa corta	17	13	10	40
	Sailfish—Pez vela	959	91	232	1,282
	Unidentified marlin—Marlín no identificado	17	53	4	74
	Unidentified billfish—Picudo no identificado	4	8	2	14
	Total	1,467	2,557	609	4,634
2006	Swordfish—Pez espada	20	5	28	53
	Blue marlin—Marlín azul	97	1539	136	1,772
	Black marlin—Marlín negro	89	852	105	1,046
	Striped marlin—Marlín rayado	152	256	140	548
	Shortbill spearfish—Marlín trompa corta	13	12	7	32
	Sailfish—Pez vela	941	342	345	1,628
	Unidentified marlin—Marlín no identificado	26	212	11	249
	Unidentified billfish—Picudo no identificado	0	12	1	13
	Total	1,339	3,229	774	5,342

**TABLE 4c.** Estimated bycatches of animals other than tunas and billfishes in the EPO on fishing trips with observers aboard, in numbers of individuals. Equivalent data for 1993-2000 are given in Table 12c of the IATTC Annual Report for 2002. The data for 2006, and, to a lesser extent, those for the earlier years, are preliminary.

**TABLA 4c.** Capturas incidentales estimadas de animales aparte de atunes y picudos en el OPO en viajes de pesca con observador a bordo, en número de individuos. En la Tabla 12c del Informe Anual de la CIAT de 2002 se presentan datos equivalentes para 1993-2000. Los datos de 2006, y, en grado menor, los de los años anteriores, son preliminares.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Floating object	Unassociated	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfin	Objeto flotante	No asociado	
2001	Marine mammals—Mamíferos marinos	2,075	0	0	2,075
	Dorado	571	705,019	10,988	716,578
	Wahoo—Peto	52	456,980	969	458,001
	Rainbow runner—Salmón	4	81,838	170	82,012
	Yellowtail—Jurel	45	29,444	54	29,543
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	12	19,187	8,743	27,942
	Trigger fish—Peces ballesta	0	326,506	3,077	329,583
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	580	187,416	25,123	213,119
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	6,075	25,488	3,561	35,123
	Sea turtles—Tortugas marinas	16	88	33	137
	Unidentified fish—Peces no identificados	8	429	0	437
	Other fauna—Otra fauna	0	0	0	0
2002	Marine mammals—Mamíferos marinos	1,477	6	9	1,492
	Dorado	305	663,768	3,734	667,807
	Wahoo—Peto	40	291,781	295	292,116
	Rainbow runner—Salmón	5	117,466	584	118,055
	Yellowtail—Jurel	20	15,942	1,963	17,925
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	29	5,034	74	5,137
	Trigger fish—Peces ballesta	0	118,351	199	118,549
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	327	39,118	6,240	45,685
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	3,336	22,451	12,348	38,135
	Sea turtles—Tortugas marinas	9	32	8	49
	Unidentified fish—Peces no identificados	22	1,531	6,330	7,882
	Other fauna—Otra fauna	0	0	0	0
2003	Marine mammals—Mamíferos marinos	1,500	2	0	1,502
	Dorado	332	323,133	2,734	326,198
	Wahoo—Peto	79	293,611	248	293,937
	Rainbow runner—Salmón	0	169,353	1,008	170,361
	Yellowtail—Jurel	104	46,643	207	46,954
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	19	5,524	62	5,605
	Trigger fish—Peces ballesta	2	417,900	10,776	428,678
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	2,824	79,443	2,316	84,583
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	3,528	21,758	14,917	40,203
	Sea turtles—Tortugas marinas	6	21	4	31
	Unidentified fish—Peces no identificados	0	1,923	2,144	4,067
	Other fauna—Otra fauna	2	1	1	4

**TABLE 4c.** (continued)  
**TABLA 4c.** (continued)

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Floating object	Unassociated	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfin	Objeto flotante	No asociado	
2004	Marine mammals—Mamíferos marinos	1,461	8	0	1,469
	Dorado	681	325,551	3,544	329,775
	Wahoo—Peto	95	189,833	445	190,372
	Rainbow runner—Salmón	0	98,255	103	98,358
	Yellowtail—Jurel	38	94,948	2,983	97,970
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	16	13,331	67	13,413
	Trigger fish—Peces ballesta	4,623	549,951	3,049	557,623
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	777	42,700	6,847	50,324
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	4,790	19,793	5,196	29,780
	Sea turtles—Tortugas marinas	2	12	5	19
	Unidentified fish—Peces no identificados	40	8,299	5	8,344
	Other fauna—Otra fauna	0	3	0	3
2005	Marine mammals—Mamíferos marinos	1,151	0	0	1,151
	Dorado	870	275,761	21,506	298,136
	Wahoo—Peto	206	217,426	692	218,325
	Rainbow runner—Salmón	42	79,679	739	80,459
	Yellowtail—Jurel	2	25,231	2,121	27,355
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	41	16,881	138	17,059
	Trigger fish—Peces ballesta	453	398,960	2,440	401,853
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	269	52,017	15,447	67,732
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	2,581	24,338	3,925	30,844
	Sea turtles—Tortugas marinas	4	12	15	31
	Unidentified fish—Peces no identificados	1	1,402	15	1,418
	Other fauna—Otra fauna	0	0	0	0
2006	Marine mammals—Mamíferos marinos	884	0	2	886
	Dorado	149	344,491	19,237	363,878
	Wahoo—Peto	408	234,503	646	235,558
	Rainbow runner—Salmón	37	145,399	547	145,982
	Yellowtail—Jurel	5	59,689	52,163	111,857
	Other large teleost fish—Otros peces teleósteos grandes	124	7,675	158	7,958
	Trigger fish—Peces ballesta	198	401,524	176	401,899
	Other small teleost fish—Otros peces teleósteos pequeños	970	240,792	8,350	250,112
	Sharks and rays—Tiburones y rayas	2,193	32,767	5,542	40,501
	Sea turtles—Tortugas marinas	3	9	4	16
	Unidentified fish—Peces no identificados	0	3,294	64	3,358
	Other fauna—Otra fauna	0	0	0	0

**TABLE 5.** Classification errors (percentages of samples misclassified) for data for large vessels.**TABLA 5.** Errores de clasificación (porcentajes de muestras incorrectamente clasificadas) de datos de buques grandes.

Reported set type	Predicted set type		Classification error (percent)
	Dolphin	Other	
Tipo de lance reportado	Tipo de lance predicho		Error en clasificación (porcentaje)
	Delfin	Otro	
Dolphin—Delfin	846	86	9.2
Other—Otro	86	1000	7.9

**TABLE 6.** Estimates of the incidental mortalities of dolphins in 2006, population abundance, and relative mortality, by stock.**TABLA 6.** Estimaciones de la mortalidad incidental de delfines en 2006, la abundancia de poblaciones, y la mortalidad relativa, por población.

Species and stock	Incidental mortality	Population abundance	Relative mortality (percent)
Especie y población	Mortalidad incidental	Abundancia de la población	Mortalidad relativa (porcentaje)
Offshore spotted dolphin—Delfin manchado de altamar <sup>1</sup>			
Northeastern—Nororiental	144	782,900	0.02
Western-southern—Occidental y sureño	135	892,600	0.02
Spinner dolphin—Delfin tornillo <sup>1</sup>			
Eastern—Oriental	160	592,200	0.03
Whitebelly—Panza blanca	144	617,100	0.02
Common dolphin—Delfin común <sup>2</sup>			
Northern—Norteño	129	449,462	0.03
Central	86	577,048	0.01
Southern—Sureño	40	1,525,207	< 0.01
Other dolphins—Otros delfines <sup>3,4</sup>	48	2,802,300	< 0.01
Total	886	8,238,817	0.01

<sup>1</sup> logistic model for 1986-2003 (IATTC Special Report 14: Appendix 7);<sup>1</sup> modelo logístico para 1986-2003 (Informe Especial de la CIAT 14: Anexo 7)<sup>2</sup> weighted averages for 1998-2003 (IATTC Special Report 14: Appendix 5)<sup>2</sup> promedios ponderados para 1998-2003 (Informe Especial de la CIAT 14: Anexo 5)<sup>3</sup> pooled for 1986-1990 (Report of the International Whaling Commission, 43: 477-493)<sup>3</sup> agrupados para 1986-1990 (Informe de la Comisión Ballenera Internacional, 43: 477-493)<sup>4</sup>“Other dolphins” includes the following species and stocks, whose observed mortalities were as follows: striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), 6; coastal spotted dolphin (*Stenella attenuata*), 3; bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), 3; shortfin pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*), 2; Central American spinner dolphin (*Stenella longirostris centroamericana*), 1; unidentified dolphins, 33.<sup>4</sup>“Otros delfines” incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfin listado (*Stenella coeruleoalba*), 6; delfin manchado costero (*Stenella attenuata*), 3; tonina (*Tursiops truncatus*), 3; ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*), 2; delfin tornillo centroamericano (*Stenella longirostris centroamericana*), 1; delfines no identificados, 33.



**TABLE 7.** Annual estimates of dolphin mortality, by species and stock, for 1979-2006. The estimates for 1979-1992 are based on a mortality-per-set ratio. The sums of the estimated mortalities for the northeastern and western-southern stocks of offshore spotted dolphins do not necessarily equal those for the previous stocks of northern and southern offshore spotted dolphins because the estimates for the two stock groups are based on different areal strata, and the mortalities per set and the total numbers of sets vary spatially.

**TABLA 7.** Estimaciones anuales de la mortalidad de delfines, por especie y población, 1979-2006. Las sumas de las mortalidades estimadas para las poblaciones nororiental y occidental y sureño del delfin manchado de altamar no equivalen necesariamente a las sumas de aquéllas para las antiguas poblaciones de delfin manchado de altamar norteño y sureño porque las estimaciones para los dos grupos de poblaciones se basan en estratos espaciales diferentes, y las mortalidades por lance y el número total de lances varían espacialmente.

Year	Offshore spotted <sup>1</sup>		Spinner		Common			Others	Total
	North-eastern	Western-southern	Eastern	White-belly	Northern	Central	Southern		
Año	Manchado de altamar <sup>1</sup>		Tornillo		Común			Otros	Total
	Nor-oriental	Occidental y sureño	Oriental	Panza blanca	Norteño	Central	Sureño		
1979	4,828	6,254	1,460	1,312	4,161	2,342	94	880	21,331
1980	6,468	11,200	1,108	8,132	1,060	963	188	633	29,752
1981	8,096	12,512	2,261	6,412	2,629	372	348	367	32,997
1982	9,254	9,869	2,606	3,716	989	487	28	1,347	28,296
1983	2,430	4,587	745	4,337	845	191	0	353	13,488
1984	7,836	10,018	6,033	7,132	0	7,403	6	156	38,584
1985	25,975	8,089	8,853	6,979	0	6,839	304	1,777	58,816
1986	52,035	20,074	19,526	11,042	13,289	10,884	134	5,185	132,169
1987	35,366	19,298	10,358	6,026	8,216	9,659	6,759	3,200	98,882
1988	26,625	13,916	18,793	3,545	4,829	7,128	4,219	2,074	81,129
1989	28,898	28,530	15,245	8,302	1,066	12,711	576	3,123	98,451
1990	22,616	12,578	5,378	6,952	704	4,053	272	1,321	53,874
1991	9,005	4,821	5,879	2,974	161	3,182	115	990	27,127
1992	4,657	1,874	2,794	2,044	1,773	1,815	64	518	15,539
1993	1,139	757	821	412	81	230	0	161	3,601
1994	935	1,226	743	619	101	151	0	321	4,096
1995	952	859	654	445	9	192	0	163	3,274
1996	818	545	450	447	77	51	30	129	2,547
1997	721	1,044	391	498	9	114	58	170	3,005
1998	298	341	422	249	261	172	33	101	1,877
1999	358	253	363	192	85	34	1	62	1,348
2000	295	435	275	262	54	223	10	82	1,636
2001	592	311	469	372	94	203	46	44	2,131
2002	442	204	405	186	69	155	4	50	1,515
2003	290	341	289	171	133	140	99	39	1,502
2004	260	256	224	214	156	100	222	37	1,469
2005	273	100	275	108	114	57	154	70	1,151
2006	147	135	160	144	129	86	40	45	886

<sup>1</sup>The estimates for offshore spotted dolphins include mortalities of coastal spotted dolphins.

<sup>1</sup>Las estimaciones de delfines manchados de altamar incluyen mortalidades de delfines manchados costeros.

**TABLE 8.** Standard errors of annual estimates of dolphin mortality, by species and stock, for 1979-1994 and 2001-2003. There are no standard errors for 1995-2000 and 2004-2006, because the coverage was at or nearly at 100 percent during those years.

**TABLA 8.** Errores estándar de las estimaciones anuales de la mortalidad de delfines, por especie y población, 1979-1994 y 2001-2003. No hay errores estándar para 1995-2000 y 2004-2006, porque la cobertura fue de 100%, o casi, en esos años.

Year	Offshore spotted		Spinner			Common		Other
	North-eastern	Western-southern	Eastern	Whitebelly	Northern	Central	Southern	
Año	Manchado de altamar		Tornillo			Común		Otros
	Nor-oriental	Occidental y sureño	Oriental	Panza blanca	Norteño	Central	Sureño	
1979	817	1,229	276	255	1,432	560	115	204
1980	962	2,430	187	3,239	438	567	140	217
1981	1,508	2,629	616	1,477	645	167	230	76
1982	1,529	1,146	692	831	495	168	16	512
1983	659	928	284	1,043	349	87	-	171
1984	1,493	2,614	2,421	3,773	-	5,093	3	72
1985	3,210	951	1,362	1,882	-	2,776	247	570
1986	8,134	2,187	3,404	2,454	5,107	3,062	111	1,722
1987	4,272	2,899	1,199	1,589	4,954	2,507	3,323	1,140
1988	2,744	1,741	1,749	668	1,020	1,224	1,354	399
1989	3,108	2,675	1,674	883	325	4,168	295	430
1990	2,575	1,015	949	640	192	1,223	95	405
1991	956	454	771	598	57	442	30	182
1992	321	288	168	297	329	157	8	95
1993	89	52	98	33	27	-	-	29
1994	69	55	84	41	35	8	-	20
2001	3	28	1	6	7	7	-	1
2002	1	2	1	1	1	1	1	1
2003	1	1	1	1	-	1	1	-

**TABLE 9.** Percentages of sets with no dolphin mortalities, with major gear malfunctions, with net collapses, with net canopies, average times of backdown (in minutes), and average number of live dolphins left in the net at the end of backdown.

**TABLA 9.** Porcentajes de lances sin mortalidad de delfines, con averías mayores, con colapso de la red, con abultamiento de la red, duración media del retroceso (en minutos), y número medio de delfines en la red después del retroceso.

Year	Sets with zero mortality (percent)	Sets with major malfunctions (percent)	Sets with net collapse (percent)	Sets with net canopy (percent)	Average duration of backdown (minutes)	Average number of live dolphins left in net after backdown
Año	Lances sin mortalidad (porcentaje)	Lances con averías mayores (porcentaje)	Lances con colapso de la red (porcentaje)	Lances con abultamiento de la red (porcentaje)	Duración media del retroceso (minutos)	Número medio de delfines en la red después del retroceso
1986	38.1	9.5	29.0	22.2	15.3	6.0
1987	46.1	10.9	32.9	18.9	14.6	4.4
1988	45.1	11.6	31.6	22.7	14.3	5.5
1989	44.9	10.3	29.7	18.3	15.1	5.0
1990	54.2	9.8	30.1	16.7	14.3	2.4
1991	61.9	10.6	25.2	13.2	14.2	1.6
1992	73.4	8.9	22.0	7.3	13.0	1.3
1993	84.3	9.4	12.9	5.7	13.2	0.7
1994	83.4	8.2	10.9	6.5	15.1	0.3
1995	85.0	7.7	10.3	6.0	14.0	0.4
1996	87.6	7.1	7.3	4.9	13.6	0.2
1997	87.7	6.6	6.1	4.6	14.3	0.2
1998	90.3	6.3	4.9	3.7	13.2	0.2
1999	91.0	6.6	5.9	4.6	14.0	0.1
2000	90.8	5.6	4.3	5.0	14.9	0.2
2001	91.6	6.5	3.9	4.6	15.6	0.1
2002	93.6	6.0	3.1	3.3	15.0	0.1
2003	93.9	5.2	3.5	3.7	14.5	<0.1
2004	93.8	5.4	3.4	3.4	15.2	<0.1
2005	94.9	5.0	2.6	2.7	14.5	<0.1
2006	93.9	5.7	3.3	3.5	15.8	<0.1

**TABLE 10.** Oceanographic and meteorological data for the Pacific Ocean, 2006. The values in parentheses are anomalies. SST = sea-surface temperature; SOI = Southern Oscillation Index; NOI\* = Northern Oscillation Index.

**TABLE 10.** Datos oceanográficos y meteorológicos del Océano Pacífico, 2006. Los valores en paréntesis son anomalías. TSM = temperatura superficie del mar; IOS = Índice de Oscilación del Sur; ION\* = Índice de Oscilación del Norte.

	1	2	3	4	5	6
Month—Mes						
SST—TSM (°C)						
Area 1 (0°-10°S, 80°-90°W)	24.2 (-0.3)	26.3 (0.3)	26.8 (0.3)	24.2 (-1.2)	24.0 (-0.4)	22.8 (-0.2)
Area 2 (5°N-5°S, 90°-150°W)	24.9 (-0.7)	26.0 (-0.3)	26.5 (-0.6)	27.3 (-0.1)	27.1 (0.0)	26.5 (0.1)
Area 3 (5°N-5°S, 120°-170°W)	25.7 (-0.9)	26.1 (-0.6)	26.5 (-0.6)	27.8 (-0.1)	27.9 (0.1)	27.9 (0.4)
Area 4 (5°N-5°S, 150°W°-160°E)	27.7 (-0.4)	27.4 (-0.6)	27.8 (-0.3)	28.4 (-0.1)	28.9 (0.2)	29.2 (0.5)
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 80°W (m)	30	30	20	15	40	40
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 110°W (m)	50	30	40	40	45	45
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 150°W (m)	140	140	140	140	130	140
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 180°W (m)	170	180	180	170	175	180
Sea level—Nivel del mar, Baltra, Ecuador (cm)	185.5 (4.8)	196.0 (13.7)	190.2 (8.4)	192.1 (9.4)	196.5 (15.1)	197.3 (16.4)
Sea level—Nivel del mar, Callao, Perú (cm)	106.7 (-4.8)	107.5 (-6.6)	105.1 (-9.6)	107.7 (-6.8)	112.0 (-1.5)	109.0 (-3.0)
SOI—IOS	1.8	-0.2	1.4	0.9	-0.8	-0.7
SOI*—IOS*	0.99	-1.22	1.06	3.05	-3.13	-2.78
NOI*—ION*	4.12	2.26	-0.07	-0.89	-0.66	-0.15
Month—Mes	7	8	9	10	11	12
SST—TSM (°C)						
Area 1 (0°-10°S, 80°-90°W)	22.2 (0.4)	21.6 (0.8)	21.4 (0.9)	22.1 (1.2)	22.7 (1.0)	23.3 (0.5)
Area 2 (5°N-5°S, 90°-150°W)	25.8 (0.3)	25.4 (0.5)	25.8 (0.9)	26.0 (1.1)	26.1 (1.1)	26.3 (1.3)
Area 3 (5°N-5°S, 120°-170°W)	27.4 (0.3)	27.2 (0.5)	27.4 (0.7)	27.4 (0.9)	27.7 (1.2)	27.8 (1.3)
Area 4 (5°N-5°S, 150°W°-160°E)	29.1 (0.5)	29.2 (0.8)	29.4 (0.9)	29.4 (1.0)	29.6 (1.3)	29.5 (1.2)
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 80°W (m)	40	40	40	45	45	40
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 110°W (m)	50	50	95	80	90	95
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 150°W (m)	140	140	150	140	170	160
Thermocline depth—Profundidad de la termoclina, 0°, 180°W (m)	175	170	160	175	170	170
Sea level—Nivel del mar, Baltra, Ecuador (cm)	193.2 (12.7)	187.6 (9.9)	195.6 (18.3)	195.4 (18.2)	195.8 (16.9)	200.3 (20.5)
Sea level—Nivel del mar, Callao, Perú (cm)	-	-	-	-	-	-
SOI—IOS	-0.8	-1.6	-0.7	-1.7	0.1	-0.5
SOI*—IOS*	-3.67	-3.29	-2.65	-1.43	0.80	0.35
NOI*—ION*	-0.91	-0.47	0.58	-1.14	0.90	2.74

**TABLE 11.** Sampling coverage by the On-Board Observer Program during 2006.**TABLA 11.** Cobertura por el Programa de Observadores a Bordo durante 2006.

National fleet	Trips	Observed by program:			Percent observed
		IATTC	National	Total	
Flota nacional	Viajes	Observado por programa:			Porcentaje observado
		CIAT	Nacional	Total	
Colombia	53	25	28	53	100
Ecuador	288	189	99	288	100
España—Spain	24	14	10	24	100
Guatemala	5	5		5	100
Honduras	19	19		19	100
México	181	91	90	181	100
Nicaragua <sup>1</sup>	26	25	1	26	100
Panamá	122	80	42	122	100
El Salvador	24	24		24	100
USA—EE.UU.	3	3		3	100
Venezuela	79	41	38	79	100
Vanuatu	12	12		12	100
Total	836 <sup>2</sup>	528	308	836 <sup>2</sup>	100

<sup>1</sup> Administered by the Panamanian program—Administrado por el programa panameño

<sup>2</sup> Includes 90 trips (57 by vessels with observers from the IATTC program and 33 by vessels with observers from the national programs) that began in late 2005 and ended in 2006

<sup>2</sup> Incluye 90 viajes (57 por observadores del programa del CIAT y 33 por observadores de los programas nacionales) iniciados a fines de 2005 y completados en 2006

**TABLE 12.** Weekly reports of dolphin mortality received during 2006.**TABLA 12.** Informes semanales de mortalidad de delfines recibidos durante 2006.

<b>Fleet Flota</b>	<b>Program Programa</b>	<b>Weeks Semanas</b>	<b>Reports Informes</b>	<b>Percentage Porcentaje</b>
Colombia	IATTC-CIAT	218	195	89
	National—Nacional	191	182	95
Ecuador	IATTC-CIAT	999	829	83
	National—Nacional	550	415	81
European Union— Unión Europea	IATTC-CIAT	74	74	100
	National—Nacional	60	60	100
Guatemala	IATTC-CIAT	29	24	83
Honduras	IATTC-CIAT	103	93	90
México	IATTC-CIAT	578	500	87
	National—Nacional	592	437	74
Nicaragua	IATTC-CIAT	222	197	89
	National—Nacional	9	9	100
Panamá	IATTC-CIAT	493	446	90
	National—Nacional	290	243	84
El Salvador	IATTC-CIAT	161	155	96
USA—EE.UU.	IATTC-CIAT	30	30	100
Venezuela	IATTC-CIAT	341	300	88
	National—Nacional	290	237	82
Vanuatu	IATTC-CIAT	73	62	85
<b>Total</b>		<b>5,303</b>	<b>4,518</b>	<b>85</b>

**TABLE 13.** Sampling effort by observers aboard longline vessels based in Pacific coast ports of Central and South America during 2004-2006.

**TABLA 13.** Esfuerzo de muestreo por observadores a bordo de buques palangreros basados en puertos del litoral Pacífico de América Central y del Sur durante 2004-2006.

Port	Year	Vessels	Trips	Days	Sets	Hook type		
						J	C	Total
Puerto	Año	Buques	Viajes	Días	Lances	Tipo de anzuelo		
						J	C	Total
San José, Guatemala	2005	26	104	288	270	18,867	61,198	80,065
San José, Guatemala	2006	36	337	986	861	63,754	201,291	265,045
Santa Tecla, El Salvador	2005	3	5	10	10	1,400	2,800	4,200
Santa Tecla, El Salvador	2006	3	5	9	9	1,260	2,520	3,780
Puntarenas, Costa Rica	2005	17	44	827	485	54,314	186,881	241,195
Puntarenas, Costa Rica	2006	17	36	652	349	101,082	147,815	248,897
Balboa, Panamá	2005	5	20	291	221	70,710	165,562	236,272
Balboa, Panamá	2006	3	23	313	244	10,503	156,831	167,334
Manta, Ecuador	2004	69	173	2,461	362	16,858	30,625	47,483
Manta, Ecuador	2005	31	73	1,069	483	33,194	39,429	72,623
Manta, Ecuador	2006	57	105	1,439	611	39,168	69,232	108,400
Paíta, Perú	2005	9	13	214	105	9,534	18,637	28,171
Paíta, Perú	2006	8	9	121	68	10,906	10,875	21,781
Pucusana, Perú	2005	9	11	177	96	43,238	32,259	75,497
Pucusana, Perú	2006	6	17	246	126	25,243	26,770	52,013
Ilo, Perú	2005	7	31	422	210	21,905	23,852	45,757
Total		306	1,006	9,525	4,510	521,936	1,176,577	1,698,513

## INFORME ANNUAL DE LA COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL, 2006

### INTRODUCCIÓN

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) funciona bajo la autoridad y dirección de una convención suscrita originalmente por Costa Rica y los Estados Unidos de América. La Convención, vigente desde 1950, está abierta a la afiliación de cualquier país cuyos ciudadanos pesquen atunes tropicales y especies afines en el Océano Pacífico oriental (OPO). Bajo esta estipulación, la República de Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, México en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973, Vanuatu en 1990, Venezuela en 1992, El Salvador en 1997, Guatemala en 2000, Perú en 2002, España en 2003, y la República de Corea en 2005. Canadá se retiró de la CIAT en 1984.

La CIAT cumple su mandato mediante dos programas, el Programa Atún-Picudo y el Programa Atún-Delfín.

Las responsabilidades principales del Programa Atún-Picudo detalladas en la Convención de la CIAT son (1) estudiar la biología de los atunes y especies afines en el OPO para evaluar los efectos de la pesca y los factores naturales sobre su abundancia, y (2) recomendar las medidas de conservación apropiadas para que las poblaciones de peces puedan mantenerse a niveles que permitan las capturas máximas sostenibles. Posteriormente fue asignada la responsabilidad de reunir información sobre el cumplimiento de las resoluciones de la Comisión.

En 1976 se ampliaron las responsabilidades de la CIAT para abarcar los problemas ocasionados por la mortalidad incidental en las redes de cerco de delfines asociados con atunes aleta amarilla en el OPO. La Comisión acordó trabajar para mantener la producción atunera a un alto nivel y al mismo tiempo mantener a las poblaciones de delfines en, o por encima de, niveles que garantizaran su supervivencia a perpetuidad, haciendo todos los esfuerzos razonablemente posibles por evitar la muerte innecesaria o por descuido de delfines (Actas de la 33ª reunión de la CIAT; página 9). El resultado fue la creación del Programa Atún-Delfín de la CIAT, cuyas responsabilidades principales son (1) dar seguimiento a la abundancia de los delfines y su mortalidad incidental a la pesca con red de cerco en el OPO, (2) estudiar las causas de la mortalidad de delfines en las faenas de pesca y promover el uso de técnicas y aparejos de pesca que reduzcan dicha mortalidad al mínimo posible, (3) estudiar los efectos de las distintas modalidades de pesca sobre las poblaciones de peces y otros animales del ecosistema pelágico, y (4) proporcionar la Secretaría para el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines, descrito a continuación.

El 17 de junio de 1992 se adoptó el Acuerdo para la Conservación de Delfines (“el Acuerdo de La Jolla de 1992”), mediante el cual se creó el Programa Internacional para la Conservación de Delfines (PICD). El objetivo principal del Acuerdo fue reducir la mortalidad de delfines en la pesquería cerquera sin perjudicar los recursos atuneros de la región y las pesquerías que dependen de los mismos. Dicho acuerdo introdujo medidas novedosas y eficaces como los Límites de Mortalidad de Delfines (LMD) para buques individuales y el Panel Internacional de Revisión para analizar el desempeño y cumplimiento de la flota atunera. El 21 de mayo de 1998 se firmó el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), que amplía y formaliza las disposiciones del Acuerdo de La Jolla, y el 15 de febrero de 1999 entró en vigor. En 2004 las Partes de este Acuerdo fueron Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Vanuatu, y Venezuela; Bolivia, Colombia y la Unión Europea lo aplicaron provisionalmente. Se comprometieron a “asegurar la sostenibilidad de las poblaciones de atún en el Océano Pacífico Oriental y a reducir progresivamente la mortalidad incidental de delfines en la pesquería de atún del Océano Pacífico Oriental a niveles cercanos a cero; a evitar, reducir y minimizar la captura incidental y los descartes de atunes juveniles y la captura incidental de las especies no objetivo, considerando la interrelación entre especies en el ecosistema.” Además de los LMD, el Acuerdo estableció límites de mortalidad por población, que son similares a los LMD excepto que (1) valen para todos los buques en conjunto, no para buques individuales, y (2) valen para poblaciones individuales de delfines, no para todas las poblaciones en conjunto. La CIAT proporciona la Secretaría para el PICD y sus varios grupos de trabajo y coordina el Programa de Observadores a Bordo y el Sistema de Seguimiento y Verificación de Atún, descritos en otras secciones del presente informe.

En su 70ª reunión, celebrada del 24 al 27 de junio de 2003, la Comisión adoptó la Resolución sobre la adopción de



la Convención para el Fortalecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical establecida por la Convención de 1949 entre los Estados Unidos de América y la República de Costa Rica (“Convención de Antigua”). Dicha convención reemplazará a la Convención de 1949 15 meses después de que siete signatarios que eran Partes de la Convención de 1949 en la fecha en que la Convención de Antigua fue abierta a la firma la hayan ratificado o se hayan adherido a la misma. Las fechas de ratificación o adhesión fueron: México, 14 de enero de 2005; El Salvador, 10 de marzo de 2005; República de Corea, 13 de diciembre de 2005; la Unión Europea, 7 de junio de 2006; y Nicaragua, 13 de diciembre de 2006.

Para llevar a cabo sus responsabilidades, la CIAT realiza una amplia investigación en el mar, en los puertos donde se desembarca el atún, y en sus laboratorios. Estos estudios son llevados a cabo por un equipo internacional permanente de investigadores y técnicos, designados por el Director, quien responde directamente ante la Comisión.

El programa científico se encuentra en su 56<sup>a</sup> año. Los resultados de las investigaciones del personal de la CIAT son publicados en la serie de Boletines e Informes de Evaluación de Stocks de la CIAT, en inglés y español, los dos idiomas oficiales, en su serie de Informes Especiales e Informes de Datos, y en libros, revistas científicas externas, y revistas comerciales. En un Informe Anual y un Informe de la Situación de la Pesquería, asimismo bilingüe, se resumen las actividades realizadas en el año en cuestión.

## REUNIONES

Se pueden obtener los documentos, actas o informes de las reuniones de la CIAT y el APICD descritas a continuación en el sitio de internet de la CIAT, [www.iattc.org](http://www.iattc.org).

### 74<sup>a</sup> REUNIÓN DE LA CIAT

La 74<sup>a</sup> reunión de la CIAT fue celebrada en Busan (República de Corea) del 26 al 30 de junio de 2006. Presidió el Sr. David Hogan, de Estados Unidos. La Comisión adoptó las resoluciones siguientes:

---

<u>C-06-01</u>	Resolución sobre Financiamiento
<u>C-06-02</u>	Resolución sobre un Programa sobre la Conservación e Atunes en el Océano Pacífico Oriental para 2007
<u>C-06-03</u>	Resolución sobre la Retención Completa
<u>C-06-04</u>	Resolución para Establecer un Programa sobre los Transbordos por Buques Pesqueros Grandes
<u>C-06-05</u>	Adopción de medidas Comerciales para Promover el Cumplimiento

---

### REUNIONES DE GRUPOS DE TRABAJO DE LA CIAT

Durante 2006 tuvieron lugar las siguientes reuniones de grupos de trabajo de la CIAT:

Grupo	No.	Sede	Fechas
Grupo de Trabajo sobre Evaluaciones de Poblaciones	7	La Jolla (EE.UU.)	15-19 de mayo
Grupo de Trabajo Permanente sobre Cumplimiento	7	Busan (Corea)	22 de junio
Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental	5	Busan (Corea)	24 de junio
Grupo de Trabajo sobre Financiamiento	7	Busan (Corea)	27-28 de junio
Grupo de Trabajo sobre Estrategias de Ordenación		La Jolla (EE.UU.)	17-20 de octubre
Grupo de Trabajo sobre Arqueo de Buques	1	La Jolla (EE.UU.)	26-27 de octubre

### 15<sup>a</sup> REUNIÓN DE LAS PARTES DEL APICD

La 15<sup>a</sup> reunión de las Partes del APICD fue celebrada en Busan (República de Corea) el 21 de junio de 2006. Presidió el Sr. Arnulfo Franco, de Panamá. Fue adoptada una resolución sobre las cuotas de los buques y el financiamiento.

## 16ª REUNIÓN DE LAS PARTES DEL APICD

La 16ª reunión de las Partes del APICD fue celebrada en La Jolla, California (EE.UU.) el 26 de octubre de 2006. Presidió el Sr. David Hogan, de Estados Unidos.

## REUNIONES DE ORGANISMOS SUBSIDIARIOS Y GRUPOS DE TRABAJO DEL APICD

Durante 2006 tuvieron lugar las reuniones siguientes de los organismos subsidiarios y grupos de trabajo del APICD:

Grupo	No.	Sede	Fechas
Grupo de Trabajo Permanente sobre el Seguimiento del Atún	21	Busan (Corea)	19 de junio
Grupo de Trabajo para la Promoción y Divulgación del Sistema de Certificación APICD <i>Dolphin Safe</i>	7	Busan (Corea)	19 de junio
Panel Internacional de Revisión	41	Busan (Corea)	20 de junio
Consejo Científico Asesor	4	Busan (Corea)	22 de junio
Grupo de Trabajo Permanente sobre el Seguimiento del Atún	22	La Jolla (EE.UU.)	24 de octubre
Grupo de Trabajo para la Promoción y Divulgación del Sistema de Certificación APICD <i>Dolphin Safe</i>	8	La Jolla (EE.UU.)	24 de octubre
Panel Internacional de Revisión	42	La Jolla (EE.UU.)	25 de octubre

## REUNIÓN DEL GRUPO DE TRABAJO CONJUNTO CIAT-APICD SOBRE LA PESCA POR NO PARTES

Además, el Grupo de Trabajo Conjunto CIAT-APICD sobre la Pesca por no Partes celebró su quinta reunión en Busan (República de Corea) el 23 de junio de 2006. Presidió la Sra. Elisa Barahona, de España.

## INFORME FINANCIERO

El estado de cuentas de la Comisión para el año fiscal 2005-2006 fue verificado por la empresa de contabilidad Moss Adams LLP. En el Anexo 2 del presente informe se presentan las tablas compendiadas de su informe.

## OFICINAS REGIONALES

La oficina regional de la CIAT en Ensenada (México), establecida a mediados de 1975, fue cerrada en marzo de 2006, debido a las disminuciones recientes del procesamiento de atún en esa ciudad. Al mismo tiempo se abrió una nueva oficina en Manzanillo (México), que se ha convertido en un puerto importante para los buques atuneros mexicanos.

## TOMA DE DATOS

La zona de interés principal para la CIAT es el Océano Pacífico oriental (OPO), la zona entre el litoral del continente americano y el meridiano de 150°O.

Durante 2006 la CIAT contó con personal en La Jolla y en sus oficinas regionales en Las Playas y Manta (Ecuador); Mayagüez, Puerto Rico (EE.UU.); Ensenada (hasta marzo), Manzanillo, y Mazatlán (México); Panamá (República de Panamá); y Cumaná (Venezuela). El personal de la CIAT obtiene datos de las descargas, recopila las bitácoras de los buques atuneros para obtener datos de captura y esfuerzo, toma medidas y demás datos biológicos de los peces, y colabora en la capacitación y embarque de los observadores que acompañan a los buques que participan en el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (PICD). Este trabajo se lleva a cabo no sólo en los puertos arriba nombrados, sino que también en otros puertos de California, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, y Venezuela visitados regularmente por el personal de la CIAT. Durante 2006 el personal de la CIAT recopiló los datos de cuadernos de bitácora de 1.044 viajes de buques pesqueros comerciales, tomó muestras del contenido de 1.053 bodegas de estos buques, obteniendo 1.990 muestras, y muestreó 14 descargas de aleta azul capturado por buques de pesca comercial y deportiva. Además, observadores de la CIAT completaron

502 viajes de pesca por buques participantes en el PICD (incluyendo 57 iniciados en 2005), y los datos que tomaron fueron revisados en la oficina regional correspondiente.

En el Informe de la Situación de la Pesquería 5, publicado por la CIAT, se presenta información sobre las flotas de superficie (red de cerco y caña) que pescan atunes en el OPO, las capturas de atunes y peces picudos con artes de superficie y palangre en el OPO, y la composición por talla de las capturas de superficie de atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), patudo (*Thunnus obesus*), y aleta azul (*T. orientalis*) en el OPO. En la sección de INVESTIGACIÓN del presente informe se incluye información sobre los descartes de atunes de importancia comercial y de las capturas incidentales de otras especies.

## INVESTIGACIÓN

### MARCADO DE ATUNES

#### *Mercado de atunes patudo, barrilete, y aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental ecuatorial*

El personal de la CIAT ha realizado cruceros de marcado de atún en el Océano Pacífico oriental ecuatorial a bordo del buque cañero atunero fletado *Her Grace* entre marzo y mayo de los años 2000, 2002, 2003, 2004, 2005, y 2006. Los objetivos fueron obtener conocimientos completos de la biología del atún patudo y estimaciones de sus desplazamientos, crecimiento, mortalidad, y los parámetros de interacción con las artes de pesca para inclusión en las evaluaciones de las poblaciones de esta especie. Se lograría esto mediante (1) el marcado de grandes números de atunes patudo pequeños (<100 cm de talla), usando marcas de dardo plásticas ('marcas convencionales'), y liberándolos en la zona en la que los buques de cerco capturan patudo asociado con dispositivos agregadores de peces (plantados) y (2) la implantación de marcas archivadoras (marcas electrónicas que almacenan datos) en la cavidad peritoneal de los patudos y liberándolos en dicha zona. Además, se marcaron números limitados de atunes barrilete y aleta amarilla, encontrados durante las operaciones de marcado de patudo, asimismo con marcas convencionales.

En la Tabla 1a se detalla el número de peces con marcas convencionales liberados y devueltos. Las tallas de liberación y tiempos en libertad de los peces fueron:

Especie	Talla de liberación (cm)		Días en libertad	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Patudo	33-147	78	2-1.213	165
Barrilete	36-78	62	6-1.261	59
Aleta amarilla	30-130	53	5-917	103

Los porcentajes de marcas devueltas de los atunes barrilete y aleta amarilla son bastante similares, pero sustancialmente menores que aquéllos del atún patudo.

En la Tabla 1b se detalla el número de peces con marcas archivadoras liberados y devueltos. Las tallas de liberación de los peces fueron:

Especie	Talla de liberación (cm)		Días en libertad	
	Rango	Promedio	Rango	Promedio
Patudo	49-136	90	8-1.810	165
Barrilete	44-73	56	25-218	115
Aleta amarilla	51-73	55	13-136	47

De nuevo, los porcentajes de marcas devueltas de los atunes barrilete y aleta amarilla son bastante similares, pero sustancialmente menores que aquéllos del atún patudo.

En la Figura 1 se ilustran los tiempos en libertad de los peces con marcas convencionales y archivadoras combinados.

En la Figura 2 se ilustran los desplazamientos lineales de los peces marcados, determinados a partir de las posiciones de liberación y recaptura. Las distribuciones generales de las recapturas de las tres especies, marcadas en posiciones similares, muestran rangos de dispersión latitudinal y longitudinal similares (Figura 3). Al cabo de 30

días en libertad, el 95% de los patudos recapturados estaba a menos de 1.003 millas náuticas de su punto de liberación. El mayor desplazamiento lineal de un patudo fue de 3.830 mn; fue recapturado por un buque palangrero en aproximadamente 11°N-158°O al cabo de 696 días en libertad. Al cabo de 30 días en libertad, el 95% de los barriletes recapturados estaba a menos de 1.350 mn de su punto de liberación, y el 93% fue recapturado a menos de 1.000 mn de ese punto. El mayor desplazamiento lineal de un barrilete fue de 3.049 mn; fue recapturado por un buque de cerco en un lance sobre un objeto flotante en aproximadamente 4°N-145°O al cabo de 167 días en libertad. Al cabo de 30 días en libertad, el 95% de los aletas amarillas recapturados estaba a menos de 1.094 mn de su punto de liberación, y el 93% fue recapturado a menos de 1.000 mn de ese punto. El mayor desplazamiento lineal de un aleta amarilla fue de 2.902 mn; fue recapturado por un buque de cerco en un lance sobre un objeto flotante en aproximadamente 3°S-144°O al cabo de 102 días en libertad.

Se obtuvieron en total 3.319 estimaciones diarias de posición de 26 de los patudos marcados y liberados entre 2002 y 2005 que estuvieron en libertad más de 150 días. Se derivaron las estimaciones diarias de longitud con software que procesa los datos de nivel de luz registrados por las marcas, y las latitudes en las cuales la temperatura superficial del mar (TSM) registrada por las marcas era más cercana a la TSM registrada a distancia en el meridiano fueron seleccionadas como las estimaciones correspondientes. La distribución de utilización al 95% de las estimaciones diarias de posición es aproximadamente 1.700,000 km<sup>2</sup>, y la zona núcleo, distribución de utilización al 50%, es sólo aproximadamente el 8% de eso (Figura 4). Los resultados de análisis de estos datos de marcas archivadoras, junto con aquéllos de las marcas convencionales, indican fidelidad regional del patudo en esta región.

### ***Mercado de atún aleta amarilla con marcas archivadoras en el Océano Pacífico oriental***

La CIAT ha realizado cruceros de marcado de aleta amarilla frente a Baja California (México) durante octubre o noviembre de cada año desde 2002 hasta 2006, en viajes de pesca deportiva de 10 días a bordo del *Royal Star*, un buque de pesca deportiva basado en San Diego. Este proyecto de marcado de atunes aleta amarilla con marcas archivadoras es un componente del programa *Tagging of Pacific Pelagics* (TOPP), uno de los programas apoyados por el Censo de Vida Marina (COML). El programa TOPP usa marcas electrónicas para estudiar los desplazamientos de varios animales grandes del océano abierto, entre ellos los atunes aleta amarilla, aleta azul, y albacora, y los factores oceanográficos que afectan su comportamiento. Además, el programa TOPP pagó parte del marcado del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental (OPO) ecuatorial en 2006. En la Tabla 2 se presentan los datos de todas las liberaciones de aletas amarillas marcados con marcas archivadoras en el OPO. Las liberaciones en el OPO ecuatorial en 2003 y en las Islas Revillagigedo en 2006 (descritas a continuación) no fueron subvencionadas por el programa TOPP.

Las posiciones de liberación frente a Baja California fueron desde la cresta al noroeste de Bahía Magdalena en todos los años, en Isla Guadalupe en 2003, en las Rocas Alijos en 2003-2006 (todos en el sur de Baja California), y frente al norte de Baja California en 2004-2006 (Figura 5, panel superior). Muchas posiciones de recaptura se encuentran frente al sur de Baja California, pero un número considerable de recapturas ocurrió cerca de cada uno de los puntos de liberación, varias cerca de las Islas Tres Marías, en el Golfo de Tehuantepec, y en el OPO tropical entre 5° y 10°N (Figura 5, panel inferior).

Los tiempos en libertad de estas aletas amarillas oscilaron entre 0,5 y 1.161 días, con una duración media de 156 días. Se obtuvieron en total 8.823 estimaciones diarias de posición, con las latitudes corregidas con software de ajuste de TSM, de 34 de los peces marcados y liberados entre 2002 y 2005 que estuvieron en libertad más de 150 días. La distribución de utilización al 95% de las estimaciones diarias de posición es aproximadamente 700.000 km<sup>2</sup>, y la zona núcleo probable—distribución de utilización al 50%—es sólo aproximadamente el 13% de esa zona (Figura 6). Los resultados de análisis de estos datos, principalmente de peces que viven en aguas frente a Baja California, indican una fuerte fidelidad regional en esta región.

### ***Mercado de aleta amarilla y peto en la Reserva Marina Islas Revillagigedo, México***

La CIAT, en colaboración con el Instituto Nacional de Pesca de México, realizó un proyecto de marcado y

liberación de aleta amarilla y peto (*Acanthocybium solandri*) en la Reserva Marina Islas Revillagigedo, México, en febrero de 2006, utilizando el buque de pesca deportiva de largo alcance *Royal Star*. La Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca de México emitió un permiso de pesca especial para que el buque, con un grupo de pescadores deportivos a bordo, realizara actividades de pesca y marcado de esas especies dentro de la reserva. Se exigió de cada pescador participante comprar una marca archivadora, adicionalmente al pago de la tarifa regular al buque. Fueron marcados aletas amarillas y petos con marcas de dardo convencionales y marcas intramusculares, y aletas amarillas con marcas archivadoras implantadas. (Las marcas intramusculares son aplicadas en el agua con varas de marcado, lo cual reduce el estrés para los peces, pero imposibilita medirlos. Fueron usadas en los aletas amarillas más grandes, excepto aquéllos marcados con marcas archivadoras, y en casi todos los petos.) Los objetivos del proyecto fueron obtener información sobre los desplazamientos y comportamiento, incluyendo utilización de hábitat, de esas especies en la Reserva Marina Islas Revillagigedo y en las áreas a las que podrían desplazarse.

Durante este viaje fueron marcados con marcas convencionales e intramusculares y liberados en la Reserva Marina Islas Revillagigedo 292 aletas amarillas y 309 petos. Se estimó el peso de 194 de los aletas amarillas más grandes en entre 7 y 114 kg, con un promedio de 30 kg; otros 89 fueron medidos a bordo del buque, usando una cuna calibrada o un calibre, y variaron de 52 a 184 cm de talla, con un promedio de 92 cm. Además, fueron implantadas marcas archivadoras geolocalizadoras en 38 aletas amarillas, de entre 79 y 140 cm de talla, con un promedio de 109 cm. Se estimó el peso de 272 de los petos en entre 4 y 25 kg, con un promedio de 11 kg. Al 31 de diciembre de 2006, 27 (9,2%) de los 292 aletas amarillas con marcas convencionales e intramusculares, 6 (15,8%) de los 38 aletas amarillas con marcas archivadoras, y 4 (1,3%) de los 309 petos habían sido recapturados y sus marcas devueltas. Estuvieron en libertad más de 30 días 13 de los 27 aletas amarillas con marcas convencionales e intramusculares, 3 de los 6 aletas amarillas con marcas archivadoras, y 2 de los 4 petos.

Un aleta amarilla, de 110 cm de talla, liberado con una marca archivadora en la Isla Clarión a mediados de febrero, estuvo en libertad 154 días. Permaneció cerca de la Isla Clarión unos 3 meses, entonces comenzó a desplazarse al oeste. Tras llegar al meridiano de 119°O, volvió hacia el este a principios de julio, llegando a la Isla Clarión al cabo de unas 2 semanas; giró al norte, y poco después fue recapturado en un lance cerquero sobre atunes asociados con delfines. Otro aleta amarilla, de 129 cm de talla, asimismo liberado con una marca archivadora en la Isla Clarión a mediados de febrero, estuvo en libertad 88 días. Permaneció cerca de la Isla Clarión hasta principios de abril, entonces se desplazó una corta distancia al sur. Permaneció unas 3 semanas a unas 100 a 150 millas náuticas al sur de la isla, luego comenzó a desplazarse hacia el noreste, y fue recapturado a mediados de mayo en un lance cerquero sobre atunes no asociados.

## **DESCARTES Y CAPTURAS INCIDENTALES EN LA PESQUERÍA ATUNERA CON RED DE CERCO**

A fines de 1992 los observadores de la CIAT comenzaron a reunir información sobre los descartes y las capturas incidentales en las operaciones de pesca con red de cerco, y el programa continuó en 2006. En esta sección “capturas retenidas” significa pescado retenido a bordo del buque pesquero, “descartes” los atunes de importancia comercial (aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y albacora) desechados muertos en el mar, “capturas incidentales” los peces u otros animales, aparte de los atunes de importancia comercial, desechados muertos en el mar, y “capturas totales” la suma de estas tres categorías. Los datos reunidos en años anteriores son revisados rutinariamente, y modificados en casos apropiados. En la Tabla 3 se presenta información sobre la cobertura de los tres tipos de lance (sobre atunes asociados con delfines, con objetos flotantes, y no asociados) realizados por buques de más de 363 toneladas de capacidad de acarreo. La Columna 3 de esta tabla detalla el número de lances en todas las bases de datos para los cuales se calcularon estimaciones de las capturas incidentales y descartes, y la Columna 4 el número total de lances realizados. (Por varios motivos, los datos en la columna 4 de esta tabla no son exactamente iguales a aquéllos en la Tabla A-8 del Informe de la Situación de la Pesquería 5 de la CIAT) Aunque la cobertura de buques con observadores es incompleta, es suficiente para la mayoría de los fines estadísticos.

Se estimaron los descartes y capturas incidentales en viajes acompañados por observadores como sigue:

$$\text{DESCARTES} = (\text{descarte/lance}) \times \text{LANCES}$$

y

$$\text{CAPTURAS INCIDENTALES} = (\text{captura incidental/lance}) \times \text{LANCES},$$

donde DESCARTES y CAPTURAS INCIDENTALES = descartes y capturas incidentales en todos los viajes con observador a bordo, descarte/lance y captura incidental/lance = descartes y capturas incidentales por lance en todos los lances en los que observadores de la CIAT tomaron datos sobre descartes y captura incidental, y LANCES = todos los lances en viajes con observador a bordo (Tabla 3, Columna 4). Estas estimaciones son más bajas de lo que serían si se incluyeran datos de buques más pequeños, que pescan casi exclusivamente sobre atunes no asociados y objetos flotantes.

### ***Descartes y capturas incidentales de atunes***

En la Tabla 4a se presentan estimaciones de los descartes de atunes de importancia comercial y las capturas incidentales de atún barrilete negro, melvas, y bonitos por buques con observador. Las capturas incidentales malgastan siempre un recurso, en el sentido de que reducen el reclutamiento a la pesquería de peces de tamaño capturable y/o el rendimiento por recluta. La captura de aletas amarillas y patudos pequeños, aun si son retenidos, reduce el rendimiento por recluta de la especie.

### ***Capturas incidentales de otras especies***

En las Tablas 4b y 4c se presentan estimaciones de las capturas incidentales de animales aparte de los atunes de importancia comercial. Las capturas incidentales de todas las especies excepto delfines son máximas en los lances sobre objetos flotantes, intermedias en los lances sobre atunes no asociados, y mínimas en los lances asociados con delfines. Los peces picudos, el dorado (*Coryphaena* spp.), peto (*Acanthocybium solandri*), salmón (*Elagatis bipinnulata*), jurel (*Seriola lalandi*), y ciertas especies de tiburones y mantas son objeto de la pesca comercial y deportiva en el OPO. Las tortugas marinas capturadas por buques cerqueros incluyen tortugas golfina (*Lepidochelys olivacea*), verde (*Chelonia mydans*), laúd (*Dermochelys coriacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*), y caguama (*Caretta caretta*), todas de las cuales son consideradas en peligro o amenazadas. (La mayoría de las tortugas que se capturan son liberadas en condición viable; la Tabla 4c incluye solamente aquéllas que murieron o que padecieron heridas que probablemente causarían su muerte.) La información disponible sobre la biología de las especies de peces en la Tabla 4c es insuficiente para permitir determinar los efectos de la captura de dichas especies por la pesquería con red de cerco.

## **FRECUENCIAS DE TALLA DE ATÚN ALETA AMARILLA CAPTURADO POR BUQUES PEQUEÑOS**

### ***Introducción***

Se realizó un análisis preliminar de los datos de frecuencia de talla de aleta amarilla del período de 2002-2006 para explorar si es factible usar este tipo de datos para identificar buques “pequeños” (de menos de 364 toneladas métricas (t) de capacidad de acarreo de pescado) que posiblemente hayan pescado atunes asociados con delfines. Se usaron datos de frecuencia de talla de buques “grandes” (de más de 363 t de capacidad de acarreo) para construir un algoritmo de clasificación para predecir el tipo de lance cerquero correspondiente a una muestra de frecuencia de talla: aleta amarilla asociado con delfines (“lances sobre delfines”) y aleta amarilla no asociado con delfines (“otros lances”). Se usó entonces este algoritmo de clasificación de dos clases para filtrar las muestras de frecuencia de talla de los buques pequeños, suponiendo que la dinámica de pesca de los buques grandes y pequeños son similares.

### ***Datos***

Se usaron dos fuentes de datos en este análisis. El primero fue las muestras de frecuencia de talla de aleta amarilla e información acompañante obtenida como parte del programa regular de la CIAT de muestreo de todos los

buques. El segundo fue las muestras de frecuencia de talla de aleta amarilla e información acompañante obtenida como parte del programa adicional de muestreo de buques pequeños, financiado por NOAA, que comenzó en enero de 2006. En ambas fuentes de datos, cada muestra representa información de talla de una colección de pescado tomado de una bodega de un buque particular, más información adicional sobre la posición, fecha y tipo de lance en los que se capturó el pescado cargado en esa bodega. Se usaron en el análisis datos del período de 2002-2006. Antes del análisis, las tallas fueron convertidas en edades (en meses), suponiendo que había 14 cohortes representadas en cada muestra.

### ***Método de análisis***

El análisis de los datos de aleta amarilla contiene tres pasos. El primero fue construir un algoritmo de clasificación para predecir el tipo de lance de la muestra, usando los datos de los buques grandes. (Las muestras provenientes de los buques pequeños no podían ser usadas para construir el algoritmo, ya que ningún pescado en estas muestras fue reportado capturado en lances sobre delfines.) Para esto se usó la técnica algorítmica de “bosques aleatorios,” una extensión de los árboles de clasificación y regresión clásicos que genera predicciones basadas en una gran colección de árboles (un “bosque”) en lugar de un solo árbol. Las variables usadas para predecir el tipo de lance de la muestra fueron la proporción de pescado en cada uno de ocho intervalos de edad, y el año, mes, y área en los que el pescado en la muestra fue capturado. El segundo paso consistió en predecir el tipo de lance (sobre delfines u otro) correspondiente a los datos de los buques pequeños, y computar “residuales” de esas predicciones. Para cada muestra, el residual es simplemente el negativo de la proporción de árboles en un bosque aleatorio que predice que la muestra proviene de lances sobre delfines. El último paso consiste en determinar si los residuales “atípicos” estaban concentrados en ciertos buques, una posible indicación de pesca sobre atunes asociados con delfines. Se consideraron atípicos los residuales cuando la mayoría de los árboles en el bosque aleatorio clasificó la muestra como procedente de lances sobre delfines, pero el tipo de lance reportado fue otro. Se calculó, para cada buque pequeño, la probabilidad de obtener tantos residuales atípicos o más, del número de muestras disponible para ese buque, usando una distribución binomial. Estas probabilidades son denominadas probabilidades “por buque”.

### ***Resultados***

En la Tabla 5 se presentan los errores de clasificación para la predicción del tipo de lance de la muestra de los buques grandes. Como mayor la proporción de peces de mayor edad en la muestra, mayor la probabilidad de que fuera clasificada como de uno o más lances sobre delfines (Figura 7). En la Figura 8 se presenta un resumen de las probabilidades por buque de los buques pequeños. Queda claro a partir de la figura que, de los buques pequeños representados en los datos del presente análisis, muchos tienen pocos o ningún residual atípico (probabilidades por buque cerca de 0 en 1,0), mientras que unos pocos buques pequeños tienen un número relativamente grande de residuales atípicos (probabilidades por buque cerca de 0,0). Las muestras de esos buques pequeños con las probabilidades por buque más pequeñas serían consideradas las más atípicas, y merecerían mayor análisis.

### ***Resumen y consideraciones futuras***

En resumen, se ha demostrado que los datos de frecuencia de talla de aleta amarilla son útiles para construir un algoritmo de clasificación del tipo de lance asociado con muestras de buques grandes. Suponiendo que la dinámica de pesca de los buques grandes y pequeños sean similares, este análisis ha demostrado un método para identificar datos de frecuencia de talla atípicos de buques pequeños que podrían entonces ser sometidos a mayor análisis. Ya que las bodegas de un buque pueden contener las capturas de uno o más lances, los resultados de un análisis como éste no pueden ser usados para estimar el porcentaje de los lances de buques pequeños con datos atípicos.

Hay dos puntos que serán considerados en análisis futuros. Primero, se construirá un algoritmo de clasificación comparable sobre los datos de frecuencia de talla sin procesar, una vez se haya elaborado un método para obtener muestras aleatorias aproximadas de muestras clasificadas por talla. A partir de los resultados preliminares de algoritmos de clasificación basados en talla y en edad construidos con muestras no clasificadas por talla, se espera que las propiedades generales de los algoritmos de clasificación y el comportamiento de los residuales sean muy

similares para los dos métodos. Sin embargo, los resultados podrían ser diferentes para ciertos buques específicos. Segundo, la composición porcentual por especies en la bodega (por ejemplo, aleta amarilla, otros atunes) será usada como predictor en el algoritmo de clasificación. No se usó el porcentaje de aleta amarilla en la bodega en este análisis preliminar porque no se disponía de los datos de composición del programa de muestreo adicional cuando se preparó el presente informe.

## ESTUDIOS DE ECOSISTEMA

Información sobre la dinámica depredador-presa es importante para comprender los efectos de las relaciones ecológicas sobre la producción de atún. Los cocientes estandarizados de los isótopos estables de carbono ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ( $\delta^{13}\text{C}$ )) y nitrógeno ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ( $\delta^{15}\text{N}$ )) brindan información ecológica útil acerca de la red trófica. La composición de los isótopos de nitrógeno en la fauna marina es particularmente sensible al nivel trófico, y la composición de los isótopos de carbono en el zooplancton y los consumidores a menudo refleja las algas como fuentes de producción, con altos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  asociados con los diátomos de crecimiento rápido característicos de afloramientos y concentraciones. En el presente estudio, se usan los valores de isótopos  $\delta^{15}\text{N}$  para estimar los niveles tróficos ocupados por los atunes, otros depredadores, sus presas, y el plancton, mientras que los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  sirven para identificar distintas fuentes de producción primaria y para distinguir la producción rápida asociada con el afloramiento. La combinación de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  sirve para localizar distintas regiones de producción primaria y secundaria en el Océano Pacífico.

Muestras de tejido del cuerpo y contenido del estómago de atunes y de peces pelágicos asociados fueron tomadas a bordo de buques atuneros en el Pacífico entero. Muestras de plancton, material orgánico, y peces pequeños y cefalópodos fueron asimismo tomadas de forma oportunista en cruceros científicos. Se estima la composición de la dieta de los depredadores pelágicos a partir del análisis del contenido del estómago, y se derivan descripciones a escala más amplia de la estructura trófica en distintas regiones del Pacífico ecuatorial de análisis de los isótopos estables de carbono y nitrógeno de los depredadores, las presas, y el plancton. La combinación de contenido de estómagos y composición de los isótopos estables proporciona una descripción completa de la variación en los niveles tróficos por tamaño, especie, y región. Los componentes de la dieta de los depredadores, determinados a partir de un análisis del contenido del estómago, pueden ser ajustados para corresponder con el balance de masas de isótopos estables. Además, se usa la distribución de los isótopos estables en los tejidos de cambio rápido (hígado) y lento (músculos) de los atunes para estimar los patrones de residencia y desplazamiento a gran escala en las pesquerías del Pacífico ecuatorial. Se realizaron, en el Instituto de Biología Marina de Hawai, experimentos con atunes cautivos para validar la hipótesis de que tejidos con distintas tasas de cambio tienen distintas firmas isotópicas, que pueden reflejar el historial de alimentación y desplazamiento. En 2006 se preparó un manuscrito sobre los experimentos de tasas de cambio.

Durante 2003 y 2005 observadores en algunos de los buques atuneros de cerco que zarparon de puertos en Ecuador y de Mazatlán (México) tomaron muestras para el estudio. Las muestras consistieron de estómagos, tejido de hígado, y tejido muscular de los atunes y otros peces capturados en ciertos lances. Las muestras de estómagos permiten a los científicos cuantificar la composición por especies de la dieta, con base en el alimento más reciente. La composición de los isótopos estables de C y N en los tejidos de hígado y muscular fue medida con espectrómetros de masa en el Laboratorio Biogeoquímico de Isótopos Estables de la Universidad de Hawai.

El muestreo por los observadores en el mar terminó al fin de 2005. Desde el inicio del proyecto en 2003, se obtuvo fauna de 272 lances realizados durante 64 viajes de buques cerqueros en el OPO. La distribución geográfica de los lances fue amplia, desde 32°N hasta 17°S y desde 73°O hasta 164°O. Los observadores extrajeron los estómagos y las muestras de hígado y músculo blanco de los atunes y especies de captura incidental en el mar, y tomaron especímenes enteros de varios peces pequeños no objetivo que se asocian con objetos flotantes.

Investigadores de la División de Recursos Protegidos del Centro Sudoeste de Ciencia Pesquera (SWFSC) del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. obtuvieron también muestras para este proyecto a bordo de los buques de investigación *David Starr Jordan* y *McArthur II* durante el proyecto de *Stenella Abundance Research* (STAR) en 2006. Se tomaron muestras de zooplancton con una red de bongo, y el contenido de un lado de la pareja de redes fue congelado para un análisis de isótopos estables. Los peces fueron capturados



oportunísticamente con curricán y caña, y se extrajo y congeló el estómago y muestras del hígado y músculo blanco. Además, se capturaron cada día peces y calamares de presa, usando salabardos y cañas y anzuelos; incluyó numerosos peces pelágicos de la familia Myctophidae, un componente importante del ecosistema. Se realizará un análisis de isótopos estables de estas muestras congeladas en cuanto lo permita el presupuesto.

Durante 2006, investigadores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) en La Paz (México) terminaron el procesamiento de las muestras de estómagos. Se están estandarizando, y compilando en una base de datos maestra, los datos de dieta de los análisis de contenido de estómagos durante los tres años del proyecto, realizados por estudiantes en La Paz y en Manta (Ecuador). Se continuó en 2006 en la Universidad de Hawai el análisis de isótopos estables de las muestras del OPO. Se obtuvieron datos de los isótopos  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  para 115 muestras de atún aleta amarilla, 67 de barrilete, y 76 de patudo, 56 de peto (*Acanthocybium solandri*), 44 de dorado (*Coryphaena hippurus*), 38 de salmón (*Elagatis bipinnulata*), 43 de tiburones (*Carcharhinus* spp.), 21 de peces picudos (*Makaira* spp. y *Tetrapturus* spp.), 7 de melvas (*Auxis* spp.), 45 de peces voladores (Exocoetidae y Hemiramphidae), 72 de peces linterna (Myctophidae), y 60 de calamares (Cefalopoda). Además, se obtuvieron datos de isótopos estables de 231 muestras de zooplancton, compuestas de copépodos, anfípodos, quaetognacios, y eufásidos. Los análisis de isótopos del zooplancton fueron realizados por la M. en C. Gladis López-Ibarra, estudiante de posgraduado en CICIMAR, para su investigación doctoral (ver Informe Anual de la CIAT de 2004), en conjunto con científicos de la Universidad de Hawai. Los peces voladores, peces linterna, calamares y zooplancton fueron capturados durante el proyecto STAR en 2003 por el personal de la División de Recursos Protegidos del SWFSC de NMFS a bordo de los buques de investigación *David Starr Jordan* y *McArthur II*. Las melvas, peces voladores, peces linterna, y calamares son presas comunes de varios depredadores pelágicos. Se están analizando estos datos a fin de llegar a mejores conocimientos de los caminos tróficos en las redes de alimento.

Desde el principio del proyecto, se ha analizado el contenido de isótopos estables de unas 2.800 muestras de depredadores, presas y partículas de material orgánico del Pacífico entero. Mapas de los valores del isótopo  $\delta^{15}\text{N}$  en el músculo blanco de los atunes tropicales, por especie, en el Pacífico ecuatorial entero indican patrones espaciales explícitos de la dinámica trófica en el ecosistema pelágica y residencia a pequeña escala. Si un depredador migrase extensamente por estas regiones, entonces se esperaría poca variación isotópica geográfica porque las diferencias regionales en  $\delta^{15}\text{N}$  serían integradas en los tejidos del cuerpo de los atunes sobre espacio y tiempo. Sin embargo, la variabilidad espacial de  $\delta^{15}\text{N}$  es alta (alrededor de 12‰), lo cual implica que los atunes tropicales muestran un nivel considerable de residencia regional.

Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  de las muestras de zooplancton del OPO mostraron la misma tendencia geográfica que los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  del músculo blanco del aleta amarilla (Figura 9), lo cual constituye mayor evidencia que la variabilidad geográfica antes mencionada se debe a variabilidad en el  $\delta^{15}\text{N}$  en la base de la red de alimentación. Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  del músculo blanco del aleta amarilla y el zooplancton fueron comparados para derivar estimaciones del nivel trófico del aleta amarilla nivel sobre un rango de latitudes en el OPO, y las estimaciones acordaron bien con el nivel trófico estimado con CSIA (*compound-specific stable isotope analysis*, o análisis de isótopos estables por compuesto) en los aminoácidos individuales en el atún aleta amarilla. En el Informe Anual de la CIAT de 2005 se presentan detalles del estudio que aplica técnicas de CSIA al atún aleta amarilla en el OPO, que será publicado con otros trabajos seleccionados de una conferencia internacional titulada *Isotopes as Tracers of Ecological Change*, celebrada en Tomar (Portugal) en marzo de 2006.

En 2006 se inició un análisis, usando modelos lineales generalizados (MLG) y modelos aditivos generalizados (MAG), para analizar la importancia de las variables ambientales y el lugar de muestreo para la explicación de la variación espacial en el  $\delta^{15}\text{N}$  de mesozooplancton (una aproximación de la base de la red de alimentación) en el OPO tropical. Se examinarán las relaciones espaciales entre el  $\delta^{15}\text{N}$  de mesozooplancton (principalmente copépodos), pequeños peces mictiófidos, peces voladores, y calamares relativas a la distribución espacial del  $\delta^{15}\text{N}$  de sus depredadores. Se derivan inferencias acerca del nivel trófico de los depredadores de nivel alto mediante comparaciones de los patrones espaciales del  $\delta^{15}\text{N}$  de los depredadores, las presas, y la aproximación de mesozooplancton para la base de la red de alimentación. Los resultados preliminares indican que el estatus trófico del atún aleta amarilla es consistentemente mayor en latitudes bajas (5-10°N, por ejemplo) que en latitudes altas (20-

25°N, por ejemplo), patrón que no es corroborado consistentemente por los datos de contenido de estómagos.

Durante el cuarto trimestre de 2006 se inició 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 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, 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 depredadores ápice). Las 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 amarillas fueron obtenidas de lances cerqueros sobre atunes asociados con delfines. Los resultados serán analizados en 2007, después de procesar las muestras de estómagos.

## ESTUDIOS DEL CICLO VITAL TEMPRANO

Desde hace ya muchos años los biólogos pesqueros creen que la fuerza de una clase anual se ve determinada principalmente durante las etapas tempranas del ciclo vital (huevo, larva, y/o juvenil temprano). Décadas de investigación han descubierto una cantidad considerable de información sobre las poblaciones de atunes adultos, pero se sabe relativamente poco acerca de las etapas tempranas del ciclo vital y los factores que afectan el reclutamiento de los juveniles a las poblaciones explotables. Estas consideraciones motivaron a la CIAT a establecer en la Bahía de Achotines, en la República de Panamá, un centro de investigación dedicado al estudio del ciclo vital temprano de los atunes.

La Bahía de Achotines está situada en la punta sur de la Península de Azuero en la Provincia de Los Santos, República de Panamá (Informe Anual de la CIAT de 2001: Figura 15). La plataforma continental es bastante estrecha en este lugar: el contorno de 200 metros se encuentra a entre solamente 6 y 10 km del litoral. Esto brinda a los científicos del laboratorio acceso fácil a aguas oceánicas donde ocurre desove de atunes en cada mes del año. La temperatura superficial del mar fluctúa entre 21° y 29°C.

El programa de la CIAT de investigación de las etapas tempranas del ciclo vital abarca estudios de laboratorio y de campo ideados para obtener un mayor conocimiento de los procesos de reclutamiento y de los factores que lo afectan. Investigaciones anteriores del reclutamiento de los peces sugieren que tanto los factores abióticos (temperatura, viento, y salinidad, por ejemplo) como los biológicos (alimentación, depredación, etc.) pueden afectar el reclutamiento. Ya que la supervivencia antes del reclutamiento es controlada probablemente por una combinación de estos factores, el programa de investigación toma en cuenta la interacción entre el sistema biológico y el ambiente físico (Informe de Datos 9 de la CIAT).

### ***Estudios del atún aleta amarilla***

#### ***Aletas amarillas reproductores***

Desde 1996 se capturan aletas amarillas, *Thunnus albacares*, de entre 2 y 7 kg en aguas costeras adyacentes al Laboratorio de Achotines para mantener una población de reproductores en el mismo. En la musculatura dorsal de cada pez se implanta una marca con microprocesador, y se le inyecta oxitetraciclina (OTC) para establecer una marca temporal en los otolitos y vértebras. Las marcas permiten identificar a los peces individuales durante todo el cautiverio, y la inyección con OTC facilita los estudios del crecimiento de los peces. Se sumerge a todos los peces en soluciones diluidas de formol y nifurestirenoato de sodio (NFS), un agente antimicrobiano, durante varias horas para tratar cualquier infección de la piel causada por la captura y traslado.

Se vigiló la dieta de los aletas amarillas reproductores en el Tanque 1 para asegurar que proporcionase

suficiente energía para soportar tasas elevadas de crecimiento y desove, pero sin causar una deposición excesiva de grasa. Se usó el comportamiento de alimentación de los peces y estimaciones de su biomasa como base para determinar las raciones diarias. Se usó información de análisis de la cantidad de proteína, humedad, grasa, y ceniza en los organismos alimenticios y en los peces reproductores (obtenidos por un laboratorio en Aguadulce (Panamá) de muestras de cada grupo taxonómico de los organismos de alimento y de aletas amarillas muertos o sacrificados) para ajustar el alimento. Los organismos alimenticios incluyeron calamares (*Loligo* spp. o *Illex argentinus*), anchovetas (*Cetengraulis mysticetus*), machuelos (*Opisthonema* spp.), y anchoas *Anchovia macrolepidota*, con suplementos de vitaminas y bilis en polvo. En promedio, las anchovetas contuvieron un 64% más de calorías, y los machuelos un 116% más, que los calamares. Ajustando las cantidades y proporciones de calamar y pescado en la dieta, se mantiene la cantidad de alimento en un nivel suficientemente alto para evitar actividad frenética al alimentarse los peces, pero sin rebasar demasiado los requisitos para el metabolismo, crecimiento, reproducción, y pérdidas por desperdicios.

Durante el año no fue transferido al Tanque 1 ningún aleta amarilla adicional. Al fin del año había 16 peces en el tanque, 4 introducidos en 2003, 10 en 2004, y 2 en 2005; 5 de ellos llevaban marcas archivadoras, como parte de un experimento descrito en la sección titulada ***Experimentos en el Laboratorio de Achotines***. Durante el año murieron 9 peces, uno por inanición, 6 como resultado de golpes con la pared del tanque, y 2 por causas desconocidas. Se ajustaron modelos de crecimiento a los datos de talla y peso de los peces en el momento de ser introducidos en el tanque y al morir o ser sacrificados, y se calcularon estimaciones diarias de la talla y peso a partir de los modelos. Las estimaciones del peso de los peces reproductores se basan en un análisis revisado del crecimiento de los peces en el Tanque 1. El análisis revisado indica que el crecimiento de los peces reproductores durante 2000-2006 fue más lento que aquél de los peces mantenidos en el mismo tanque durante 1996-2000. Los rangos estimados de talla y peso de los peces en el Tanque 1 al fin del año fueron 125-142 cm y 43-59 kg, respectivamente. Se estimó la densidad de los peces en el Tanque 1 al fin de año en 0,60 kg/m<sup>3</sup>, ligeramente mayor al nivel objetivo original de 0,50 kg/m<sup>3</sup> para la población reproductora.

Se mantuvo a los aletas amarillas en los Tanques 2 y 6 en reserva para incrementar la población de reproductores en el Tanque 1 en caso necesario. Al fin de septiembre fueron implantadas marcas archivadoras prototípicas en ocho aletas amarillas (5 a 8 kg) en el Tanque 2, para probar el funcionamiento de las marcas al cabo de uno y dos meses en cautiverio. Las marcas fueron recuperadas durante octubre y noviembre, y enviadas al fabricante para análisis. Durante diciembre el Tanque 2 fue repoblado con 12 aletas amarillas de entre 2 y 5 kg, recientemente capturados, que serán implantados con marcas archivadoras y trasladados al Tanque 1 a principios de 2007.

### ***Desove de atún aleta amarilla***

Durante 2006 los aletas amarillas en el Tanque 1 desovaron a diario desde enero hasta junio, intermitentemente durante julio, y casi a diario en agosto y septiembre. Desovaron a diario desde octubre hasta diciembre, excepto durante períodos de dos semanas en octubre, dos semanas en noviembre, y una semana en diciembre. Los ceses del desove durante el año fueron causados por pequeñas disminuciones episódicas de la temperatura del agua. La temperatura del agua en el tanque varió de 23,5° a 29,7°C durante el año, y el desove ocurrió en el rango entero de temperaturas. El desove más temprano tuvo lugar a las 1440 horas y el más tardío a las 0030, y los eventos de desove fueron generalmente precedidos por comportamiento de cortejo (natación en pareja, persecución).

El número de huevos fertilizados recogido tras cada desove osciló entre unos 1.000 y 2.080.000. Se usaron varios métodos para recoger los huevos en la superficie, entre ellos sifones y salabardos y una red de malla fina.

Para cada evento de desove se registraron los parámetros siguientes: hora de desove, diámetro de los huevos, duración de la etapa de huevo, tasa de eclosión, talla de las larvas, y duración de la etapa de saco vitelino. Periódicamente se registró también el peso de los huevos y de larvas en etapa de saco vitelino y primera alimentación y la talla y morfometría seleccionada de larvas en primera alimentación. Se incorporó esta información en una base de datos para un análisis de los parámetros de desove y los factores físicos o biológicos que podrían afectar el desove (por ejemplo, temperatura del agua, salinidad, ciclo lunar, tamaño medio de los peces que desovan, y la ración media diaria de los mismos).

### ***Estudios de laboratorio del crecimiento y alimentación de aletas amarillas larvales y juveniles***

Durante 2006 se realizó una prueba de cría de larvas y juveniles de aleta amarilla. En mayo fueron colocadas larvas en etapa de saco vitelino en tanques de 720 L, y al transformarse en juveniles (al alcanzar una talla estándar de unos 20 mm), fueron trasladadas a un tanque de 10.000 L. Fueron alimentadas con una dieta secuencial de rotíferos enriquecidos, *Artemia* enriquecida, y larvas de aleta amarilla en etapa de saco vitelino. Se mantuvo a los juveniles en una dieta de larvas de aleta amarilla, anchoas *Anchovia macrolepidota* picadas, y alimento artificial granular. Aproximadamente una docena de peces sobrevivió al menos ocho semanas después de la eclosión, en cual momento habían alcanzado un tamaño de aproximadamente 7 a 8 cm de talla estándar. Se tienen planificados durante 2007 más experimentos de cría de aletas amarillas juveniles tempranos con dieta artificial.

### ***Estudios de laboratorio de la tolerancia de temperatura de los huevos y larvas de aleta amarilla***

Durante 2006 se realizaron dos experimentos para determinar la temperatura del agua mínima letal durante el desarrollo de los huevos, la eclosión, y la cría del aleta amarilla. Estos experimentos, junto con aquéllos realizados durante 2004 y 2005 (Informes Anuales de la CIAT de 2004 y 2005), fueron diseñados para examinar las limitaciones físicas de la distribución de los huevos y las larvas en el océano. Fueron realizadas dos pruebas durante 2006 con temperaturas de agua bajas de entre 19,0 y 20,3°C (moda = 19,7°C; promedio = 19,6°C) y 19,9 y 21,2°C (moda = 20,8°C; promedio = 20,6°C). Durante la prueba con la temperatura media de 19,6°C, el desarrollo de los huevos pareció normal, pero la eclosión se retrasó o no ocurrió, y la supervivencia de las larvas de etapa de saco vitelino fue mala comparada con aquélla de las larvas en los tanques de control con una temperatura de agua ambiental de entre 24,4 y 25,3°C. Durante la prueba con una temperatura de agua media de 20,6°C, la eclosión se retrasó, pero los huevos y las larvas se desarrollaron normalmente y la supervivencia de las larvas fue comparable con aquélla de las larvas en los tanques de control hasta 12 horas después de la eclosión.

### ***Estudios de laboratorio de la dependencia de la densidad del crecimiento y supervivencia de los huevos y larvas de aleta amarilla***

Se realizaron varios experimentos con huevos y larvas de aleta amarilla durante 2006. Estos experimentos fueron diseñados para examinar los efectos de la densidad de población de los peces sobre el crecimiento de las larvas de etapa tardía, y también para determinar las condiciones óptimas para criar huevos de aleta amarilla hasta la etapa de primera alimentación.

En mayo se realizó un experimento para estimar la relación entre el crecimiento de las larvas de aleta amarilla en etapa juvenil tardía y la densidad entre los 15 y 21 días después de la eclosión. Fueron realizados previamente experimentos para estimar esta relación durante los 3 a 18 primeros días de alimentación, y los resultados indicaron que las larvas crecen más rápidamente si son mantenidas en densidades menores. Los resultados preliminares del experimento con los juveniles de etapa tardía indicaron efectos similares de la densidad sobre el crecimiento (tanto de talla como de peso) cuatro días después del comienzo del experimento (19 días después de la eclosión), pero los efectos sobre el crecimiento a los 21 días después de la eclosión no fueron concluyentes. En 2007 se realizarán más experimentos para examinar el efecto de la densidad sobre el crecimiento de los aletas amarillas juveniles tempranos.

Se realizaron seis experimentos durante junio y julio para determinar las condiciones óptimas para criar los huevos de aleta amarilla hasta la etapa de larvas en primera alimentación. El objetivo principal de estos experimentos fue probar los protocolos usados rutinariamente en la cría de las larvas de aleta amarilla en el Laboratorio de Achotines. Las pruebas produjeron datos para examinar los efectos de la etapa de traslado, tasa de turbulencia, y densidad larval sobre la supervivencia de los huevos y las larvas en etapa de saco vitelino.

El experimento de etapa de traslado comparó los métodos de traslado de larvas de los tanques de incubación de huevos a los tanques de cría larval. Un grupo de larvas fue trasladado durante la etapa de huevo y el otro grupo después de la eclosión. Tres tanques experimentales de 714 L fueron llenados con huevos a unos 12 huevos/L y tres tanques con larvas en etapa de saco vitelino recién eclosionadas a unas 10 larvas/L. Los supervivientes fueron entonces contados en la etapa de primera alimentación. Fueron realizadas dos pruebas, y los resultados preliminares

indicaron que no hubo diferencia significativa entre las tasas de supervivencia de los dos grupos.

Fueron realizadas dos pruebas para examinar el efecto de la turbulencia sobre la supervivencia durante la etapa larval de saco vitelino. La primera prueba comparó la supervivencia de las larvas con turbulencia alta y baja. (El nivel de turbulencia baja es usado rutinariamente en la cría de larvas de aleta amarilla en etapa de saco vitelino en el Laboratorio de Achotines). Los niveles de turbulencia fueron creados mediante ajustes de los niveles de aeración. La segunda prueba comparó la supervivencia en tres niveles distintos de turbulencia; un nivel alto y bajo creado con aeración, y un nivel todavía más bajo creado solamente por la corriente que resulta de la entrada del agua. En ambas pruebas, las larvas fueron mantenidas en tanques experimentales de 714 L a una densidad de 6/L. Las tasas de supervivencia de las larvas criadas en condiciones de turbulencia baja fueron generalmente mejores que aquéllas de la turbulencia alta, pero no fueron significativamente diferentes entre los dos niveles de turbulencia baja.

Los dos experimentos finales fueron diseñados para examinar el efecto de la densidad sobre la supervivencia de los huevos y de las larvas en etapa de saco vitelino. La primera prueba comparó la supervivencia de huevos a 150/L (el protocolo normal en el Laboratorio de Achotines) y 300/L. La supervivencia fue determinada después de la eclosión. Los resultados no indicaron ninguna diferencia significativa en el éxito de la eclosión entre las dos densidades. El experimento final comparó la supervivencia de larvas en etapa de saco vitelino criadas en cuatro densidades distintas: 5/L, 10/L, 20/L, y 40/L. En esta prueba, el porcentaje medio de supervivencia varió de 48,2 a 67,6%, con las tasas más baja y más alta correspondientes a densidades de 20 larvas/L y 10 larvas/L, respectivamente.

Se están realizando más análisis de los resultados de estos experimentos. Los análisis identificarán las condiciones óptimas para la cría de huevos y larvas de saco vitelino de aleta amarilla.

### ***Estudios del desarrollo muscular en los aletas amarillas larvales y juveniles***

La Dra. Kathryn Dickson, profesora del Departamento de Ciencia Biológica en la Universidad Estatal de California en Fullerton, y la Srta. Juleen Dickson, candidata de maestría con la Dra. Dickson, llegaron al Laboratorio de Achotines el 20 de junio de 2006. Tomaron muestras y datos de larvas y juveniles criados en el laboratorio para la investigación de la Dra. Dickson y la tesis de la Srta. Dickson. El objetivo de su investigación es determinar cuándo y cómo se desarrolla al principio en los atunes el músculo rojo locomotor interiorizado de oxidación lenta. Están identificando fibras de músculo rojo en una serie de desarrollo de atunes aleta amarilla larvales y juveniles (de aproximadamente 5 a 75 mm de talla), usando inmunohistoquímica (marcado de anticuerpos específicos al músculo rojo) y/o histoquímica (usando enzimas mitocondriales marcadoras).

### ***Estudios de genética de aletas amarillas cautivos***

Se han tomado muestras genéticas de los aletas amarillos reproductores y sus huevos y larvas para determinar el grado de variación genética en los adultos y sus crías. Este estudio es llevado a cabo por científicos de la CIAT y la Overseas Fishery Cooperation Foundation de Japón. Se toma una muestra para análisis genético de todo pez reproductor nuevo introducido en la población cautiva. Durante cualquier período se puede realizar un análisis de variación genotípica con muestras tomadas de reproductores, huevos, y larvas. Se puede determinar el perfil de desove de las hembras mediante la observación de la ocurrencia de estos genotipos en sus crías. El análisis genético de los reproductores, huevos, y larvas, realizado en 2001 fue descrito en un trabajo científico publicado en 2003. Continuó en 2006 el muestreo de los reproductores, y en 2007 se realizará el análisis de las muestras.

### ***Estudios de cultivo de copépodos***

El Sr. Santiago Cambefort y miembros del personal de Achotines trabajaron en el cultivo de copépodos (*Acartia* spp.) en el Laboratorio desde agosto hasta octubre. El Sr. Cambefort, ciudadano de Panamá, estudió en la Escuela Politécnica en Guayaquil (Ecuador), y está terminando su trabajo de tesis sobre *Acartia* spp. en el Laboratorio de Achotines. El objetivo de este trabajo es desarrollar métodos para la producción en masa de cultivos de copépodos, que será útil para producir alimento para los atunes larvales durante las pruebas y experimentos de cría.

Se realizaron experimentos durante el trimestre para determinar la dieta y proporciones óptimas de tres

especies de microalgas para la producción y supervivencia máximas de *Acartia* spp. Los resultados de los experimentos indicaron que los requisitos dietéticos para la supervivencia y producción varían con la etapa de vida de *Acartia* spp. Una dieta de una mezcla de *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana affinis*, y *Tetraselmis tetrahele* en una proporción de 2:1:1, respectivamente (50.000 células/ml total diariamente) resultó en una producción de huevos y supervivencia significativamente mayores de copépodos adultos que las otras dietas probadas. En otro experimento, huevos de *Acartia* spp. fueron recolectados y cultivados con cuatro dietas distintas de microalgas. Los nauplios crecieron más rápidamente a la etapa de copépodositos (dentro de tres días), y la supervivencia fue significativamente mayor, cuando se les alimentó con una dieta de *Isochrysis galbana* solamente. La supervivencia y crecimiento de los nauplios fueron reducidos con las otras dietas, incluyendo una dieta mixta de las tres microalgas.

### **Reunión sobre la cría de pelágicos**

La Universidad de Miami y la CIAT celebraron su cuarta reunión técnica titulada *Fisiología y acuicultura de pelágicos, con énfasis en la reproducción y etapas de desarrollo temprano del atún aleta amarilla*, del 19 al 26 de julio de 2006. Fue organizada por el Dr. Daniel Margulies y el Sr. Vernon P. Scholey, de la CIAT, y el Dr. Daniel Benetti, Director del Programa de Acuicultura del Colegio Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami, con los dos últimos como instructores principales. Asistieron el Sr. Miles Wise, de Clean Seas Tuna (una empresa del Grupo Stehr) en Australia, el Sr. Manuel McIlroy, estudiante de posgraduado en la Universidad Florida Atlantic, y cuatro estudiantes de posgraduado de la Universidad de Miami, Donald Bacoat, Fernando Cavalin, Bristol Denlinger, y Don Gentile, que tomaron el curso para crédito. El Sr. Amado Cano, de la Dirección General de Recursos Marinos de Panamá, y varios miembros del personal del Laboratorio de Achotines también participaron en porciones de la reunión. Como parte de la misma, larvas de aleta amarilla y pargo fueron cultivadas de la etapa de huevo hasta el décimo día de alimentación. (Algunas crías fueron iniciadas antes de la reunión.)

### **Desove y cría de pargos de la mancha**

La investigación de los pargos de la mancha, *Lutjanus guttatus*, es realizada por la Dirección General de Recursos Marinos y Costeros (DGRMC) de Panamá.

Durante 2006 se mantuvieron dos grupos separados de pargos reproductores en dos tanques de 85 m<sup>3</sup>. El primer grupo consistió de peces de la población original de reproductores capturados durante 1996. Esta población de reproductores siguió estable en 15 peces durante el año. Estos peces desovaron intermitentemente (generalmente una vez por semana) entre enero y septiembre, y varias veces por semana desde octubre hasta diciembre.

El segundo grupo consistió de 25 individuos de un grupo de peces criados en el Laboratorio de huevos obtenidos de desoves durante 1998. Estos peces desovaron intermitentemente (menos de una vez por semana) entre enero y septiembre, y aproximadamente una vez por semana entre octubre y diciembre.

Durante marzo de 2006 fueron trasladados pargos juveniles, criados de huevos eclosionados el 4 y 5 de octubre de 2005, a las Islas Perlas en el Golfo de Panamá para pruebas de cría en corrales, como parte de un programa de cría de la DGRMC.

Otro grupo de pargos larvales eclosionó a mediados de julio y fue criado hasta la etapa juvenil. Los juveniles fueron entonces transportados a varios lugares en Panamá y mantenidos en estanques o en jaulas flotantes durante noviembre.

En octubre fue criado un tercer grupo de larvas de huevos fertilizados. Al fin del año quedaban 1.700 juveniles de este grupo. Serán usados en experimentos durante el primer trimestre de 2007 para determinar las densidades adecuadas para una supervivencia óptima durante y después del transporte a sitios de cría en otros lugares en Panamá.

## **EVALUACIONES DE LAS POBLACIONES DE ATUNES Y PECES PICUDOS**

En la 75ª reunión de la CIAT en junio de 2007 se presentaron documentos que describen las evaluaciones de las poblaciones de los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo, y un estudio de la estructura de la población de pez espada, realizadas por el personal de la CIAT durante 2006, y serán publicadas en el Informe de Evaluación de Stocks 8 de la CIAT a fines de 2007.

## TIBURONES

Han sido capturadas incidentalmente grandes cantidades de tiburones en lances con red de cerco sobre atunes en el Océano Pacífico oriental (OPO), especialmente en los lances asociados con objetos flotantes. Existe una gran preocupación acerca de la viabilidad de las poblaciones de tiburones en todo el mundo, pero los conocimientos de la abundancia histórica o actual de estas especies son escasos.

### *Tendencias en la captura incidental de los tiburones jaquetón y oceánico*

El tiburón jaquetón, *Carcharhinus falciformis*, es la especie de tiburón capturada con mayor frecuencia en la pesquería atunera de cerco en el OPO. El Dr. Mihoko Minami, estadístico del Instituto de Matemáticas Estadísticas y Universidad de Estudios Avanzados Posgraduados en Tokio (Japón), y un miembro del personal de la CIAT realizaron un análisis de las tasas de captura incidental de tiburones jaquetón en la pesquería de cerco sobre objetos flotantes. Ya que hay un gran porcentaje de lances cerqueros sin captura incidental de tiburones jaquetón, pero también lances con capturas incidentales grandes, se modeló la tasa de captura incidental (número de tiburones por lance) con un modelo binomial negativo con cero inflado. Se usaron *splines* suavizantes para capturar relaciones no monotónicas entre la tasa de captura y variables tales como latitud, longitud, y fecha. Se incluyeron también en los modelos variables que describen el ambiente local, tales como temperatura superficial del mar y medidas de la biomasa local (por ejemplo, la cantidad de atún cercado). Se incluyeron también dos aproximaciones de la densidad de los objetos flotantes para capturar los efectos de su densidad sobre las tasas de captura incidental durante 1994-2006. Con la intención de garantizar un muestreo completo de las agregaciones de especies, se limitó el análisis a los lances sobre objetos flotantes que capturaron un individuo o más de cualquiera de los tres especies de atunes objetivo (aleta amarilla, barrilete, y patudo).

Las estimaciones de los índices de abundancia relativa del tiburón jaquetón, basadas en los datos de lances sobre objetos flotantes, señalan una clara tendencia descendente en el caso de los tiburones grandes (>150 cm de talla total) y medianos (90-150 cm de talla total) durante el período de 1994-2006, tal como se señala en la Figura 10.

No se sabe si la tendencia decreciente se debe a la pesca, a cambios en el medio ambiente (tal vez asociados con el evento de El Niño de 1997-1998), o a otros procesos. No se cree que la tendencia decreciente de los índices de abundancia relativa basados en datos de lances sobre objetos flotantes se deba a cambios en la densidad de los objetos flotantes, ya que, tal como se comentó anteriormente, se incluyeron sustitutos de la densidad de los objetos flotantes en el modelo estadístico.

Estos resultados son consistentes con un estudio preliminar de las tasas de captura incidental del tiburón jaquetón en los lances sobre delfines y no asociados. Mientras que se cree que los tiburones jaquetón podrían ser atraídos a los objetos flotantes, es posible que los ejemplares capturados en los lances y no asociados, y particularmente en los lances sobre delfines, pudieran haber sido capturados simplemente por casualidad. Por lo tanto, puede ser informativo comparar las tendencias temporales de la captura incidental de tiburones de los lances sobre objetos flotantes con aquélla de los lances no asociados y sobre delfines. Las tendencias no estandarizadas de las tasas de captura incidental de tiburones jaquetón en los lances no asociados y sobre delfines demuestran disminuciones durante 1994-2006, pero las distribuciones de la captura incidental por lance de tiburones jaquetón en los lances sobre delfines están extremadamente sesgadas a la derecha, dificultando la elaboración de tendencias estandarizadas de las tasas de captura incidental para estos datos. Se sigue explorando métodos para estimar tendencias estandarizadas para estos tipos de lance.

Las tendencias no estandarizadas de las capturas incidentales de tiburones oceánicos (*C. longimanus*), la segunda especie de tiburón en términos de frecuencia de captura en esta pesquería, demuestran disminuciones durante 1994-2006 para cada uno de los tres tipos de lance cerquero. Las distribuciones de la captura incidental por lance de esta especie en los tres tipos de lance cerquero están asimismo extremadamente sesgadas a la derecha, y se están explorando todavía métodos para estimar las tendencias estandarizadas de las tasas de captura incidental para estos datos.

### ***Evaluación de vedas espaciotemporales para reducir la captura incidental de tiburones jaquetón***

En 2006, miembros del personal de la CIAT, en colaboración con los Dres. Timothy E. Essington y Ray Hilborn, de la Universidad de Washington, iniciaron un estudio de la distribución espacial de los tiburones en el OPO. Se realizó un análisis preliminar de la frecuencia temporal de las áreas de captura incidental alta de tiburones jaquetón en lances cerqueros sobre objetos flotantes. Los resultados de este estudio serán útiles para determinar la efectividad de las vedas espaciotemporales como método para mitigar las capturas incidentales de los tiburones. Los resultados preliminares señalan que tanto las predicciones del modelo como los datos observados tienden a indicar que estas capturas incidentales ocurren con mayor frecuencia al norte de 4°N y al oeste de 100°-105°O. No obstante, debido a las grandes capturas de atunes al sur de 5°N, se lograría la reducción máxima de la captura incidental en los lances sobre objetos flotantes con la pérdida mínima de la captura de atún al norte de aproximadamente 6°N.

### ***Estudio de atracción de tiburones para reducir la captura incidental de tiburones***

Un método para reducir las capturas incidentales de tiburones sería determinar si es factible usar carnada para alejar a los tiburones de un objeto flotante antes de que se realice un lance cerca del mismo. En 2006 el personal de la CIAT inició un estudio de factibilidad, con dinero para material del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU., para comprobar si carnada, atractivos químicos, y/o atractivos acústicos serían eficaces para reducir la captura incidental de tiburones. Mientras que se sabe con certeza que se puede atraer a los tiburones con carnada, las preguntas esenciales para este estudio son (1) si una estación de carnada es más atractiva para los tiburones que un objeto flotante, (2) si es posible atraer a los tiburones sin atraer a los atunes también, y (3) si el uso de estaciones de carnada es práctico y eficaz con las limitaciones impuestas por la faena de pesca con red de cerco.

### ***Muestreo de tejido para determinar la estructura de población a gran escala***

En 2006, en cooperación con el Dr. Russ Vetter del NMFS, el NMFS y la CIAT iniciaron un programa de muestreo para obtener y archivar muestras de tejido de peces grandes, incluyendo tiburones y rayas, para análisis genéticos futuros. Las muestras son tomadas por observadores de la CIAT durante viajes de pesca normales, y almacenadas en el laboratorio del Dr. Vetter. Se usarán los datos de las muestras archivadas en estudios de la estructura de las poblaciones a gran escala de estos grupos taxonómicos en el OPO, información vital para las evaluaciones de las poblaciones, pero que generalmente falta en todo el Océano Pacífico.

## **DELFINES**

En el Océano Pacífico oriental (OPO), los atunes aleta amarilla de entre unos 10 y 40 kg se asocian frecuentemente con mamíferos marinos, especialmente con delfines manchados (*Stenella attenuata*), tornillos (*Stenella longirostris*), y comunes (*Delphinus delphis* y, posiblemente, *D. capensis*). En la Figura 11 se ilustran las distribuciones espaciales de las distintas poblaciones de estas especies (*D. capensis* ocurre probablemente solamente dentro de la zona de distribución de la población norteña del delfín común.) Los pescadores descubrieron que la mejor forma de lograr capturas máximas de aleta amarilla con red de cerco en el OPO era buscar manadas de delfines o bandadas de aves marinas que se encuentran a menudo con delfines y atunes, calar la red alrededor de los delfines y los atunes, cobrar la mayoría de la red, realizar una maniobra de retroceso para permitir a los delfines escapar sobre los corchos de la red, y finalmente cobrar el resto de la red y cargar el pescado a bordo del buque. La mortalidad incidental de delfines en esta operación fue alta en los primeros años de la pesquería, pero a partir de fines de la década de los 1980 disminuyó precipitadamente, y desde mediados de la década siguiente se ha cifrado en un promedio anual de menos de 2.000 animales (Figura 12), nivel insignificante en relación con la población total estimada de estas especies.

### ***Estimaciones de la mortalidad de delfines causada por la pesca***

La estimación de la mortalidad incidental de delfines en la pesquería en 2006 es de 886 animales (Tabla 6), una



disminución sustancial con respecto a la mortalidad de 1.151 animales registrada en 2005. En la Tabla 7 se detallan las mortalidades durante 1979-2006, por especie y población, y en la Tabla 8 los errores estándar de estas estimaciones. Las estimaciones de 1979-1992 se basan en una razón de mortalidad por lance. Las estimaciones de 1993-1994 se basan en las sumas de las mortalidades por especie y población registradas por la CIAT y las mortalidades totales registradas por el programa mexicano, prorrateadas a especies y poblaciones. Las mortalidades de 1995-2006 son las sumas de las mortalidades por especie y población registradas por los programas de la CIAT y nacionales. La mortalidad de 2001-2003 fue ajustada para viajes no observados de buques de más de 363 toneladas de capacidad de acarreo. Las sumas de las mortalidades estimadas para las poblaciones nororiental y occidental y sureño del delfín manchado de altamar no equivalen necesariamente a las sumas de aquéllas para las antiguas poblaciones de delfín manchado de altamar norteño y sureño porque las estimaciones para los dos grupos de poblaciones se basan en estratos espaciales diferentes, y las mortalidades por lance y el número total de lances varían espacialmente. Las mortalidades de las principales especies de delfines afectadas por la pesquería muestran reducciones en la última década (Figura 13) similares a las de las mortalidades de todos los delfines combinados (Figura 12). En la Tabla 6 se presentan también estimaciones de las abundancias de las varias poblaciones de delfines y las mortalidades relativas (mortalidad/abundancia). Las poblaciones con el nivel más alto de mortalidad relativa fueron los delfines tornillo oriental y común norteño (ambos 0,03%).

El número de lances sobre delfines por buques de más de 363 toneladas de capacidad de acarreo disminuyó un 27%, de 12.173 en 2005 a 8.923 en 2006, y los lances de ese tipo constituyeron el 36% del número total de lances por dichos buques en 2006, comparado con el 48% en 2005. La mortalidad promedio por lance fue de 0,10 delfines en 2006, comparada con 0,09 delfines en 2005. En la Figura 12 se ilustran las tendencias en el número de lances sobre delfines, mortalidad por lance, y mortalidad total en los últimos años.

Las capturas de aleta amarilla asociado con delfines disminuyeron un 46% en 2006 con respecto a 2005. El porcentaje de la captura total de aleta amarilla tomado en lances sobre delfines disminuyó del 61% de la captura total en 2005 al 59% en 2006, y la captura media de aleta amarilla por lance sobre delfines disminuyó de 14 a 11 toneladas. La mortalidad de delfines por tonelada de aleta amarilla capturada aumentó de 0,0070 en 2005 a 0,0089 en 2006.

### ***Causas de la mortalidad de delfines***

Las cifras anteriores incluyen datos de viajes de buques atuneros cubiertos por observadores de todos los componentes del Programa de Observadores a Bordo. Las comparaciones en el párrafo siguiente se basan exclusivamente en las bases de datos de la CIAT de 1986-2006.

La reducción en la mortalidad por lance es resultado de acciones por parte de los pescadores para controlar mejor los factores que causan la mortalidad incidental de delfines. Indicativos de este esfuerzo son el número de lances sin mortalidades, que en 1986 fue 38% y en 2006 94%, y el número de delfines que permanecen en la red después del retroceso, que ha disminuido de un promedio de 6,0 en 1986 a menos de 0,1 en 2006 (Tabla 9). Los factores bajo el control de los pescadores que afectan la mortalidad de delfines por lance incluyen la ocurrencia de averías, especialmente aquéllas que llevan a abultamientos y colapsos de la red, y la duración de la maniobra de retroceso (Tabla 9). El porcentaje de lances con averías mecánicas importantes ha disminuido de un promedio de un 11% a fines de los años 1980 a menos de 6% durante 1998-2006; durante el mismo período el porcentaje de lances con colapsos de la red ha disminuido de un 30% a menos de 5% en promedio, y aquéllos con abultamientos de la red de un 20% a menos de 5% en promedio. Aunque la probabilidad de mortalidad de delfines aumenta con la duración del retroceso, la duración media del mismo ha cambiado poco desde 1986. Además, la mortalidad de delfines por lance aumenta con el número de animales en la manada capturada, debido en parte a que se tarda más en completar el retroceso si se cerca una manada grande. Los pescadores podrían reducir las mortalidades por lance si cercasen cardúmenes de atunes asociados con menos delfines.

### ***Distribución del esfuerzo de pesca***

En la Figura 14 se compara la distribución de los lances sobre atunes asociados con delfines en 2005 y 2006 por buques con observador. Los patrones de los dos años son en gran medida similares.

### **MODELADO INTEGRADO PARA ESPECIES PROTEGIDAS**

El “análisis integrado” para la dinámica de poblaciones y el análisis de decisiones es generalmente aplicable, extremadamente flexible, usa datos eficazmente, y da respuestas que pueden ser aplicadas directamente a los objetivos de ordenación. En 2006 se aplicaron métodos de análisis integrado a la población del albatros de patas negras (*Phoebastria nigripes*) en la Isla Tern, en Hawai, en colaboración con el Centre National de la Recherche Scientifique en Montpellier (Francia). Esta especie es capturada incidentalmente en varias pesquerías, incluyendo la pesca palangrera pelágica. Es clasificada como en peligro bajo los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, con base en disminuciones proyectadas de la población, pero no es amparada por el *Endangered Species Act* de EE.UU. Se está integrando un conjunto de datos de marcado a largo plazo con datos de censos de la zona de anidación e información sobre el esfuerzo de pesca y las tasas de captura incidental. Este trabajo es financiado por una beca del Programa de Investigación del Pesquerías Pelágicas de la Universidad de Hawai.

### **OCEANOGRAFÍA Y METEOROLOGÍA**

Los vientos de superficie de oriente que soplan casi constantemente sobre el norte de América del Sur causan afloramiento de agua subsuperficial fría y rica en nutrientes a lo largo de la línea ecuatorial al este de 160°O, en las regiones costeras frente a América del Sur, y en zonas de altura frente a México y Centroamérica. Los eventos de El Niño son caracterizados por vientos superficiales de oriente más débiles que de costumbre, que llevan a temperaturas superficiales del mar (TSM) y niveles del mar elevados y una termoclina más profunda en gran parte del Pacífico oriental tropical (POT). Además, el Índice de Oscilación del Sur (IOS) es negativo durante estos eventos. (El IOS es la diferencia entre las anomalías en la presión atmosférica a nivel del mar en Tahití (Polinesia Francesa) y Darwin (Australia) y es una medida de la fuerza de los vientos superficiales de oriente, especialmente en el Pacífico tropical en el hemisferio sur.) Los eventos de La Niña, lo contrario de los eventos de El Niño, son caracterizados por vientos superficiales de oriente más fuertes que de costumbre, TSM y niveles del mar bajos, termoclina menos profunda, e IOS positivos. Recientemente se elaboraron dos índices adicionales, el ION\* (Progress Ocean., 53 (2-4): 115-139) y el IOS\*. El ION\* es la diferencia entre las anomalías en la presión atmosférica a nivel del mar en 35°N-130°O (*North Pacific High*) y Darwin (Australia), y el IOS\* la misma diferencia entre 30°S-95°O (*South Pacific High*) y Darwin. Normalmente, ambos valores son negativos durante eventos de El Niño y positivos durante eventos de La Niña.

Durante 2005 las TSM fueron casi normales, aunque hubo pequeñas áreas de agua fría, principalmente cerca de la costa, y pequeñas áreas de agua cálida, principalmente en alta mar, durante casi cada mes. Durante todos los tres meses del primer trimestre de 2006 hubo una estrecha franja de agua fría que se extendió a lo largo de la línea ecuatorial desde un extremo oriental de hasta 90°O (en marzo) hasta un extremo occidental de hasta 180° (en febrero). Además, hubo grandes áreas de agua cálida, principalmente al sur de 20°S, durante todos los tres meses (Figura 15a). La franja estrecha de agua fría que ocurrió a lo largo de la línea ecuatorial durante el primer trimestre no estuvo presente durante el segundo trimestre. El área grande de agua cálida que estuvo presente al sur de 20°S durante marzo persistió en abril, extendiéndose al este hasta 100°O, pero disminuyó considerablemente en mayo y desapareció en junio. Hubo pequeñas áreas de agua fría frente a Baja California y el norte de Centroamérica en abril y mayo, pero solamente aquélla frente a Baja California persistió en junio. Durante julio hubo una zona bastante extensa de agua fría frente a México. Durante agosto hubo una zona pequeña de agua cálida frente al norte de México y unas zonas pequeñas de agua cálida a lo largo de la línea ecuatorial. En septiembre hubo tres zonas más grandes de agua cálida a lo largo de la línea ecuatorial desde la costa de Sudamérica al oeste hasta 180° y una zona pequeña de agua cálida frente a Baja California. Las TSM fueron más de 1°C superiores a lo normal a lo largo de la línea ecuatorial desde cerca de la costa hasta aproximadamente 170°E durante todo el cuarto trimestre. Además,

hubo zonas de agua cálida frente al norte y centro de México y en otras zonas dispersas durante ese trimestre (Figura 15b). Los datos en la Tabla 10 son mixtos, pero en general son indicativos de una transición a un evento débil de El Niño. Lo más notable es que las anomalías de las TSM en las Áreas 1, 2, 3, y 4, fueron generalmente negativas durante los cuatro primeros meses del año, pero exclusivamente positivas durante el segundo semestre del año. Además, la termoclina en 0°-110°O fue anormalmente profunda durante los cuatro últimos meses del año. No hubo patrones evidentes en los datos del IOS, IOS\*, e ION\*. Según el *Climate Diagnostics Bulletin* del Servicio Meteorológico Nacional de EE.UU. de diciembre de 2006, “Es probable que continúen las condiciones de El Niño durante marzo-mayo de 2007.”

## PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS DELFINES

En la Introducción del presente informe se describe el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), que estableció el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (PICD). El personal de la CIAT sirve de Secretaría para este programa.

### PROGRAMA DE OBSERVADORES

El programa internacional de observadores de la CIAT y los programas nacionales de observadores de Colombia (Programa Nacional de Observadores de Colombia; PNOG), Ecuador (Programa Nacional de Observadores Pesqueros de Ecuador; PROBEQUADOR), la Unión Europea (Programa Nacional de Observadores de Tíndos, Océano Pacífico; PNOT), México (Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines; PNAAPD), Panamá (Programa Nacional de Observadores Panameños (PRONAOP), que inició su operación en marzo de 2006), Nicaragua (Programa Nacional de Observadores de Nicaragua (PRONAON), que inició su operación en noviembre de 2006 y es administrado por PRONAOP), y Venezuela (Programa Nacional de Observadores de Venezuela; PNOV) constituyen el Programa de Observadores a Bordo del APICD. Además, observadores del programa internacional del Forum Pesquerías Agency (FFA) están aprobados por las Partes para tomar datos para el Programa de Observadores a Bordo en buques que faenen en el Área del Acuerdo sin pescar sobre delfines si la Secretaría determina que no es práctico asignar un observador del PICD.

El APICD dicta una cobertura al 100% de los viajes de pesca de buques cerqueros de más de 363 toneladas de capacidad de acarreo en el Área del Acuerdo. En 2006 el programa ecuatoriano tuvo como objetivo cubrir un tercio de los viajes de su flota, y los programas de Colombia, México, la Unión Europea y Venezuela el 50% de los viajes de sus flotas nacionales respectivas, aunque el programa de la Unión Europea fue inactivo desde principios de 2005 hasta febrero de 2006. El programa de la CIAT cubrió el resto de los viajes de estas cinco flotas y todos los viajes de los buques de otras flotas, con las excepciones detalladas a continuación.

Observadores del Programa de Observadores a Bordo zarparon en 746 viajes de pesca en 2006 (Tabla 11), y con los 90 viajes iniciados en 2005 y terminados en 2006 que llevaron observador, en total el Programa cubrió 836 viajes en 2006. Un buque de pabellón panameño comenzó un viaje bajo pabellón de Venezuela, y ese viaje fue muestreado por el PNOV. El Programa abarcó buques bajo la jurisdicción de Colombia, Ecuador, El Salvador, España, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Vanuatu, y Venezuela.

En 2006 se muestreó el 100% de los viajes de buques abarcados por el PICD, y el programa de la CIAT muestreó el 63% de éstos.

En 2006 tuvieron lugar los siguientes cursos de capacitación de observadores:

Fechas	Programa	Lugar	Asistentes
25 de enero-8 de febrero	Unión Europea	Tenerife (España)	18
20 de marzo-7 de abril	Panamá	Panamá (R.P.)	4
27 de marzo-12 de abril	CIAT	Manta (Ecuador)	24
25 de abril-10 de mayo	Panamá	Panamá (R.P.)	12
6-22 de junio	Panamá	Panamá (R.P.)	4
6-24 de noviembre	Venezuela	Cumaná (Venezuela)	10
27 de noviembre-15 de diciembre	Panamá	Managua (Nicaragua)	6

El curso de capacitación de la CIAT incluyó seis candidatos de observador del programa nacional ecuatoriano.

## **INFORMES DE MORTALIDAD DE DELFINES POR OBSERVADORES EN EL MAR**

El APICD requiere que las Partes establezcan un sistema, basado en informes de los observadores en tiempo real, para asegurar la aplicación y cumplimiento efectivos de los límites anuales de mortalidad por población de delfines. Los observadores preparan informes semanales de la mortalidad de delfines por población, y éstos son transmitidos a la Secretaría por correo electrónico, fax, o radio. En junio de 2003 la 9ª Reunión de las Partes adoptó la Resolución sobre Informes desde el Mar ([Resolución A-03-02](#)), la cual asigna a la tripulación del buque la responsabilidad de transmitir dichos informes. Durante 2006, el porcentaje medio de informes recibidos fue 85% (Tabla 12).

Desde el 1 de enero de 2001 la Secretaría informa a las Partes semanalmente de la mortalidad acumulativa para las siete poblaciones de delfines más frecuentemente asociadas con la pesca.

## **PANEL INTERNACIONAL DE REVISIÓN**

El Panel Internacional de Revisión (PIR) sigue un procedimiento general para reportar a los gobiernos correspondientes sobre el cumplimiento por parte de las embarcaciones de las leyes y reglamentos establecidos para minimizar la mortalidad de delfines durante las faenas de pesca. Durante cada viaje de pesca, el observador prepara un resumen de la información pertinente a la mortalidad de delfines, y la Secretaría envía este informe al gobierno con jurisdicción sobre el buque. Ciertas posibles infracciones son reportadas automáticamente al gobierno con jurisdicción sobre el buque en cuestión; el Panel analiza los datos del observador de otros casos en sus reuniones, y todo caso identificado como posible infracción es asimismo reportado al gobierno pertinente. A su vez, los gobiernos informan al Panel acerca de las acciones que se hayan tomado con respecto a estas posibles infracciones.

Durante 2006, el PIR fue integrado por 20 miembros: los 14 gobiernos participantes que han aceptado el Acuerdo, más seis representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG), tres de organizaciones ambientalistas y tres de la industria atunera.

El Panel celebró dos reuniones durante 2006, detalladas en la sección de REUNIONES del presente informe.

## **SISTEMA DE SEGUIMIENTO Y VERIFICACIÓN DE ATÚN**

El [Sistema de Seguimiento y Verificación](#) de Atún, establecido de conformidad con el Artículo V.1.f del APICD, permite identificar atún *dolphin safe*, definido como atún capturado en lances sin mortalidad ni heridas graves de delfines, y darle seguimiento desde el momento de su captura y por todo el proceso de descarga, procesamiento, y venta. El Registro de Seguimiento de Atún (RSA), completado en el mar por los observadores, identifica el atún capturado como *dolphin safe* (Formulario 'A') o no *dolphin safe* (Formulario 'B'); con este documento, la calidad *dolphin safe* de todo atún capturado por buques abarcados por el APICD puede ser determinada. Dentro de este marco, administrado por la Secretaría, cada Parte establece su propio sistema de seguimiento y verificación de atún, instrumentado y operado por una autoridad nacional, el que incluye auditorías periódicas y revisiones para productos atuneros capturados, descargados y procesados, mecanismos para comunicación y cooperación entre autoridades nacionales, y acceso oportuno a datos pertinentes. Se requiere que cada Parte remita a la Secretaría un informe detallando su programa de seguimiento y verificación.

Se emitieron RSA a todos los viajes de buques con observador del PICD a bordo iniciados en 2006.

## **LÍMITES DE MORTALIDAD DE DELFINES**

El límite de mortalidad de delfines (LMD) general establecido para la flota internacional en 2006 fue de 5.000 animales, y la porción no reservada de 4.900 fue asignada a 103 buques que solicitaron LMD y estaban calificados para recibirlo. El LMD promedio (LMDP) por buque, basado en 103 solicitudes de LMD, fue 48. Tres buques renunciaron su LMD antes de utilizarlo. A seis de los diez buques que no utilizaron su LMD antes del 1º de abril se les permitió conservarlo durante el resto del año bajo la exención de fuerza mayor permitida por el APICD. Fueron solicitadas exenciones para tres de los cuatro buques que perdieron su LMD. Estas solicitudes extemporáneas

fueron consideradas en la 15ª Reunión de la las Partes en junio de 2006, y se permitió la redistribución de LMD nacionales; un LMD de 17 fue asignado a cada uno de los tres buques. En total, 97 buques utilizaron su LMD de año completo. Además, dos buques fueron asignados LMD de 20 de la Reserva para la Asignación de LMD (RAL); solamente uno de éstos fue utilizado. No fue asignado ningún LMD de segundo semestre. En total, 97 buques utilizaron su LMD de año completo. Además, dos buques fueron asignados LMD de la Reserva para la Asignación de LMD, de 20 cada uno; solamente uno de éstos fue utilizado. No fue asignado ningún LMD de segundo semestre.

Al fin del primer trimestre de 2006, la Secretaría envió un aviso a una Partes, informándole que tres de sus buques corrían el riesgo de rebasar sus LMD antes del fin del año si siguieran causando mortalidad de delfines al paso actual. Ningún buque rebasó su LMD en 2006. En la Figura 16 se ilustra la distribución de la mortalidad causada en 2006 por buques con LMD.

## ENTRENAMIENTO Y CERTIFICACIÓN DE CAPITANES DE PESCA

La CIAT realiza desde 1980 seminarios para los pescadores sobre la reducción de mortalidad de delfines. En el Artículo V del APICD se contempla el establecimiento, en el marco de la CIAT, de un sistema de entrenamiento técnico y certificación para los capitanes de pesca. Bajo este sistema, el personal de la CIAT es responsable de preparar y mantener una lista de todos los capitanes calificados para pescar sobre delfines en el OPO. Los nombres de los capitanes que satisfacen los requisitos son provistos al Panel para aprobación y circulación a las Partes del APICD.

Los requisitos para capitanes nuevos son (1) asistencia a un seminario de entrenamiento organizado por el personal de la CIAT, o por el programa nacional competente en coordinación con el personal de la CIAT, y (2) contar con experiencia práctica pertinente para realizar lances sobre atunes asociados con delfines, más una carta de recomendación de un capitán actualmente en la Lista, de un armador o gerente de un buque con LMD, o de un gremio industrial pertinente. Estos seminarios están ideados no solamente para los capitanes de pesca, directamente encargados de las faenas de pesca, sino también para otros tripulantes y para el personal administrativo responsable del equipo y mantenimiento de los buques. Se presentan certificados de asistencia a todos los que participan en los seminarios.

Durante 2006 tuvieron lugar los diez seminarios siguientes, a los que asistieron 156 pescadores.

Fecha	Programa	Lugar	Asistentes
22 de abril	Venezuela	Panamá	5
25 de mayo	Venezuela	Cumaná (Venezuela)	3
30 de junio	CIAT	La Jolla (EE.UU.)	1
8 de septiembre	CIAT	La Unión (El Salvador)	18
27 de septiembre	Venezuela	Cumaná (Venezuela)	4
9 de diciembre	Venezuela	Panamá	16
12 de diciembre	México	Mazatlán (México)	44
15 de diciembre	México	Ensenada (México)	24
18 de diciembre	México	Ensenada (México)	29
22 de diciembre	México	Ensenada (México)	12

## CONSTANCIAS DE PARTICIPACIÓN

Las *Constancias de Participación* son proporcionadas a petición por el personal de la CIAT a buques que llevan observadores del Programa de Observadores a Bordo. Hay dos tipos: el primero, emitido a buques de Partes del APICD solamente, certifica que el buque viene participando en el PICD, y que todos sus viajes fueron acompañados por observadores; el segundo, emitido a buques de no Partes, certifica solamente que todos sus viajes fueron acompañados por observadores. Durante 2006 se emitieron constancias del primer tipo para 122 viajes de pesca realizados por buques de Ecuador, El Salvador, Estados Unidos, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Vanuatu, y Venezuela; no se emitió ninguno del segundo tipo.

### **CERTIFICADOS *DOLPHIN SAFE***

En la quinta reunión de las Partes del APICD en junio de 2001 se adoptó una Resolución para Establecer Procedimientos para la Certificación de Atún *Dolphin Safe*. Estos certificados son producidos por la Secretaría y proporcionados a las Partes del APICD, que a su vez los emiten para cargamentos de atún capturado sin mortalidad ni daños graves a delfines. En 2006 fueron emitidos cinco de estos certificados.

### **ENMIENDAS Y RESOLUCIONES QUE AFECTAN EL FUNCIONAMIENTO DEL PICD**

Durante 2006, las Partes del APICD adoptaron la Resolución A-06-01 sobre las cuotas de buques y el financiamiento, que establece la base para las cuotas pagadas por los buques de cerco que pescan en el OPO. Estas cuotas son la fuente principal de financiamiento para la operación del APICD.

Asimismo con respecto al financiamiento, las Partes acordaron que todas las cuotas de buques inactivos y los recargos por pagos atrasados serían retenidos por la Secretaría. (Previamente, una porción de los pagos recibidos fue pagada al programa nacional correspondiente.) Además, se decidió que los buques que ingresaran a la pesquería en el transcurso del año y que no hubieran pescado en el Área del Acuerdo durante el año previo no tendrían que pagar el recargo de 10% de la cuota por pagos atrasados, independientemente de la fecha de su ingreso a la pesquería. Durante 2006 las Partes acordaron también enmendar el Anexo IV.I.8 del APICD para ampliar la definición de los usos de los LMD de la Reserva para la Asignación de LMD (RAL) para reflejar la justificación principal del uso de la RAL en la práctica, concretamente, la asignación de LMD a buque de ingresen legítimamente a la pesquería durante el año, pero demasiado tarde para ser asignados LMD de acuerdo a los procedimientos regulares.

### **PROGRAMA DE ARTES DE PESCA**

Durante 2006 el personal de la CIAT realizó alineaciones del paño de protección de delfines y revisiones del equipo de protección de delfines en siete buques, seis de México y uno de Panamá. Para verificar la alineación del paño de protección se realiza un lance de prueba, durante el cual un técnico de la CIAT observa el funcionamiento de la red durante el retroceso desde una balsa inflable. El técnico transmite sus observaciones, comentarios, y sugerencias al capitán del buque por radio, y se procura resolver cualquier problema que surja. Posteriormente, se prepara un informe para el armador o administrador del buque, en el cual se resumen los comentarios del técnico de la CIAT y, en caso necesario, las recomendaciones para mejorar el equipo de protección de delfines del buque y/o la forma de usarlo.

### **TOMA DE DATOS EN EL MAR Y DE DATOS SUPLEMENTARIOS DE CAPTURA RETENIDA DE BUQUES CERQUEROS PEQUEÑOS**

La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de EE.UU. otorgó a la CIAT un contrato para asignar observadores, sobre una base voluntaria, a un número suficiente de viajes de buques cerqueros de Clase 5 (de entre 273 y 363 toneladas de capacidad de acarreo) basados en puertos en el litoral Pacífico de América Latina para obtener datos sobre la captura, captura incidental, interacción con especies protegidas, y artes de 1.000 días en el mar por año y muestrear el 100% de las descargas en puerto de los buques cerqueros de Clases 4 o 5 (182-363 toneladas de capacidad de acarreo). Si eso no es posible, se pueden asignar observadores a un número de viajes de buques de Clases 3 y/o 4 (92-272 toneladas de capacidad de acarreo) suficiente para que el total de días en el mar observados ascienda a 1.000.

No fue asignado ningún observador a un buque durante 2006. El número de viajes completados, y el número de muestras tomadas son los siguientes:

Viajes completados	Muestras tomadas	Peces muestreados		
		Aleta amarilla	Barrilete	Patudo
189	174	59.859	8.065	1.108

## PROGRAMA DE TORTUGAS MARINAS

Cinco especies de tortugas marinas, la golfinia (*Lepidochelys olivacea*), negra (*Chelonia mydas*), caguama (*Caretta caretta*), carey (*Eretmochelys imbricata*), y laúd (*Dermochelys coriacea*) ocurren en el Océano Pacífico oriental (OPO). Son capturadas incidentalmente en los palangres, en las redes de transmalle, y en otros tipos de arte de pesca, y algunos individuos se enredan en los palangres; sus huevos son a veces consumidos por seres humanos y por animales salvajes y domésticos, y sus habitats de anidación se ven amenazados por el desarrollo de las costas y por otros factores. Las poblaciones de tortugas marinas parecen ser especialmente vulnerables a los cambios climáticos, particularmente el aumento de la temperatura del océano y el ascenso del nivel del mar. Las poblaciones de tortugas caguama, carey, y laúd han estado en niveles bajos en los últimos años. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO) y otras organizaciones han promovido el desarrollo de programas para reducir la mortalidad de tortugas marinas ocasionada por la pesca. La Asociación de Exportadores de Pesca Blanca del Ecuador, junto con la Subsecretaría de Recursos Pesqueros y organizaciones de trabajadores en la pesca de ese país, decidieron buscar una solución que reduciría la mortalidad de las tortugas marinas pero que permitiría la continuación de las actividades de pesca críticas para miles de familias. Algunos de los países miembro de la CIAT sugirieron que la Comisión ayudara a desarrollar un programa de este tipo, y como resultado la CIAT adoptó, en su 72ª reunión en junio de 2004, la [Resolución C-04-07](#) sobre un programa de tres años para mitigar el impacto de la pesca atunera sobre las tortugas marinas. Inició entonces un programa, apoyado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), el Western Pacific Pesquerías Management Council de EE.UU., la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) de EE.UU., el Departamento de Estado de EE.UU., la Fundación para Cooperación en Pesquerías de Ultramar (OFCF) de Japón, The Ocean Conservancy (TOC), Defenders of Wildlife (México), y varias organizaciones nacionales conservacionistas, industriales y pesqueras de los países costeros del EPO, para buscar formas de reducir dicha mortalidad mediante la reducción de (1) las capturas de tortugas marinas y (2) las mortalidades de las tortugas marinas que son capturadas.

Se inició el programa en Ecuador en 2003, y desde entonces se ha extendido a otros países costeros del OPO. Al fin de 2006, el programa (1) fue activo en Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Panamá, y Perú; (2) estaba en desarrollo en México y Nicaragua, con seminarios celebrados en muchos puertos.

### REDUCCIÓN DE LAS CAPTURAS DE TORTUGAS MARINAS POR ARTES PALANGRERAS

La mayoría de los buques pequeños usan “anzuelos J,” categoría que incluye los anzuelos con caña recta y los anzuelos atuneros estilo japonés con caña doblada. Recientemente se descubrió en otras áreas que el uso de “anzuelos circulares” suele reducir las capturas de tortugas marinas sin afectar las capturas de las especies objetivo. Es posible que estos resultados no sean aplicables a los países costeros del OPO, por lo que se inició un programa experimental de canje de anzuelos en 2004. Algunos de los anzuelos J son sustituidos con anzuelos circulares en el aparejo de pesca de algunos de los buques, de acuerdo a un diseño estadísticamente válido, y se asignan observadores a esos buques para registrar los resultados.

Hay dos pesquerías palangreras principales realizadas por buques pequeños en el OPO, una dirigida a los atunes, peces picudos, y tiburones (en lo sucesivo la pesquería TBS), que opera durante la mayor parte del año, y la otra dirigida al dorado, *Coryphaena hippurus* (en lo sucesivo la pesquería de dorado), que opera entre noviembre y marzo frente a Sudamérica y durante una mayor porción del año frente a Centroamérica. La mayoría de los buques en Ecuador y Perú llevan dos artes, uno con anzuelos más grandes para la pesquería TBS y el otro con anzuelos más pequeños para la pesquería de dorado. En Centroamérica, en cambio, muchos buques usan un solo arte, independientemente de la especie a la cual dirigen su esfuerzo.

En Ecuador, en la pesquería TBS, los anzuelos J grandes fueron reemplazados inicialmente con anzuelos circulares C16/0 y C18/0, pero los C18/0 resultaron ser demasiado grandes, por lo que los anzuelos J grandes fueron reemplazados principalmente con anzuelos C16/0. En Centroamérica, algunos buques ya estaban usando anzuelos C14/0 y C15/0 anzuelos, y algunos pescadores expresaron interés en probar los anzuelos C16/0, y algunos de los anzuelos C14/0 y C15/0 fueron reemplazados con anzuelos circulares más grandes. Además, algunos pescadores de

Guatemala y Panamá que pescan tiburones y otras especies que viven en el fondo con palangre (en lo sucesivo la pesquería de palangre de fondo) expresaron interés en probar los nuevos anzuelos, por lo que fueron incorporados en el programa.

En la Tabla 13 se presenta información sobre el esfuerzo de muestreo. Los datos de los observadores son sometidos a controles de calidad antes de ser usados, ya que tanto los observadores como los gerentes del programa carecen de experiencia con la toma de datos y el proceso de elaborar una base de datos. Desde el inicio del programa más de 1.000 viajes han sido acompañados por observadores, y más de 300 buques han participado en canjes de anzuelos.

En la Figura 17 se resume información sobre las tasas de captura de tortugas marinas en las pesquerías de palangre TBS, de dorado, y de palangre de fondo. Cada pareja de barras representa una combinación de puerto y año (o temporada). Se presentan en grupos las distintas comparaciones entre los anzuelos J y los anzuelos circulares de tamaño C13 a C18. Se omiten en la figura los nombres de los puertos. Hay muchas variables, incluyendo temporada, área, puerto base del buque, configuración del arte, y tipo de carnada usado, por lo que serán necesarios análisis sofisticados de los datos para poder llegar a evaluaciones estadísticas precisas del significado de los resultados. El diseño experimental usado, en el cual se alternan tipos de anzuelo en el palangre, trata muchos de los problemas, pero hay otros que necesitan investigación estadística para seleccionar el tratamiento más adecuado. Es bien aparente la consistencia de los resultados, pero se han aplazado pruebas rigurosas hasta que se hayan explorado varias preguntas importantes. Estas incluyen:

Diseño del muestreo y toma de datos:

1. ¿Cuál es la distribución óptima de los anzuelos de control y experimentales en el palangre si el objetivo es comparar el funcionamiento de los anzuelos? Las alternativas incluyen: alternar los tipos de anzuelo individuales a lo largo de la línea madre; usar el mismo tipo de anzuelo dentro de cada bloque (o sea, entre boyas), pero alternando el tipo de anzuelo entre bloques; algún otro diseño. ¿Qué es una desviación aceptable de una alternación perfecta?
2. ¿Se debería limitar la longitud total de la línea madre (número total de anzuelos en el experimento)? ¿Cómo se determinarían rangos adecuados de longitud del palangre (número total de anzuelos)?
3. En vista de la escasez de enganches por palangre ¿cuál es la mejor unidad de medición para estimar el Tamaño de muestra necesario (por ejemplo, número total de la especie de interés enganchado, independientemente del tipo de anzuelo; número total de palangres con al menos un individuo de la especie de interés enganchado, número total de palangres, número total de anzuelos)?

Métodos estadísticos para comparar el funcionamiento de los anzuelos:

1. ¿Existe un conjunto de modelos conceptualmente anidados que pueden ser usados para comparar el funcionamiento de los anzuelos con respecto tanto a las tortugas como a los especies de pescado de valor comercial (por ejemplo, modelos binomiales y betabinomiales de efectos mixtos; jerarquías de modelos de efectos mixtos con ceros inflados)?
2. ¿Cuáles tipos de experimentos y análisis pueden ser realizados para investigar las interacciones de los anzuelos (es decir, el supuesto que los anzuelos en un solo palangre funcionan de forma aproximadamente independiente)?
3. ¿Cuál es la mejor forma de acomodar la estructura anidada de los datos (lances dentro de viajes dentro de buques) en el análisis cuando algunos viajes o buques son representados por un solo lance palangrero?
4. ¿Cuál sería la mejor forma de acomodar en el análisis factores que potencialmente se confunden (por ejemplo, tipos de carnada mixtos en un palangre, distintos tipos de carnada entre palangres)?

En 2007 se celebrará una reunión de expertos en los tipos de estadística pertinentes a estos problemas.

### **TASAS DE CAPTURA DE LAS ESPECIES OBJETIVO**

Las tasas de captura de las especies objetivo en las pesquerías TBS fueron aproximadamente iguales para los anzuelos J grandes y los anzuelos C16/0. En las pesquerías de dorado del Ecuador y Perú, en cambio, las tasas de captura fueron menores para los anzuelos circulares que para los anzuelos J, lo cual está dificultando el intercambio



de anzuelos. Las diferencias surgen cuando las capturas incluyen individuos pequeños. En el caso del dorado, se ignora el “tamaño crítico” (el tamaño al cual el incremento de la biomasa por crecimiento es igual a la disminución de la biomasa por mortalidad natural), pero en vista de la tasa de crecimiento rápida de la especie, parece probable que los peces pequeños capturados no han alcanzado este tamaño, en cual caso las capturas podrían ser incrementadas si se permitiera a los peces crecer hasta tamaños mayores antes de capturarlos.

### **REDUCCIÓN DE LAS MORTALIDADES DE TORTUGAS CAPTURADAS CON PALANGRE**

Los observadores registran dónde el anzuelo se engancha en la tortuga. Anzuelos enganchados en distintas partes de la tortuga tienen distintas probabilidades de causar mortalidad. Hay tres formas de reducir la mortalidad ocasionada por los enganches:

1. Reducir el número de enganches. Al fin de 2006, una mayoría significativa de los casos indican tasas de enganche más bajas para los anzuelos circulares que para los anzuelos J, pero quedan pendientes pruebas estadísticas definitivas.
2. Cambiar el punto de enganche a partes del cuerpo de las tortugas con la menor probabilidad de causar mortalidad. Los anzuelos circulares suelen engancharse en las tortugas en partes donde es más fácil quitarlos, y la supervivencia es presuntamente mayor.
3. Incrementar la supervivencia de las tortugas enganchadas mediante el perfeccionamiento de los procedimientos seguidos y las decisiones tomadas para sacar los anzuelos (o dejarlos en las tortugas). Se tiene planeado un experimento para 2007 para obtener las opiniones de un veterinario con experiencia con tortugas enganchadas. Con base en estas experiencias, se mejorará la capacitación de los observadores y pescadores con respecto a cómo tratar las tortugas enganchadas o enmalladas.

### **TRATAMIENTO DE LAS TORTUGAS MARINAS ENGANCHADAS**

Los “desenganchadores” facilitan la extracción de los anzuelos de las tortugas, y el personal de la CIAT, junto con las otras organizaciones que participan en este programa regional (WWF, OFCF, NOAA, TOC, Defenders of Wildlife-México, *etc.*), viene distribuyéndolos a los pescadores. En un experimento reciente patrocinado por la OFCF, con apoyo de TOC, el Centro para el Rescate de Animales Marinos (CRAM) de Barcelona (España), y la CIAT, un veterinario del CRAM fue invitado a examinar los procedimientos, y los impactos sobre las tortugas de los anzuelos y del proceso de extraerlos. Se usarán estos conocimientos para elaborar materiales didácticos que serán puestos a disposición de pescadores con palangre en todo el mundo.

### **ESTABLECIMIENTO DE UNA BASE DE DATOS Y CONTROL DE LA CALIDAD DE LOS DATOS**

La base de datos de los observadores es revisada continuamente para reflejar las mejoras de los conocimientos y entendimiento de las condiciones prevalecientes en la pesquería y de los factores pertinentes al análisis de las causas de los enganches, así como de los entallamientos en las artes de pesca. La base de datos ha sido estandarizada por toda la región, lo cual minimizará problemas en el análisis de los datos. La pesquería es muy heterogénea, con buques que cambian de arte hasta dentro de un solo viaje, y es necesario entender cuáles son las diferencias que afectan las tasas de enganche de las tortugas o de las especies objetivo. La variedad de tipos y tamaños de anzuelo es asimismo muy grande, lo cual complica los análisis.

Se han preparado resúmenes de los datos, y los resultados han sido comentados con los participantes en cada país. Es especialmente importante entender las similitudes y diferencias entre las pesquerías con respecto a las artes de pesca, modalidad de operación, etcétera.

### **SUCESOS FUTUROS**

- El personal de la CIAT continuará el enfoque de abajo hacia arriba al cambio, alentando a los pescadores a pescar de forma sostenible e incrementar la selectividad de sus faenas de pesca, que está resultando ser exitoso. El modelo señala evidencia real, basada en los viajes de pesca de los pescadores, de los beneficios de

la sustitución de artes y de las mejores prácticas para las tortugas, así como (con algunas excepciones) la ausencia de impactos negativos sobre las capturas de las especies objetivo. A partir de esta evaluación, se proyecta el futuro del programa siguiendo las mismas pautas metodológicas y “filosóficas”, construyendo sobre la confianza desarrollada en los primeros años, sobre la base voluntaria que ha prevalecido, y sobre las premisas básicas que dan a los pescadores y a los conservacionistas una meta común.

- El personal de la CIAT continuará perfeccionando el proceso de toma de datos, desde la capacitación de los observadores hasta las definiciones de las variables. En futuras exploraciones y análisis de los datos, y diseño experimental, se prestará atención especial a temas tales como el tipo de anzuelo (variaciones *dentro* de los tipos de anzuelos circulares y *dentro* de los tipos de anzuelos J) y a mejoras en el tratamiento de ciertas variables, por ejemplo el tipo y tamaño de carnada, que evidentemente son importantes, pero difíciles de controlar y seguir.
- Para ayudar este proceso, el personal de la OFCF, en asociación con expertos en artes de pesca, ha emprendido el desarrollo de un catálogo de anzuelos para la región que permitirá una mejor identificación y comparación de las artes usadas. El programa apoyará esta actividad mediante la contribución a la colección de los anzuelos disponibles y en uso en la región.
- Se refinarán los métodos estadísticos usados para detectar diferencias significativas en los resultados y realizar ciertas pruebas integrativas. La reunión estadística antes mencionada se enfocará en los temas clave, e identificará algunas necesidades de investigación para el futuro. Estas precisarán estudios estadísticos basados en simulaciones, así como experimentos en el mar, para probar el efecto de distintas configuraciones de las artes sobre las tasas de enganche, y para abordar otros temas.
- Se continuará el estudio de los entallamientos de las tortugas marinas, y las opciones para mitigarlos, especialmente la sustitución del material de la línea madre cerca de las boyas. Experimentos realizados por la OFCF en 2006 señalaron que se lograron reducciones significativas en el número de entallamientos cuando se sustituyeron las líneas de monofilamento de nylon con líneas de polipropileno alrededor de las boyas, las zonas principales de atracción para las tortugas marinas, y por consiguiente una fuente principal de enmallamientos.
- Se elaborará un conjunto mejorado de recomendaciones para el tratamiento de las tortugas a bordo, basado en nuestras observaciones y en los conocimientos de veterinarios con experiencia.
- En Ecuador, se ha iniciado el canje total de anzuelos en los palangres. Este proceso debería ser ampliado en todos los países, ya que los datos indican que este canje reduce la mortalidad de las tortugas marinas, y que en la mayoría de los casos no reduce las capturas de las especies objetivo.

## PUBLICACIONES

La publicación pronta y completa de los resultados de la investigación es uno de los elementos más importantes del programa científico de la CIAT. De esta forma los gobiernos miembros, la comunidad científica, y el público en general se mantienen informados de los resultados de las investigaciones realizadas por los científicos de la CIAT. La publicación de datos básicos, métodos de análisis, y las conclusiones resultantes permiten que otros investigadores evalúen y critiquen los estudios, lo que sirve para verificar la validez de los resultados obtenidos por el personal de la CIAT y despertar el interés de otros investigadores en su labor. Al fin de 2006, el personal de la CIAT había publicado 152 boletines, 54 Informes Anuales, 15 Informes Especiales, 11 Informes de Datos, 6 Informes de Evaluación de Stocks, 4 Informes de la Situación de la Pesquería, 9 libros, y 606 capítulos, trabajos, y artículos en libros y revistas externas. En el Anexo 3 del presente informe se detallan las contribuciones del equipo de investigadores publicadas durante 2006.

## SITIO DE INTERNET

La CIAT mantiene un sitio de internet ([www.iattc.org](http://www.iattc.org)), en español e inglés, a través del cual el público tiene acceso a información actual sobre las actividades de la Comisión. El sitio incluye, entre otros, documentos relacionados con la CIAT y el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD), una lista de los países miembros y los Comisionados de la CIAT, una lista del personal de la CIAT, detalles

de reuniones recientes y futuras de la CIAT y el APICD y sus grupos de trabajo respectivos, los documentos, agendas, y actas o informes de reuniones recientes de las mismas, las agendas provisionales de reuniones futuras, resoluciones recientes de la CIAT y el APICD, estadísticas de las pesquerías atuneras en el Océano Pacífico oriental, información actualizada sobre medidas para la conservación del recurso atunero, Boletines, Informes Anuales y Trimestrales, Informes Especiales, Informes de Evaluación de Stocks e Informes de la Situación de la Pesquería recientes de la CIAT, e información sobre las publicaciones de la CIAT.

### COLABORACIÓN CON ENTIDADES AFINES

Durante 2006, el personal científico de la CIAT continuó desarrollando vínculos estrechos con organizaciones e instituciones de investigación internacionales, gubernamentales, universitarias, y privadas. Esta reciprocidad permite a los investigadores mantenerse al corriente de los avances más actuales en la investigación pesquera y oceanográfica a nivel mundial. A continuación se describen algunos aspectos de estas relaciones.

Las oficinas principales de la CIAT se encuentran situadas en el Centro Sudoeste de Ciencia Pesquera (SWFSC) de la Administración Oceánica y Atmosférica Nacional de EE.UU. (NOAA), en el campus del Scripps Institution of Oceanography (SIO) de la Universidad de California en San Diego (UCSD), uno de los principales centros mundiales de ciencias marinas y sede de varias agencias gubernamentales federales y estatales de pesca, oceanografía, y ciencias afines. Esta situación fomenta un contacto frecuente entre los investigadores de la CIAT y los científicos de estas entidades. La CIAT comparte una biblioteca con el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) en el SWFSC.

El Dr. Richard B. Deriso fue miembro de la cátedra en la Universidad de California en San Diego (UCSD) y la Universidad de Washington en Seattle, Washington (EE.UU.), el Dr. Martín A. Hall miembro adjunto de la cátedra en la Universidad de Columbia Británica en Vancouver (Canadá), y el Dr. Michael G. Hinton miembro de la cátedra en la Universidad de San Diego. Los Dres. Hinton, Cleridy Lennert-Cody, y Robert J. Olson sirvieron en comités supervisores de las investigaciones de estudiantes de postgrado en varias universidades durante 2006. La Dra. Lennert-Cody dictó un curso, Estadística Descriptiva para la Ecología, con el Dr. James Leichter, de SIO, en esa institución. Además, el Sr. Vernon P. Scholey dictó un curso sobre la cría de peces marinos, con el Dr. Luis A. Pérez Carrasco, Director de la División de acuicultura de una consultoría basado en A Coruña (España), en las instalaciones de maricultura de la sucursal de Universidad de Magdalena en Taganga (Colombia). El Dr. Robert J. Olson proveyó datos y asesoría científica al Sr. José Cristóbal Román, estudiante de posgrado en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) en La Paz (México), quien trabajaba en las relaciones tróficas del atún aleta amarilla y los delfines, usando datos de dieta e isótopos estables. Trabajó también con tres otros estudiantes de posgrado en CICIMAR que realizan trabajo relacionado con los estudios de ecosistema descritos más adelante en esta sección. Además, la Universidad de Miami y la CIAT celebraron una reunión sobre *Fisiología y acuicultura de pelágicos, con énfasis en la reproducción y las etapas de desarrollo temprano del atún aleta amarilla*, en 2005. En la sección titulada **ESTUDIOS DEL CICLO VITAL TEMPRANO** se presentan detalles de esta reunión. El Sr. Scholey participó en la reunión del Comité de Dirección de Investigación para la nueva Universidad Marítima Internacional de Panamá (UMIP) en 2006. UMIP brindará licenciaturas y doctorados en Recursos Marinos y Costeros, con especialización en pesca o biología. El comité expresó interés en usar y financiar el Laboratorio de Achotines para trabajos de campo y de tesis. El Dr. Mark N. Maunder organizó y dirigió dos reuniones técnicas en 2006, una sobre *Stock Synthesis II*, un programa integrado de evaluación de poblaciones, y la otra sobre estrategias de ordenación de pesca. Participaron científicos de Norteamérica, Europa, Asia, y las islas del Pacífico.

Durante muchos años se han mantenido relaciones cordiales y productivas con la Comisión para la Conservación del Atún Aleta Azul del Sur (CCSBT), la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA), la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Comisión del Atún del Océano Índico (CTOI), el Forum Pesquerías Agency (FFA), la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA), la Secretaría de la Comunidad de Pacífico (SPC), la Comisión de Pesca del Pacífico Occidental y Central (WCPFC), y otros organismos internacionales. El Dr. Robin Allen participó en la tercera reunión de la WCPFC, celebrada en diciembre de 2006 en Apia (Samoa). Entre otros temas, la WCPFC consideró un proyecto de memorándum de entendimiento con la CIAT. El Dr. Michael G.

Hinton y el Sr. Simon D. Hoyle participaron en varias reuniones de grupos de trabajo del Comité Científico Internacional (ISC) para Atunes y Especies Afines en el Océano Pacífico Norte. El Dr. Hinton fue miembro de los grupos de trabajo sobre el pez espada, los marlines, y estadística, y el Sr. Hoyle fue miembro del Grupo de Trabajo sobre Albacora del ISC. El Dr. Mark N. Maunder y el Sr. Hoyle trabajaron con científicos de la SPC y el National Research Institute of Far Seas Pesquerías (NRIFSF) de Japón en la evaluación de la condición de la población de atún patudo en el Océano Pacífico. Además, colaboraron con el Dr. John Hampton de la SPC en la inclusión de incertidumbre de parámetro en las proyecciones a futuro de modelos estadísticos de dinámica poblacional de computación intensiva. El Dr. Allen participó en la primera Consulta Internacional sobre el Establecimiento de la Organización Regional de Ordenación Pesquera del Pacífico Sur en Wellington (Nueva Zelanda) en febrero de 2006. El Dr. Allen participó también en la Conferencia de Revisión del Acuerdo de las Naciones Unidas sobre Poblaciones de Peces, incluyendo una conferencia preparatoria en marzo de 2006 y la conferencia de revisión en mayo de 2006, ambas en la ciudad de Nueva York.

La CIAT participó en varios proyectos con la FAO. El Dr. Robin Allen presidió una Reunión Metodológica sobre la Ordenación de la Capacidad de Pesca Atunera: Condición de las Poblaciones, Análisis de Envolvimiento de Datos, Encuestas de la Industria y Opciones de Ordenación, y varios otros empleados de la CIAT participaron en la reunión. La Reunión fue una de las actividades del proyecto de la FAO sobre la Ordenación de la Capacidad de Pesca: Conservación y Socioeconomía. El Dr. Allen presidió también la sexta reunión de la Organización de Ordenación Regional de Pesquerías Atuneras, celebrada en la ciudad de Nueva York en mayo de 2006.

Asimismo durante 2006, el personal de la CIAT continuó su estrecha colaboración con las agencias pesqueras de países miembros de la CIAT y con organismos similares de diversos países no miembros. Contó con oficinas en Las Playas y Manta (Ecuador), Manzanillo y Mazatlán (México), Panamá (R.P.), Mayagüez, Puerto Rico (EE.UU.) y Cumaná (Venezuela).

Durante 2006, el Dr. Richard B. Deriso fue miembro de un comité de las Academias Nacionales de EE.UU., *Ecosystem Effects of Fishing: Phase II—Assessments of the Extent of Change and the Implications for Policy*. El comité fue asignado la tarea de analizar y evaluar la literatura actual sobre los impactos de la pesca moderna sobre la composición y productividad de los ecosistemas marinos, y producir un informe sobre la relevancia de estas conclusiones para la gestión de la pesca en EE.UU., que identifique áreas de investigación y análisis atuneras futuras, y caracterice las implicaciones para el mantenimiento de los recursos marinos vivos. El comité terminó su trabajo y fue disuelto en 2006. El Dr. Deriso fue también miembro del Comité Científico y Estadístico del Western Pacific Fishery Management Council de Estados Unidos. El Dr. Michael G. Hinton es miembro del Panel Asesor Científico Argo de Estados Unidos, y el Dr. Michael D. Scott fue Presidente del Pacific Scientific Review Group, responsable de revisar las normas de ordenación y programas de investigación de EE.UU. de mamíferos marinos en el Océano Pacífico.

El Dr. Mark N. Maunder y el Sr. Simon D. Hoyle colaboraron en un proyecto para elaborar un modelo general para especies protegidas, subvencionado por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas de la Universidad de Hawai en Manoa. El Sr. Hoyle trabajó también con los Dres. Paul Crone, Ray Conser, y Suzanne Kohin del NMFS sobre una evaluación basada en talla de la población del atún albacora del Pacífico Norte y con los Dres. Kevin Piner y Conser y la Sra. Hui-Hua Lee del NMFS en una evaluación basada en talla de la población del atún aleta azul. El Dr. Michael D. Scott participó en investigaciones cooperativas con el NMFS de EE.UU. y la Sociedad Zoológica de Chicago de delfines en Florida y Carolina del Norte. La Dra. Cleridy E. Lennert-Cody continuó su colaboración con el Dr. Richard Berk, de la Universidad de Pensilvania, en la elaboración de un método estadístico para identificar datos anómalos. Trabajó también con el Dr. Michoko Minami, del Instituto de Matemáticas Estadísticas de Tokio (Japón), en la elaboración de modelos estadísticos para datos de captura incidental de delfines y la ordenación de métodos para usar con datos altamente no gaussianos. Se usarán estas técnicas para predecir la ocurrencia de las capturas incidentales de tiburones. La Dra. Minami pasó tres semanas en la sede de la CIAT en La Jolla, donde trabajó con la Dra. Lennert-Cody en la estimación de tendencias en las tasas de captura de tiburones en la pesquería de cerco en el OPO. En 2006, miembros del personal de la CIAT, en colaboración con los Dres. Timothy Essington y Ray Hilborn y el Sr. Jordan Watson, todos de la Universidad de Washington, comenzaron un estudio

para evaluar varias opciones con respecto a vedas espaciotemporales para reducir las capturas incidentales de tiburones jaquetón. Además, miembros del personal de la CIAT, en colaboración con el Dr. Russ Vetter, del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de EE.UU. en La Jolla (California), inició un programa de muestreo para obtener y archivar muestras de tejido de peces grandes, incluyendo tiburones y rayas, para análisis genéticos futuros.

El Dr. Robert J. Olson fue uno de los cuatro investigadores principales en un proyecto, *Trophic Structure and Tuna Movement in the Cold Tongue-Warm Pool Pelagic Ecosystem of the Equatorial Pacific*, patrocinada por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas (PFRP) de la Universidad de Hawai. (La "lengua fría" es la zona de agua relativamente fría que se extiende a lo largo de la línea ecuatorial desde el litoral de América del Sur hasta aproximadamente 160°O, y la "charca cálida" es la zona de agua relativamente cálida que se extiende a lo largo de 5°S desde las Filipinas hasta aproximadamente 155°O.) Las muestras para este estudio fueron capturadas durante los cruceros del proyecto *Stenella Abundance Research* (STAR) en 2003 por el personal de la División de Recursos Protegidos del SWFSC de NMFS a bordo de los buques de investigación *David Starr Jordan* y *McArthur II*. Muestras adicionales fueron capturadas por el mismo personal a bordo de los mismos buques durante los cruceros STAR de 2006 en el OPO entero para ampliar la cobertura de muestreo. Tres estudiantes de posgraduado del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) en La Paz (México), trabajaron con el Dr. Olson en proyectos relacionados con este estudio. La Sra. Gladis López trabajó con las muestras de zooplancton de los arrastres de red de bongo realizados en los cruceros del *McArthur II* y el *David Starr Jordan* en el Pacífico oriental en 2003, un componente del proyecto STAR antes descrito. Analizó las proporciones de isótopos estables de carbono y nitrógeno en los conjuntos de copépodos en el Laboratorio Biogeoquímico de Isótopos Estables de la Universidad de Hawai para su tesis doctoral. La Sra. Noemi Bocanegra analizó la ecología trófica de los atunes, tiburones, peces picudos y varios otros depredadores capturados en la pesquería de cerco en el OPO para su tesis doctoral. La Sra. Vanessa Alatorre estudió el alimento y los hábitos de alimentación de los atunes aleta amarilla y barrilete para su tesis de maestría. El Dr. Olson participó también en un nuevo proyecto de GLOBEC (*Global Ocean Ecosystem Dynamics*), CLIOTOP (*Climate Impacts on Oceanic Top Predators*). El objetivo general de CLIOTOP es organizar un esfuerzo comparativo global a gran escala con la meta de identificar y elucidar los procesos clave implicados en el funcionamiento de los ecosistemas y, en particular, determinar el impacto de la variabilidad climática a varias escalas sobre la estructura y función de los ecosistemas pelágicos del océano abierto y sus especies de depredadores ápice (Plan Científico CLIOTOP). Presidió también un grupo de trabajo *Trophic Pathways in Open Ocean Ecosystems*, y fue uno de los coordinadores de una reunión titulada "El papel del calamar en los ecosistemas marinos pelágicos," celebrada en noviembre de 2006. La reunión fue patrocinada conjuntamente por GLOBEC-CLIOTOP, el PFRP, la CIAT, y la Commonwealth Scientific Industrial Research Organisation de Australia. Además, el Dr. Daniel Margulies siguió participando en el grupo de trabajo, como parte del programa CLIOTOP.

Los Dres. Olson y Mark N. Maunder fueron los investigadores principales en un nuevo proyecto, *Intra-guild Predation and Cannibalism in Pelagic Predators: Implications for the Dynamics, Assessments, and Management of Pacific Tuna Populations*, patrocinado por el PFRP de la Universidad de Hawai. El proyecto, iniciado en 2006, busca cuantificar la magnitud y naturaleza de la depredación y el canibalismo en los atunes y explorar sus implicaciones para la dinámica de las poblaciones y las pesquerías de atunes. El Dr. Olson fue también uno de los investigadores principales de un segundo proyecto, *Examining Latitudinal Variation in Food Webs Leading to Top Predators in the Pacific Ocean*, asimismo patrocinado por el PFRP. La investigación combinará comparaciones estadísticas con modelos cualitativos a fin de determinar similitudes entre regiones espacialmente separadas del Océano Pacífico. Estas comparaciones podrían mejorar la comprensión de los impactos de los cambios climáticos potenciales, expresados como calentamiento del océano, sobre el ecosistema.

Los Sres. Kurt M. Schaefer y Daniel W. Fuller participaron, con la Dra. Barbara A. Block del Centro de Investigación y Conservación del Atún de la Universidad Stanford, en un proyecto piloto de marcado de atún aleta amarilla en colaboración con el programa TOPP (*Tagging of Pacific Pelagics*), realizado en el marco del Censo de Vida Marina (COML), un programa internacional de investigación cuya meta es evaluar y explicar la diversidad, distribución, y abundancia de organismos marinos en los océanos del mundo. La Dra. Heidi Dewar, una colega de la Dra. Block, fue provista con una oficina en la sede de la CIAT en La Jolla. En 2006 la Agencia de Pesca de Japón y la

Administración de Pesca del Consejo de Agricultura de Taipei Chino brindaron un generoso apoyo económico al programa de marcado de patudo de la CIAT en el Pacífico oriental ecuatorial. El Sr. Schaefer pasó un tiempo en Taipei Chino en 2006, donde presentó seminarios sobre la edad, el crecimiento, y la biología reproductora de los atunes aleta amarilla y patudo en la Universidad Nacional de Taiwán en Taipei y sobre los movimientos, el comportamiento, y la utilización de hábitat de los atunes patudo, aleta amarilla y barrilete en la Universidad Nacional Oceánica de Taiwán en Keelung. Además, discutió las investigaciones de los atunes y peces picudos con profesores y estudiantes de estas dos instituciones.

En agosto de 2006, el Sr. Nickolas W. Vogel pasó una semana en San José (Costa Rica), donde dirigió una reunión con nueve participantes de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, y Panamá que trabajan con programas de observadores en buques palangreros. Estos programas fueron establecidos para documentar la eficacia de nuevas tecnologías desarrolladas para reducir la captura incidental de tortugas marinas en esa pesquería. El propósito de la reunión fue ampliar los conocimientos de los participantes en relación con las bases de datos, con énfasis en el uso de preguntas para analizar datos y crear informes. Los datos tomados por cada país participante son registrados en formularios de datos estandarizados y procesados con un programa de captura y edición de datos elaborado por la CIAT, usando el programa Access de Microsoft. Todos los países participantes en este esfuerzo han acordado usar los mismos formularios y el mismo formato para sus bases de datos, para permitir compartir fácilmente los datos entre sí.

La CIAT viene cooperando con la Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) de Japón y con países costeros para mitigar el efecto de las pesquerías de palangre sobre las tortugas marinas. El Dr. Robin Allen participó en una reunión del comité director del proyecto conjunto OFCF-Subsecretaría de Pesca del Ecuador-CIAT en julio de 2006, en la cual se revisaron los avances del proyecto en el Ecuador. Luego, en octubre de 2006, firmó un memorándum de entendimiento con representantes de la OFCF y la Autoridad Marítima de Panamá para el establecimiento de un programa de mitigación en Panamá. El Dr. Martín A. Hall, el Sr. Erick D. Largacha, y científicos del NMFS de EE.UU. continuaron su participación en esfuerzos, financiados por World Wildlife Fund y la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica (NOAA) de EE.UU., para reducir la mortalidad incidental de tortugas marinas en las pesquerías palangreras de atunes y otras especies en el Océano Pacífico oriental. Se describe este programa en mayor detalle en la sección titulada **PROGRAMA DE TORTUGAS MARINAS**.

A través de los años, científicos de la CIAT que viajan a otros países por razones profesionales con frecuencia ayudan a los científicos de aquellos países con sus investigaciones relacionadas a la pesca del atún, y de vez en cuando viajan con el propósito específico de enseñar o prestar ayuda en programas de investigación. Por ejemplo, el Sr. Vernon P. Scholey hizo varios viajes de este tipo a varios lugares en América Latina en 2006, y la Srta. Jeanne B. Wexler fue locutora invitada en el quinto Simposio Internacional sobre la Ecología y Acuicultura del Atún Patudo, celebrado en Omami Oshima (Japón). Además, el Dr. Mark N. Maunder, por invitación de la Comisión para la Conservación de los Recursos Marinos Vivos de Antártida, participó en una reunión patrocinada por esa organización. Asimismo, científicos y estudiantes de muchos países han realizado visitas de distintas duraciones a la oficina principal y el Laboratorio de Achotines de la CIAT, para informarse sobre métodos de investigación o utilizar las instalaciones y datos de la CIAT para sus estudios. En el Anexo 1 se detallan aquéllos cuyas visitas duraron más de 10 días.

Desde 1963, científicos japoneses han realizado visitas largas a la sede de la CIAT en La Jolla, donde colaboran con miembros del personal de la CIAT en análisis de datos de la pesquería palangrera japonesa de atunes y peces picudos en el Pacífico oriental, la mayoría de los cuales han sido publicados en la serie de Boletines de la CIAT. El Sr. Takayuki Matsumoto, del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar del Japón, pasó la mayor parte de 2006 en La Jolla, donde trabajó en un informe sobre esa pesquería durante 1998-2003 con el Dr. William H. Bayliff, del personal de la CIAT.

Desde 1985, la CIAT cuenta con un laboratorio en Achotines (Panamá), y científicos de la Dirección General de Recursos Marinos y Costeros de Panamá comenzaron investigaciones de pargos y corvinas en el mismo en 1986. Se abandonó la investigación de las corvinas a partir de 2002, pero la investigación de los pargos continúa. En 2002 se firmó un memorándum de entendimiento sobre los arreglos cooperativos entre Panamá y la CIAT para la

continuación de la investigación en Achotines, y estas investigaciones continuaren en 2006. Durante 2001 la CIAT y el Programa de Acuicultura del Colegio Rosenstiel de Ciencias Marinas y Atmosféricas de la Universidad de Miami acordaron investigar si es factible capturar, transportar y criar peces vela vivos, y refinar y elaborar técnicas avanzadas para la cría de las larvas del atún aleta amarilla. El trabajo sobre las larvas de aleta amarilla continuó durante 2006 como parte de una reunión conjunta UM-CIAT celebrada en el Laboratorio sobre el cultivo y fisiología de los peces pelágicos tropicales. En 2002 se firmó un acuerdo con el Smithsonian Tropical Research Institute (STRI) sobre el uso del Laboratorio de Achotines por científicos del STRI, y este acuerdo continuó en 2006. El 2005 la CIAT firmó un acuerdo con las siguientes dependencias del gobierno de Panamá: la Autoridad Marítima de Panamá (AMP), el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA), y el Instituto de Investigaciones Científicas Avanzadas y Servicios de Alta Tecnología (INDICASAT). El acuerdo permitirá a biólogos de la AMP y el MIDA y a estudiantes universitarios panameños acceso a las instalaciones del laboratorio para investigaciones de reproductores relacionadas con la maricultura, y el INDICASAT cubrirá los costos de dicho acceso. Los objetivos principales de la investigación han sido las especies de peces marinos costeros de Panamá. Además, la Srta. Jeanne B. Wexler, el Dr. Margulies, y el Dr. Seinen Chow del NRIFSF participaron en análisis de la identificación con AND mitocondrial y la dinámica de crecimiento de larvas de aleta amarilla capturadas en el OPO al este de 90°O. Además, la Dra. Kathryn Dickson, miembro del profesorado de la Universidad Estatal de California en Fullerton, y uno de sus estudiantes de posgrado realizaron investigaciones del desarrollo del músculo locomotor rojo oxidativo lento interiorizado de los atunes. Además de asuntos relacionados con los objetivos de la CIAT, organizaciones e individuos han realizado investigaciones sobre otros temas en, o cerca de, el Laboratorio de Como parte de sus estudios de tipos y regiones forestales, el Centro de Ciencia Forestal Tropical del Instituto Smithsonian de Investigación Tropical ha comenzado a establecer una red de terrenos de dinámica forestal (*Forest Dynamics Plots*, o FDP) de una hectárea en Panamá. Miembros del personal del Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA) establecieron un FDP en un área de bosque seco en el Laboratorio. Esto añade un importante nuevo tipo de bosque a la red FDP, ya que los bosques tropicales secos y transicionales-secos constituyen el ecosistema forestal más amenazado en Latinoamérica.

Desde 1978 los investigadores de la CIAT capacitan observadores para la toma, a bordo de barcos atuneros, de datos sobre la abundancia, mortalidad, y otros aspectos de la biología de los delfines. Estos observadores recolectan también contenidos estomacales y muestras de gónadas y otros tejidos de los atunes y otras especies, reúnen datos sobre las capturas incidentales de especies además de atunes y delfines, registran información sobre objetos flotantes y la flora y fauna con ellos asociadas, etcétera. México estableció su propio programa de observadores en 1991, Ecuador y Venezuela en 2000, la Unión Europea (UE) en 2003, Colombia en 2005, y Panamá y Nicaragua en 2006. (Ecuador, Venezuela, la UE, Colombia, Panamá, y Nicaragua han adoptado las mismas estructuras de bases de datos y rutinas para la captura y edición de datos que usa la CIAT, lo cual permite el fácil intercambio de conjuntos completos de datos entre la CIAT y dichos programas, más la garantía que los datos son de calidad comparable, ya que son editados usando las mismas normas y los mismos programas de detección de errores.) Miembros del personal de la CIAT han ayudado, en caso necesario, con el entrenamiento de los observadores para los programas nacionales y con problemas asociados con el mantenimiento de las bases de datos nacionales. En agosto de 2006, el Sr. Nickolas W. Vogel pasó una semana en Panamá, donde trabajó con el personal del nuevo programa nacional de observadores de Panamá, y en noviembre de 2006 pasó tres días en Bogotá (Colombia), donde trabajó con el personal del programa nacional de observadores de Colombia para actualizar sus bases de datos y programas de computadora, y para mejorar la habilidad del personal en el uso de los programas de computadora y procedimientos elaborados por el personal de la CIAT para la edición de datos.

Conjuntos completos de datos de observadores son intercambiados regularmente entre la CIAT y los programas de observadores de Ecuador, la Unión Europea, y Venezuela. Datos resumidos son intercambiados regularmente entre la CIAT y el programa nacional de observadores de México.

A través de los años, técnicos de la CIAT han colectado muestras de tejido y partes duras de atunes y especies afines para usar en estudios de genética llevados a cabo por científicos de otras entidades. Durante 2006 se obtuvieron muestras de tejido para las organizaciones siguientes: Universidad de California del Sur, marlín azul, negro, y rayado; Instituto de Ciencia Marina de Virginia en Gloucester Point (Virginia), escolar (*Lepidocybium*

*flavobrunneum*).

Miembros del personal de la CIAT son también activos en sociedades profesionales y organizaciones dedicadas a la conservación de los recursos naturales. Durante 2006 el Dr. Martín A. Hall fue miembro de la Junta Directiva del Centro Nacional de Conservación de Pesquerías, miembro del Consejo Científico Asesor de Seafood Watch, miembro del Consejo de Interesados del Marine Stewardship Council, miembro del Consorcio para la Reducción de la Captura Incidental de Animales Silvestres del Acuario de Nueva Inglaterra, y miembro del Comité Científico de la Fundación Vida Silvestre Argentina. El Dr. Daniel Margulies sirvió de Representante Regional del Oeste de la Sección del Ciclo Vital Temprano de la American Pesquerías Society, el Dr. William H. Bayliff presidió el comité para el Premio W. F. Thompson del Instituto Americano de Biólogos de Investigación Pesquera, y el Dr. Michael D. Scott sirvió en el Comité del Programa Científico de la Sociedad de Mastozoología Marina.



**APPENDIX 1—ANEXO 1**  
**STAFF—PERSONAL**  
**HEADQUARTERS—SEDE**

**DIRECTOR**

Robin Allen, Ph.D. (University of British Columbia)

**SCIENTIFIC—CIENTÍFICO****Chief scientists—Científicos dirigentes****Tuna-Billfish Program—Programa Atún-Picudo**

Richard B. Deriso, Ph.D. (University of Washington)

**Tuna-Dolphin Program—Programa Atún-Delfín**

Martín A. Hall, Ph.D. (University of Washington)

**Senior level—Nivel principal**

William H. Bayliff, Ph.D. (University of Washington)  
 David A. Bratten, B.S. (San Diego State University)  
 Michael G. Hinton, Ph.D. (University of California at San Diego)  
 Witold L. Klawe (emeritus), M.S. (University of Toronto)  
 Cleridy E. Lennert-Cody, Ph.D. (University of California at San Diego)  
 Daniel Margulies, Ph.D. (University of Maryland)  
 Mark N. Maunder, Ph.D. (University of Washington)  
 Robert J. Olson, Ph.D. (University of Wisconsin)  
 Kurt M. Schaefer, M.S. (San Diego State University)  
 Michael D. Scott, Ph.D. (University of California at Los Angeles)  
 Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt State University)

**Associate level—Nivel asociado**

Ernesto Altamirano Nieto, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)  
 Edward H. Everett, B.A. (San Jose State University)  
 Simon D. Hoyle, M.S. (University of Auckland) (to 28 July—hasta 28 de julio)  
 Jeanne B. Wexler, B.S. (Humboldt State University)

**Assistant level—Nivel auxiliar**

Daniel W. Fuller, B.S. (San Diego State University)  
 Erick Largacha, Biól. (Universidad de Guayaquil (from 1 January—a partir de 1 de enero))  
 JoyDeLee C. Marrow, B.A. (University of California at San Diego)  
 Jorge B. Párraga Fernandez, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 Lesly J. Rodríguez, Lic. (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua)  
 Marlon H. Román Verdesoto, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 Enrique Ureña Portales, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)

**FISHERY MANAGEMENT—ORDENACIÓN DE PESQUERÍAS****Senior level—Nivel principal**

Brian S. Hallman, M.A. (Johns Hopkins University)

**Assistant level—Nivel auxiliar**

Joshue Gross, LL.M. (American University) (to 15 August—hasta 15 de agosto)

**COMPUTER SYSTEMS AND DATA BASE MANAGEMENT—ADMINISTRACIÓN DE SISTEMAS DE CÓMPUTO Y DE BASES DE DATOS**

**Senior level—Nivel principal**

Milton F. López, B.S. (University of Rhode Island)

**Associate level—Nivel asociado**

Robert B. Kwan, B.A. (University of California at San Diego)

Mauricio X. Orozco Z., Lic. (Escuela Superior Politécnica del Litoral)

Robert E. Sarazen, B.S. (California State University, Long Beach)

Nickolas W. Vogel, B.A. (University of California at Santa Barbara)

**TECHNICAL SUPPORT—APOYO TÉCNICO**

Sharon A. Booker

Joanne E. Boster

Laura J. Bowling

Mildred D. De los Reyes

Nancy L. Haltof, A.A. (Southwestern College)

Christine A. Patnode, A.A. (Platt College of San Diego)

Maria C. Santiago, B.S. (University of North Dakota at Grand Forks)

Roberto Uriarte, A.A. (Southwestern College)

**ADMINISTRATIVE—ADMINISTRATIVO**

**Translation—Traducción**

Nicholas J. Webb, B.A. (University of York)

**Secretarial—Secretaría**

Martha Arias, Lic. (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores)

Alejandra Ferreira, B.A. (Ithaca College)

Mónica B. Galván

**Accounting—Contabilidad**

**Senior level—Nivel principal**

Nora Roa-Wade, B.S. (San Diego State University)

**Assistant level—Nivel auxiliar**

Keri Grim (to 13 February—hasta 13 de febrero)

María Teresa Musano, B.S. (Fundación Universidad Central) (from 17 April—a partir de 17 de abril)

**FIELD OFFICES—OFICINAS REGIONALES**

**LAS PLAYAS, ECUADOR**

**Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

William E. Paladines, Biól. (Universidad de Guayaquil) (in charge—encargado)

Felix F. Cruz Vargas, Biól. (Universidad de Guayaquil)

**MANTA, ECUADOR**

**Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Carlos de la A. Florencia, Biól. (Universidad de Guayaquil) (in charge—encargado)

Aldo X. Basantes Cuesta, Biól. (Universidad de Guayaquil)

Kruger I. Loor Santana, Biól. (Universidad de Guayaquil)

Alex Urdiales, Biól. (Universidad de Guayaquil)

Harold Valverde, Biól. (Universidad de Guayaquil)

**ENSENADA, MÉXICO (CLOSED AFTER 6 MARCH—CERRADO DESPUES 6 DE MARZO)****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Eric E. Pedersen, B.S. (Humboldt State University) (in charge—encargado) (to 6 March—hasta 6 de marzo)  
 José M. Lutt Manríquez, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California) (to 6 March—hasta 6 de marzo)  
 Alberto Morales Yañez, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California) (to 6 March—hasta 6 de marzo)

**MANZANILLO, MEXICO****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

José M. Lutt Manríquez, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California) (in charge—encargado) (from 7 March—a partir de 7 de marzo)  
 Fernando Pérez Gutiérrez, B.S. (Instituto Tecnológico del Mar) (from 1 April—a partir de 1 de abril)

**MAZATLÁN, MÉXICO****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Hector J. Pérez Bojórquez, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa) (in charge—encargado)  
 Victor M. Fuentes, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa)  
 César Maldonado González, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa)

**ACHOTINES, PANAMÁ****Scientific—Científico****Senior level—Nivel principal**

Vernon P. Scholey, M.S. (University of Washington) (in charge—encargado)

**Assistant level—Nivel auxiliar**

Luis C. Tejada, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)  
 Aidamalia Vargas, Lic. (Universidad de Panamá)

**Technical support—Apoyo técnico**

Pablo Mosely

**PANAMÁ, PANAMÁ****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Andris Purmalis, B.S. (University of Michigan) (in charge—encargado) (to March 30—hasta 30 de marzo)  
 Osvaldo A. Silva, Ict. Pis. (Instituto de Altos Estudios de la Técnica en la Industria y Economía Pesquera, Astrakan, USSR) (in charge—encargado) (from 15 March—a partir de 15 de marzo)  
 Julio C. Guevara Quintana, Lic. (Universidad de Panamá) to 15 March—hasta 15 de marzo  
 Ricardo A. López Rodríguez, Lic. (Universidad de Panamá)

**MAYAGUEZ, PUERTO RICO, USA****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Juan A. Gracia, J.D. (Universidad Católica de Puerto Rico)

**CUMANÁ, VENEZUELA****Field office operations—Operaciones de la oficina regional**

Armando E. Carrasco Arévalo, B.S. (University of West Florida) (in charge—encargado)  
 Emilio R. Cedeño Pérez, Lic. (Universidad de Oriente)

**VISITING SCIENTISTS AND STUDENTS—CIENTÍFICOS Y ESTUDIANTES VISITANTES****HEADQUARTERS—SEDE**

Dr. Heidi Dewar, Tagging of Pacific Pelagics, Census of Marine Life (to 12 May—hasta 12 de mayo)

Mr. Takeyuki Matsumoto, National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan (to 22 November—hasta 22 de noviembre)

Dr. Mihoko Minami, Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan (28 July-15 August—28 de julio-15 de agosto)

**ACHOTINES LABORATORY—LABORATORIO DE ACHOTINES**

Mr. Santiago Cambefort, Escuela Politecnica, Guayaquil, Ecuador (25 August-14 November—25 de agosto-14 de noviembre)

Ms. Juleen Dickson, California State University at Fullerton (20 June-7 July—20 de junio-7 de julio)

Dr. Kathryn Dickson, California State University at Fullerton (20 June-7 July—20 de junio-7 de julio)

## APPENDIX 2—ANEXO 2

**FINANCIAL STATEMENT—DECLARACIÓN FINANCIERA**  
**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN**  
**TROPICAL**

**STATEMENT OF ASSETS, LIABILITIES, AND FUND BALANCES, 30 SEPTEMBER 2006**  
**ESTADO DE ACTIVO, PASIVO, Y BALANCES DE LOS FONDOS, 30 DE SEPTIEMBRE DE 2006**

**Assets—Activo**

Current assets—Activo circulante	
Cash and cash equivalents—Efectivo y equivalentes	\$ 956,453
Accounts receivable—Cuentas por cobrar	87,769
Employee advances—Anticipos a los empleados	152,019
Deposits and prepaid expenses—Depósitos y gastos pagados por adelanto	<u>6,890</u>
Total current assets—Total activo circulante	<u>1,203,131</u>
Investments	\$ 0
Real property—Bienes raíces	<u>200,775</u>
	<u>\$ 1,403,906</u>

**Liabilities and fund balances—Pasivo y balances de los fondos**

Current liabilities—Pasivo circulante	
Accrued expenses and other liabilities—Gastos acumulados y otros pasivos	\$ 847,954
Deferred revenue—Ingresos diferidos	<u>916,965</u>
Total current liabilities—Pasivo corriente total	<u>1,764,919</u>
Fund balances—Balances de los fondos	
General fund—Fondo general	(561,788)
Real property fund—Fondo para bienes raíces	<u>200,775</u>
Total fund balances—Balances totales de los fondos	<u>(361,013)</u>
	<u>\$ 1,403,906</u>

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN  
TROPICAL  
STATEMENTS OF REVENUE AND EXPENDITURES FOR THE FISCAL YEAR ENDED 30  
SEPTEMBER 2006  
ESTADO DE INGRESOS Y GASTOS CORRESPONDIENTE AL AÑO FISCAL FINALIZADO EL 30 DE  
SEPTIEMBRE DE 2006**

Revenue—Ingresos	
Government contributions for joint expenditures—Contribuciones de los gobiernos a los gastos combinados	
United States of America—Estados Unidos de América	\$ 1,937,935
México	471,872
Ecuador	435,790
Japan—Japón	374,411
Panamá	299,163
Republic of Korea—República de Corea	147,410
France—Francia	102,698
Vanuatu	54,033
El Salvador	42,171
Nicaragua	38,535
Costa Rica	21,529
Venezuela	16,077
Total government contributions—Total de contribuciones por los gobiernos	\$ 3,941,624
Contract revenue—Ingresos por contrato	
Tonnage assessments—Aportes por tonelaje	\$ 2,081,819
Other miscellaneous contract revenue—Otros ingresos misceláneos por contrato	133,696
Total contract revenue—Ingresos totales por contrato	\$ 2,215,515
Other revenue—Otros ingresos	
Interest income—Ingresos por intereses	\$ 29,669
Contributions—Contribuciones	60,057
Other revenue—Otros ingresos	538,479
Total other revenue—Total otros ingresos	\$ 628,205
Total revenues—Ingresos totales	\$ 6,785,344
Expenditures—Gastos	
Salaries—Sueldos	\$ 3,420,659
Observer costs—Gastos de observadores	1,475,827
Employee benefits—Beneficios laborales	980,666
Materials and supplies—Materiales y suministros	629,026
Contract expenditures—Gastos por contratos	539,557
Travel—Viajes	327,254
Utilities—Servicios públicos	139,688
Printing and postage—Imprenta y franqueo	66,360
Legal and professional—Legales y profesionales	43,752
Insurance—Seguros	19,473
Miscellaneous—Misceláneos	11,334
Total expenditures—Gastos totales	\$ 7,653,250
Excess of expenditures over revenue—Excedente de gastos sobre ingresos	\$ (867,906)

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN  
TROPICAL  
STATEMENTS OF FUND BALANCES FOR THE FISCAL YEARS ENDED 30 SEPTEMBER 2004, 2005,  
AND 2006  
ESTADO DE BALANCE DE LOS FONDOS CORRESPONDIENTE A LOS AÑOS FISCALES  
FINALIZADOS EL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2004, 2005, Y 2006**

	<b>General fund Fondo general</b>	<b>Real property fund Fondo para bienes raíces</b>	<b>Total</b>
Balance at 30 September 2004— Balance al 30 de septiembre de 2004	<u>(214,354)</u>	<u>200,775</u>	<u>(13,579)</u>
Excess of revenue over expenditures— Exceso de ingresos sobre gastos	520,472	-	520,472
Balance at 30 September 2005— Balance al 30 de septiembre de 2005	<u>306,118</u>	<u>200,775</u>	<u>506,893</u>
Excess of expenditures over revenue Exceso de gastos sobre ingresos	(867,906)		(867,906)
Balance at 30 September 2006— Balance al 30 de septiembre de 2006	<u>\$ (561,788)</u>	<u>\$ 200,775</u>	<u>\$ (361,013)</u>

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN  
TROPICAL  
STATEMENT OF CASH FLOW FOR THE FISCAL YEAR ENDED 30 SEPTEMBER 2006  
ESTADO DE FLUJO DE FONDOS CORRESPONDIENTE AL AÑO FISCAL FINALIZADO EL 30 DE  
SEPTIEMBRE DE 2006**

Cash flows from operating activities—Flujos de fondos de actividades de operación:	
Excess of expenditures over revenue—Exceso de gastos sobre ingresos:	\$ (867,906)
Gain on sale of investments—Ganancia en la venta de inversiones	(46,086)
Adjustments to reconcile excess of revenue over expenditures to net cash used in operating activities—Ajustes para reconciliar exceso de ingresos sobre gastos con efectivo neto usado en por actividades de operación:	
Decrease in accounts receivable—Dismutación en cuentas por cobrar	722,645
Decrease in employee advances—Dismutación en anticipos a empleados	32,211
Decrease in deposits and prepaid expenses—Dismutación en depósitos y gastos pagados por adelantado	3,028
Increase in accrued expenses and other liabilities—Incremento de gastos acumulados y otro pasivo	227,665
Increase in deferred revenue—Incremento en ingresos diferidos	<u>40,595</u>
Net cash used in operating activities—Efectivo neto utilizado por actividades operacionales	<u>112,152</u>
 Cash flows from investing activities—Flujo de fondos por actividades de inversión	
Proceeds from sale of investments—Ganancia en la venta de inversiones	<u>76,086</u>
Net cash provided by investing activities—Efectivo neto proveniente de actividades de inversión	<u>76,086</u>
 Cash flows from financing activity—Flujos de fondos de actividades financieras	
Net increase in cash or cash equivalents—Incremento neto en efectivo o equivalentes	(188,238)
 Cash and cash equivalents at beginning of year—Efectivo y equivalentes al principio de año	<u>768,215</u>
 Cash and cash equivalents at end of year—Efectivo y equivalentes al fin de año	<u>\$ 956,453</u>



**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**  
**SCHEDULE OF EXPENDITURES BY PROGRAM, 30 SEPTEMBER 2006**  
**PROGRAMA DE GASTOS POR PROGRAMA, 30 DE SEPTIEMBRE DE 2006**

	Administration Administración	Catch and effort statistics Estadísticas de captura y esfuerzo	Biology of tunas and billfishes Biología de atunes y picudos	Oceanograph y meteorology Oceanografía y meteorología	Tuna and billfish tagging Marcado de atunes y picudos	Tuna-Dolphin Program Programa Atún-Delfín	Total
Salaries—Sueldos	\$ 372,488	\$ 602,729	\$ 986,776	\$ 17,053	\$ 154,252	\$ 1,287,361	\$ 3,420,659
Observer costs—Gastos de observadores	--	4,394	635	--	--	1,470,452	1,475,481
Employee benefits—Beneficios laborales	114,468	206,948	235,470	4,426	42,488	376,866	980,666
Contract expenditures—Gastos por contrato	1,864	158,226	197,604	--	--	271,332	629,026
Materials and supplies—Materiales y suministros	25,950	31,836	117,499	297	263,105	100,870	539,557
Travel—Viajes	74,801	53,551	75,520	--	3,905	119,477	327,254
Utilities—Servicios públicos	13,059	22,519	62,148	--	185	41,777	139,688
Printing and postage—Imprenta y franqueo	20,052	3,980	18,660	--	2,234	21,434	66,360
Legal and professional—Legal y profesional	32,539	1,540	2,000	--	--	7,673	43,752
Insurance—Seguros	8,214	4,429	266	--	5,253	5,253	19,473
Miscellaneous—Misceláneos	4,012	1,539	368	--	--	5,415	11,334
<b>Total</b>	<u>\$ 667,447</u>	<u>\$ 1,091,691</u>	<u>\$ 1,696,946</u>	<u>\$ 21,776</u>	<u>\$ 467,480</u>	<u>\$ 3,707,910</u>	<u>\$ 7,653,250</u>

## APPENDIX 3—ANEXO 3

**CONTRIBUTIONS BY IATTC STAFF MEMBERS PUBLISHED DURING 2006**  
**CONTRIBUCIONES POR PERSONAL DE CIAT PUBLICADAS DURANTE 2006**

**Annual Report—Informe Anual**

2004

**Bulletin—Boletín**

Schaefer, Kurt M., and Daniel W. Fuller. Estimates of age and growth of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the eastern Pacific Ocean, based on otolith increments and tagging data. Vol. 23, No. 2

**Special Reports—Informes Especiales**

Technical workshop on calculating  $N^{MN}$  for the dolphin stocks of the eastern Pacific Ocean (in English and Spanish). No. 14  
 Maunder, Mark N., and Michael G. Hinton. Estimating relative abundance from catch and effort data, using neural networks (in English). No. 15

**Fishery Status Report—Informe de la Situación de la Pesquería**

No. 4

**Stock Assessment Report—Informe de Evaluación de Stocks**

No. 6

**Book—Libro**

Magnuson, John J., Dorinda G. Dallmeyer, Richard B. Deriso, James H. Cowan, Jr., Larry B. Crowder, Robert T. Paine, Ana M. Parma, Andrew A. Rosenburg, and James W. Wilen. Dynamic Changes in Marine Ecosystems: Fishing, Food Webs, and Future Options. The National Academies Press, Washington, D.C.: x, 130 pp.

**Outside journals—Revistas externas**

Allen, Robin. Las pesquerías de los atunes rabil, listado y patudo en el Océano Pacífico oriental. Industrias Pesqueras, 1905: 14-16.

Alvarado Bremer, Jaime R., Michael G. Hinton, and Thomas W. Greig. Evidence of spatial genetic heterogeneity in Pacific swordfish (*Xiphias gladius*) revealed by the analysis of *ldh-A* sequences. Bull. Mar. Sci., 79 (3): 493-503.

Graham, Brittany, Robert Olson, Brian Fry, Brian Popp, Valérie Allain, and Felipe Galván-Magaña. The new PFRP tag: using stable isotope techniques to better understand the trophic ecology and migration patterns of tropical tunas. PFRP [Pelagic Fisheries Research Program, Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii at Manoa], 11 (2): 1-3, 12.

Maunder, Mark N., and Shelton J. Harley. Evaluating tuna management in the eastern Pacific Ocean. Bull. Mar. Sci., 78 (3): 593-606.

Maunder, Mark N., Shelton J. Harley, and John Hampton. Including parameter uncertainty in forward projections of computationally intensive statistical population dynamic models. ICES Jour. Mar. Sci., 63 (6): 969-979.

Maunder, Mark N., Michael G. Hinton, Keith A. Bigelow, and Adam D. Langley. Developing indices of abundance using habitat data in a statistical framework. Bull. Mar. Sci., 79 (3): 545-559.

Maunder, Mark N., John R. Sibert, Alain Fonteneau, John Hampton, Pierre Kleiber, and Shelton J. Harley. Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. ICES Jour. Mar. Sci., 63 (8): 1373-1385.

- Olson, Robert J., Marlon H. Román-Verdesoto, and Glenthon L. Macías-Pita. Bycatch of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the tuna purse-seine fishery of the eastern Pacific Ocean and predatory behaviour during capture. *Fish. Res.*, 79 (1-2): 48-55.
- Schaefer, Kurt. Yellowfin and wahoo in the Revillas. *Pacific Coast Sportfishing*, 12 (8): 18-25, 117.
- Schaefer, Kurt, and Daniel Fuller. Behavior of bigeye and skipjack tunas within large multi-species aggregations associated with floating objects. *PFRP [Pelagic Fisheries Research Program, Joint Institute for Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii at Manoa]*, 11 (1): 1-2, 8.
- Schaefer, Kurt M., and Daniel W. Fuller. Comparative performance of current-generation geolocating archival tags. *Mar. Tech. Soc. Jour.*, 40 (1): 15-28.
- Sibert, John, John Hampton, Pierre Kleiber, and Mark Maunder. Biomass, size, and trophic status of top predators in the Pacific Ocean. *Science*, 314 (5806): 1773-1776.
- Maunder, Mark. [letter to the editor of the San Diego Union-Tribune concerning its article on the above paper by Sibert *et al.*]

The IATTC's responsibilities are met with two programs, the Tuna-Billfish Program and the Tuna-Dolphin Program. The principal responsibilities of the Tuna-Billfish Program are (1) to study the biology of the tunas and related species of the eastern Pacific Ocean to estimate the effects that fishing and natural factors have on their abundance, (2) to recommend appropriate conservation measures so that the stocks of fish can be maintained at levels that will afford maximum sustainable catches, and (3) to collect information on compliance with Commission resolutions. The principal responsibilities of the Tuna-Dolphin Program are (1) to monitor the abundance of dolphins and their mortality incidental to purse-seine fishing in the eastern Pacific Ocean, (2) to study the causes of mortality of dolphins during fishing operations and promote the use of fishing techniques and equipment that minimize these mortalities, (3) to study the effects of different modes of fishing on the various fish and other animals of the pelagic ecosystem, and (4) to provide a Secretariat for the International Dolphin Conservation Program.

An important part of the work of the IATTC is the prompt publication and wide distribution of its research results. The Commission publishes its results in its Bulletin, Special Report, and Data Report series, all of which are issued on an irregular basis, and its Stock Assessment Reports and Fishery Status Reports, which are published annually.

The Commission also publishes Annual Reports and Quarterly Reports, which include policy actions of the Commission, information on the fishery, and reviews of the year's or quarter's work carried out by the staff. The Annual Reports also contain financial statements and a roster of the IATTC staff.

Additional information on the IATTC's publications can be found in its web site.

La CIAT cumple sus obligaciones mediante dos programas, el Programa Atún-Picudo y el Programa Atún-Delfín. Las responsabilidades principales del primero son (1) estudiar la biología de los atunes y especies afines en el Océano Pacífico oriental a fin de determinar los efectos de la pesca y los factores naturales sobre su abundancia, (2) recomendar medidas apropiadas de conservación para permitir mantener los stocks de peces a niveles que brinden las capturas máximas sostenibles, (3) reunir información sobre el cumplimiento de las resoluciones de la Comisión. Las responsabilidades principales del segundo son (1) dar seguimiento a la abundancia de los delfines y la mortalidad de los mismos incidental a la pesca con red de cerco en el Océano Pacífico oriental, (2) estudiar las causas de la mortalidad de delfines durante las operaciones de pesca y fomentar el uso de técnicas y aparejo de pesca que reduzcan dicha mortalidad al mínimo, (3) estudiar los efectos de distintas mortalidades de pesca sobre los varios peces y otros animales del ecosistema pelágico, (4) proporcionar la Secretaría para el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines.

La pronta publicación y amplia distribución de los resultados de investigación forman un aspecto importante de las labores de la Comisión, la cual publica los resultados en su serie de Boletines, Informes Especiales, e Informes de Datos, publicados a intervalos irregulares, y sus Informes de Evaluación de Stocks y Informes de la Situación de la Pesquería, publicados anualmente.

La Comisión publica también Informes Anuales e Informes Trimestrales; éstos incluyen información sobre las labores de la Comisión, la pesquería, y las investigaciones realizadas en el año o trimestre correspondiente. Los Informes Anuales incluyen también un resumen financiero y una lista del personal de la CIAT.

En el sitio de internet de la CIAT se presenta información adicional sobre estas publicaciones.

*Editor—Redactor*  
William H. Bayliff

Inter-American Tropical Tuna Commission  
Comisión Interamericana del Atún Tropical  
8604 La Jolla Shores Drive  
La Jolla, California 92037-1508, U.S.A.  
[www.iattc.org](http://www.iattc.org)