

---

# **ANNUAL REPORT**

of the

**Inter-American Tropical Tuna Commission**

---

**1997**

---

# **INFORME ANUAL**

de la

**Comisión Interamericana del Atún Tropical**

---

La Jolla, California  
1999

**CONTENTS-INDICE**  
**ENGLISH VERSION—VERSION EN INGLES**

	Page
INTRODUCTION . . . . .	7
COMMISSION MEETINGS . . . . .	8
ADMINISTRATION . . . . .	14
Budget . . . . .	14
Financial statement . . . . .	14
INTER-AGENCY COOPERATION . . . . .	14
FIELD STATIONS . . . . .	17
PUBLICATIONS . . . . .	17
TUNA-BILLFISH PROGRAM . . . . .	18
The fishery . . . . .	18
Yellowfin quotas . . . . .	22
Research . . . . .	23
Status of the tuna and swordfish stocks in 1997 and outlook for 1998 . . . . .	35
TUNA-DOLPHIN PROGRAM . . . . .	73
Data collection . . . . .	74
Gear program . . . . .	74
Research . . . . .	75
The International Dolphin Conservation Program . . . . .	78
<hr/>	
<b>FIGURES—FIGURAS . . . . .</b>	<b>79</b>
<b>TABLES—TABLAS . . . . .</b>	<b>151</b>

**VERSION EN ESPAÑOL—SPANISH VERSION**

	Página
INTRODUCCION . . . . .	201
REUNIONES DE LA COMISION . . . . .	202
ADMINISTRACION . . . . .	208
Prepuestos . . . . .	208
Informe financiero . . . . .	208
COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES . . . . .	208
OFICINAS REGIONALES . . . . .	211
PUBLICACIONES . . . . .	211
PROGRAM ATUN-PICUDO . . . . .	212
La pesquería . . . . .	212
Cuotas de aleta amarilla . . . . .	217
La investigación . . . . .	217
Condición de los stocks de atunes y peces espada en 1997 y perspectivas para 1998 . . . . .	230
PROGRAMA ATUN-DELFIN . . . . .	271
Toma de datos . . . . .	271
Programa de artes de pesca . . . . .	272
La investigación . . . . .	273
Programa Internacional para la Conservación de Delfines . . . . .	276
<b>APPENDIX 1—ANEXO 1</b>	
STAFF—PERSONAL . . . . .	277
<b>APPENDIX 2—ANEXO 2</b>	
AGREEMENT FOR THE CONSERVATION OF DOLPHINS—ACUERDO PARA LA CONSERVACION DE DELFINES . . . . .	280
<b>APPENDIX 3—ANEXO 3</b>	
STATEMENT BY MEXICO AT THE 33RD INTERGOVERNMENTAL MEETING—DECLARACION DE MEXICO A LA 33ª REUNION INTERGUBERNAMENTAL . . . . .	291
<b>APPENDIX 4—ANEXO 4</b>	
INTERNATIONAL REVIEW PANEL, RULES OF PROCEDURE—PANEL INTERNACIONAL DE REVISION, REGLAS DE PROCEDIMIENTO . . . . .	295
<b>APPENDIX 5—ANEXO 5</b>	
CONSENSUS OF SANTA MARTA—CONSENSO DE SANTA MARTA . . . . .	302
<b>APPENDIX 6—ANEXO 6</b>	
RESOLUTION OF SANTA MARTA—RESOLUCION DE SANTA MARTA . . . . .	304
<b>APPENDIX 7—ANEXO 7</b>	
FINANCIAL STATEMENT—DECLARACION FINANCIERA . . . . .	305
<b>APPENDIX 8—ANEXO 8</b>	
CONTRIBUTIONS BY IATTC STAFF MEMBERS PUBLISHED DURING 1997—CONTRIBUCIONES POR PERSONAL DE CIAT PUBLICADOS DURANTE 1997 . . . . .	310

**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA  
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS  
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1997**

**LOS COMISIONADOS DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN  
TROPICAL Y SUS PERIODOS DE SERVICIO DESDE LA FUNDACION  
EN 1950 HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1997**

**COSTA RICA**

Virgilio Aguiluz ..... 1950-1965  
 José L. Cardona-Cooper ..... 1950-1979  
 Victor Nigro ..... 1950-1969  
 Fernando Flores B. .... 1958-1977  
 Milton H. López G. .... 1965-1977  
 Eduardo Beeche T. .... 1969-1971  
 Francisco Terán Valls ..... 1971-1977  
 Manuel Freer ..... 1977-1979  
 Gabriela Myers ..... 1977-1979  
 Rodolfo Sáenz o. .... 1977-1979  
 Manuel Freer Jimenez ..... 1989-1990  
 Carlos P. Vargas ..... 1989-1990  
 Stewart Heigold Stuart ..... 1990  
 Herbert Nanne Echandi ..... 1990-1994  
 Jaime Basadre Oreamuno ..... 1994-  
 Luis Paris Chaverri ..... 1994-1997  
 Alvaro Moreno Gomez ..... 1994-1996

**UNITED STATES OF AMERICA**

Eugene D. Bennett ..... 1950-1968<sup>1</sup>  
 Milton C. James ..... 1950-1951  
 Lee F. Payne ..... 1950-1961<sup>2</sup>  
 Gordon W. Sloan ..... 1951-1957  
 John L. Kask ..... 1952  
 John L. Farley ..... 1953-1956  
 Arnie J. Suomelal ..... 1957-1959  
 Robert L. Jones ..... 1958-1965<sup>3</sup>  
 J. Laurence McHugh ..... 1960-1970  
 John G. Driscoll, Jr. .... 1962-1975<sup>4</sup>  
 William H. Holmstrom ..... 1966-1973  
 Donald P. Loker ..... 1969-1976  
 William M. Terry ..... 1970-1973<sup>5</sup>  
 Robert C. Macdonald ..... 1973-1994  
 Steven E. Schanes ..... 1973-1974  
 Wilvan G. Van Campen ..... 1974-1976  
 Jack Gorby ..... 1975-1992  
 Glen H. Copeland ..... 1976-1977  
 Wymberley Coerr ..... 1977-1988  
 Henry R. Beasley ..... 1986-1994  
 Mary L. Walker ..... 1988-1994  
 Jack Bowland ..... 1992  
 Barbara H. Britten ..... 1994  
 M. Austin Forman ..... 1994  
 James T. McCarthy ..... 1994  
 Michael F. Tillman ..... 1994-

**PANAMA**

Miguel A. Corro ..... 1953-1957  
 Domingo A. Díaz ..... 1953-1957  
 Walter Myers, Jr. .... 1953-1957  
 Richard Eisenmann ..... 1958-1960  
 Gabriel Galindo ..... 1958-1960  
 Juan L. de Obarrio ..... 1958-1980  
 Harmodio Arias, Jr. .... 1961-1962  
 Roberto Novey ..... 1961-1962  
 Carlos A. López Guevara ..... 1962-1974  
 Dora de Lanzner ..... 1963-1972  
 Camilo Quintero ..... 1963-1972  
 Arquímedes Franqueza ..... 1972-1974  
 Federico Humbert, Jr. .... 1972-1974

Carolina T. de Mouritzen ..... 1974-1985  
 Jaime Valdez ..... 1974-1985  
 Carlos Arellano L. .... 1980-1983  
 Luis E. Rodríguez ..... 1980-1984  
 Armando Martínez Valdés ..... 1984-1988  
 Carlos E. Icaza E. .... 1985-1988  
 Dalva H. Arosemena M. .... 1988-1990  
 Jesus A. Correa G. .... 1989-1994  
 Jorge Lymberopulos ..... 1989  
 Roy E. Cardoze ..... 1990-1994  
 Carlos E. Icaza E. .... 1990-1991  
 José Antonio Icaza ..... 1990-1991  
 Jorge Lymberopulos ..... 1991-1994  
 Juan Antonio Varela ..... 1991-1994  
 José Donoso ..... 1994-1995  
 Ricardo A. Martáns ..... 1994-1997  
 José A. Troyano ..... 1994-1997  
 Armando Martínez Valdés ..... 1995-1997

**ECUADOR**

Pedro José Arteta ..... 1961-1962  
 Eduardo Burneo ..... 1961-1965  
 Enrique Ponce y Cabro ..... 1961-1963  
 César Raza ..... 1961-1962  
 Francisco Baquerizo ..... 1963  
 Héctor A. Chiriboga ..... 1963-1966  
 Vicente Tamariz A. .... 1964-1965  
 Luis Pareja P. .... 1966-1968  
 Vinicio Reyes E. .... 1966-1968  
 Wilson Vela H. .... 1966-1968

**MEXICO**

Mauro Cárdenas F. .... 1964-1968  
 Hector Chapa Saldaña ..... 1964-1968  
 Rodolfo Ramírez G. .... 1964-1966  
 María Emilia Téllez B. .... 1964-1971  
 Juan Luis Cifuentes L. .... 1967-1970  
 Alejandro Cervantes D. .... 1968-1978  
 Amin Zarur M. .... 1968-1970  
 Arturo Díaz R. .... 1970-1978  
 Joaquín Mercado F. .... 1970-1977  
 Pedro Mercado S. .... 1970-1975  
 Fernando Castro y Castro ..... 1975-1977

**CANADA**

Emerson Gennis ..... 1968-1969  
 Alfred W. H. Needler ..... 1968-1972  
 E. Blyth Young ..... 1968-1980  
 Leo E. Labrosse ..... 1970-1972  
 Robert L. Payne ..... 1970-1974  
 S. Noel Tibbo ..... 1970-1977  
 G. Ernest Waring ..... 1970-1976  
 James S. Beckett ..... 1977-1984  
 Michael Hunter ..... 1981-1984

**JAPAN**

Shoichi Masuda ..... 1971-1985  
 Tomonari Matsushita ..... 1971-1973  
 Fumihiko Suzuki ..... 1971-1972  
 Seiya Nishida ..... 1972-1974  
 Kumio Yonezawa ..... 1973-1979

Harunori Kaya	1974-1976
Michio Mizoguchi	1976-1977
Michihiko Junihiro	1979-1980
Tatsuo Saito	1979-1983
Toshio Isogai	1980-1983
Susumu Akiyama	1984-1986
Ryuichi Tanabe	1984-1985
Satoshi Moriya	1985-1987
Yamato Ueda	1985-
Takehisa Nogami	1986-1989
Kazuo Shima	1987-1989
Kouji Imamura	1989-1992
Shigenobu Kato	1989-1991
Koichiro Seki	1991-1994
Masahiro Ishikawa	1992-1994
Kenro Iino	1994-1995
Minoru Morimoto	1994-1997
Yasuo Takase	1996-
Ichiro Nomura	1997-

- 1 Deceased in service December 18, 1968
- 1 Murió en servicio activo el 18 de diciembre de 1968
- 2 Deceased in service April 10, 1961
- 2 Murió en servicio activo el 10 de abril de 1961
- 3 Deceased in service April 26, 1965
- 3 Murió en servicio activo el 26 de abril de 1965
- 4 Deceased in service October 16, 1975
- 4 Murió en servicio activo el 16 de octubre de 1975
- 5 Deceased in service May 5, 1973
- 5 Murió en servicio activo el 5 de mayo de 1973

#### FRANCE

Serge Garache	1973-1983
Robert Letaconnoux	1973-1983
Rene Thibaudau	1976-1977
Maurice Fourneyron	1980-1987
Dominique Piney	1984-1989
Daniel Silvestre	1990-1991
Jean François Gilon	1992
Patrice Corler	1993
Phillipe Peronne	1994-
Jean-Paul Rivaud	1994-1995
David Portal	1996-1997
Sébastien Surun	1997

#### NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla	1973-1977
Antonio Flores Arana	1973-1976
José B. Godoy M.	1976-1980
Octavio Gutiérrez D.	1977-1980
Silvio Campos M	1977-1980
Jamil Urroz E.	1977-1985
Abelino Aróstegui Valladares	1985-1988
Sergio Martínez Casco	1988-

#### VANUATU

Richard Carpenter	1991-1994
Dorosday Kenneth	1991-1995
Julian Ala	1995-

#### VENEZUELA

Francisco Herrera Terán	1992-1994
Carlos Giménez	1994-1995
Roberto Ortisi	1994-1997
Jean-François Pulvenis	1994-
Alfredo Zuloaga	1994-1995
Miriam R. de De Venanzi	1995-1996
Hugo Alsina Lagos	1995-
María Estela Bermúdez	1996-

#### EL SALVADOR



**ANNUAL REPORT OF THE  
INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION, 1997**

**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, and El Salvador in 1997. Mexico withdrew from the IATTC in 1978 and Canada in 1984.

The IATTC fulfills its responsibilities 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 tuna-like species of the EPO 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 can be maintained at levels which will afford maximum sustainable catches. The principal responsibilities of the Tuna-Dolphin Program are (1) to monitor the abundance of dolphins and their mortality incidental to fishing through the collection of data aboard tuna purse seiners fishing in the EPO, (2) to analyze these data and make appropriate recommendations for the conservation of dolphins, (3) to study the causes of mortality of dolphins during fishing operations and encourage fishermen to adopt fishing techniques which minimize the mortalities of dolphins, and (4) to study the effects of different modes of fishing on the various fish and other animals of the pelagic ecosystem.

To carry out these missions, 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 (Appendix 1) selected by the Director, who is directly responsible to the Commission.

The scientific program is now in its 47th year. The results of the IATTC staff's research are published in the IATTC's Bulletin series in English and Spanish, its two official languages, in its Special Report and Date Report series, and in books, outside scientific journals, and trade journals. Reviews of each year's operations and activities are reported upon in the IATTC's Annual Reports, also in the two languages.

### COMMISSION MEETINGS

The convention of the IATTC requires that it meet at least once each year. In addition, intergovernmental meetings (IGMs), involving representatives of member governments and non-member governments which are interested in the fisheries for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO), are nearly always held in conjunction with the IATTC meetings. Two permanent working groups, the International Review Panel (IRP) and the Scientific Advisory Board (SAB), were established by the Agreement for the Conservation of Dolphins adopted at the 24th IGM, held in June 1992. (The latest version of that agreement is reproduced as Appendix 2 of this report.) In 1997 an *ad hoc* Bigeye Management Options Working Group was established. The proceedings of the meetings of these groups held in 1997 are summarized in this section.

#### 58TH MEETING OF THE IATTC

The 58th meeting of the IATTC was held in San Jose, Costa Rica, on June 3-4, 1997. Dr. Jorge Campos M. of Costa Rica served as Chairman. Representatives of the member governments of Costa Rica, France, Japan, Panama, the United States, and Venezuela attended, as did observers from Colombia, Ecuador, El Salvador, Mexico, the Republic of China, Spain, the Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna, the International Whaling Commission, the Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA), Greenpeace International, and the Humane Society International.

The following agenda was adopted:

1. Opening of the meeting
2. Adoption of agenda
3. Review of current tuna research
4. The 1996 fishing year
5. Status of tuna stocks
6. Review of tuna-dolphin research and extension programs
7. Review of International Dolphin Conservation Program
8. Recommendations and Resolutions for 1997
9. Recommended research program and budget for FY 1998-1999
10. Place and date of next meeting
11. Election of officers
12. Other business
13. Adjournment

The IATTC staff recommended a catch quota for yellowfin tuna and that steps be taken to address the issue of the recent increases in the catches of small bigeye tuna.

The following actions were taken:

(1) A resolution regarding a catch quota for yellowfin was approved. This resolution reads as follows:

*The Inter-American Tropical Tuna Commission*, having responsibility for the scientific study of the tunas and tuna-like fishes of the eastern Pacific Ocean, and for the formulation of recommendations to the High Contracting Parties with regard to these resources, and having maintained since 1950 a continuing scientific program directed toward the study of those resources,

*Notes* that the yellowfin tuna resource of the eastern Pacific supports one of the most important surface fisheries for tunas in the world, and

*Recognizes*, based on past experience in the fishery, that the potential production from the resource can be reduced by excessive fishing effort, and



*Recalls* that from 1966 through 1979 the implementation of a successful conservation program maintained the yellowfin stock at high levels of abundance, and

*Notes* that from 1980 through 1996, excepting 1987, although no conservation programs were implemented, conservation measures were recommended to the Commissioners by the scientific staff, and in turn such measures were approved by the Commissioners for recommendation to their respective governments, and

*Observes* that, although the stock of yellowfin is currently at a level of abundance greater than the optimum, nevertheless it can be over-exploited,

*Concludes* that, if conditions warrant, a limitation on the catch of yellowfin tuna should be implemented during 1997.

*The Inter-American Tropical Tuna Commission therefore recommends to the High Contracting Parties* that a quota of 220,000 metric tons be established for the 1997 calendar year on the total catch of yellowfin tuna from the CYRA (as defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962), and that the Director should be authorized to increase this limit by no more than three successive increments of 15,000 metric tons each if he concludes from examination of available data that such increases will pose no substantial danger to the stocks, and

*Finally recommends* that all member states and other interested states work diligently to achieve the implementation of such a yellowfin conservation program for 1997.

(2) A resolution regarding bigeye tuna was approved. This resolution reads as follows:

*The Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC)*, having responsibility for the scientific study of the tunas and tuna-like fishes of the eastern Pacific Ocean, and for recommending proposals, based on scientific evidence, for joint action by the High Contracting Parties designed to keep the populations of fishes covered by the Convention at levels of abundance that will permit the maximum sustained catches,

1. *Notes* that the annual catches of small bigeye tuna taken in the purse-seine fishery of the eastern Pacific Ocean have increased during the past few years from less than 5,000 metric tons to more than 50,000 metric tons;
2. *Recognizes* that such increases are likely to cause a reduction in the overall catches of bigeye tuna from the eastern Pacific;
3. *Notes* that a limitation of mortality generated by purse-seining for bigeye associated with floating objects to 1996 levels would prevent exacerbation of the problem;
4. *Expresses concern* that the fishery for bigeye associated with floating objects results in elevated catches of unmarketable bigeye as well as many other associated species being discarded to the sea dead;
5. *Recalling* that Article 5 of the United Nations Agreement for the implementation of the provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks requires coastal states and fishing states to, *inter alia*, (1) adopt measures to ensure long-term sustainability of straddling fish stocks and highly migratory fish stocks and promote the objective of their optimum utilization, (2) ensure that such measures are based on the best scientific evidence available and are designed to maintain or restore stocks at levels capable of producing maximum sustainable yield, (3) apply the precautionary approach in accordance with Article 6 of the Agreement, (4) minimize pollution, waste, discards, catch by lost or abandoned gear, catch of non-target species of both fish and non-fish species, (5) protect biodiversity in the marine environment and (6) take measures to prevent or eliminate overfishing

- and excess fishing capacity;
6. *Noting* that the FAO Code of Conduct for Responsible Fisheries calls on states, international organizations, and all those involved in fisheries to collaborate in fulfilling the objectives and principles of the Code, which include taking measures to prevent or eliminate excess fishing capacity and ensuring that levels of fishing effort are commensurate with the sustainable use of fishery resources; in the case of new or exploratory fisheries, adoption as soon as possible of cautious conservation and management measures, including, *inter alia*, catch limits and effort limits which should remain in force until there are sufficient data to allow assessment of the impact of the fisheries on the long-term sustainability of the stocks; and take appropriate measures to minimize waste, discards, and catch of non-target species, both fish and non-fish species;
  7. *Recalling further* that the Declaration of Panama, concluded and adopted in October 1995 by twelve governments, and supported by five environmental groups, to formalize the La Jolla Agreement as a binding legal instrument which requires, *inter alia*, a commitment to adopt conservation and management measures that ensure the long-term sustainability of tuna stocks, and that such measures shall be designed to maintain or restore the biomass of harvested stocks at or above levels capable of producing maximum sustainable yields; and
  8. *Noting* that the Declaration of Panama also calls on governments to take measures to avoid, reduce and minimize the bycatch of juvenile tuna and bycatch of non-target species, therefore:
  9. *Concludes* that action should be taken to limit or reduce the fishing mortality of small bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean to the levels observed in the fishery in recent years, the exact levels of such limitations and/or reductions to be considered at the 1998 Annual Meeting of the IATTC; and
  10. *Requests* the staff of the IATTC to convene a Working Group of experts to evaluate possible management options which can be implemented to achieve the objectives detailed in Paragraph 9, including consideration of, *inter alia*, closed areas, closed seasons, prohibitions and/or limitations on the use of certain types of fishing gear, global catch quotas, and individual vessel quotas; and
  11. *Finally* recommends that the Working Group shall meet as frequently as necessary to achieve its objectives, but shall report to the High Contracting Parties its recommendations for conservation and management measures to achieve the objectives defined in Paragraph 5 above no later than the next Annual Meeting of the IATTC.

(3) The proposed budget of \$4,553,226 for the 1998-1999 fiscal year, was approved as presented. It was suggested that simultaneous interpretation should be provided at future meetings of the IRP, and the staff agreed to look into the possibility of including this in future budgets.

(4) It was decided that a working group would be established to examine the question of bycatches of all species in the purse-seine fishery for tunas in the EPO, and look for ways of reducing it. The staff was instructed to prepare a document outlining the group's terms of reference and some proposals for consideration, and distribute it among the governments. The staff would also select the members of the working group.

(5) It was agreed that the next regular meeting of the IATTC would be held in La Jolla, California, USA, in June 1998.

Copies of the minutes of the meeting are available from the IATTC on request.

The IATTC meeting was temporarily adjourned on June 4, and the 33rd IGM was convened. The

delegate from Mexico read a statement (Appendix 3) in which he declared his nation's intention of cautiously moving back toward full participation in the International Dolphin Conservation Program, which had been suspended in October 1996 (IATTC Annual Report for 1996, Appendix 2). The Presider at the 15th meeting of the IRP presented a report on the Panel's activities. The report included a recommendation that the Panel's Rules of Procedure be changed to allow any member nation of the IATTC, regardless of whether any purse-seine vessels with carrying capacities greater than 400 short tons were registered in that nation, to become a member of the Panel. A revised version of the Rules of Procedure, incorporating changes adopted at the 32nd and 33rd IGMs, appears as Appendix 4 of this report.

The minutes of the 33rd IGM are available from the IATTC on request.

#### **59TH MEETING OF THE IATTC**

The 59th meeting of the IATTC was held in La Jolla, California, USA, on October 28-31, 1997. The purpose of the meeting was to negotiate a legally-binding agreement which would conform with the Declaration of Panama, passed at the 56th meeting of the IATTC, held in Panama, Republic of Panama, in October 1995 (IATTC Annual Report for 1995, Appendix 3). The agenda was as follows:

1. Opening of the meeting
2. Adoption of the agenda
3. Review of the 1997 fishing year to date
4. Review of the International Dolphin Conservation Program (IDCP) to date
5. Consideration for a legally binding instrument for the IDCP
6. Other business
7. Adjournment

Because some of the nations which were to be involved in the negotiations are not members of the IATTC, the negotiations took place at the 34th IGM, described below.

Copies of the minutes of the meeting are available from the IATTC on request.

The agenda for the 34th IGM was as follows:

1. Opening of the meeting
2. Election of Chairman
3. Adoption of agenda
4. Consideration of a legally binding instrument for the IDCP
5. Other business
6. Adjournment

Although considerable progress was made, agreement on a legally-binding instrument was not reached. It was agreed that another IGM would be held in January 1998 to continue the negotiations.

Copies of the minutes of the 34th IGM are available from the IATTC on request.

#### **14TH MEETING OF THE IRP**

The 14th meeting of the IRP was held in Santa Marta, Colombia, on February 18-19, 1997. Dr. Osvaldo Pérez Molina of Colombia presided at the meeting, which was attended by representatives of Colombia, Costa Rica, the United States, Vanuatu, Venezuela, and the Cámara Nacional de la Industria Pesquera of Mexico, plus representatives of the IATTC, acting as Secretariat.

The agenda consisted of the following items:

1. Opening of meeting
2. Election of Presider
3. Approval of agenda

4. Approval of minutes of the 13th Meeting of the IRP
5. Dolphin Mortality Limits (DMLs):
  - a. Review of 1996 DMLs
  - b. DMLs for 1997
6. Review of observer data
7. Gear requirements for vessels without DMLs
8. Possible inclusion in IDCP of vessels of less than 400 short tons capacity
9. Observer identification cards
10. Procedures for dealing with special problem sets
11. Updating information on mortality rates in sets with few dolphins captured and no backdown
12. Membership of non-governmental organizations in the IRP
13. Confidentiality:
  - a. Names of vessels with DMLs
  - b. Data release to coastal nations
14. Cooperation of nations not party to the Agreement with vessels in the EPO
15. DMLs and flag changes
16. Place and date of next meeting
17. Other business
18. Adjournment

The IRP meeting was followed, on February 20-21, 1997, by the 32nd IGM, involving all the national representatives at the IRP meeting, as either participants or observers, and also a representative from the Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero. It was agreed to amend the wording in Part III of the Appendix to the Agreement for the Conservation of Dolphins related to the IRP so as to increase the number of representatives from non-governmental organizations (NGOs) on the Panel from four to six, three from environmental organizations and three from the tuna-fishing industry, all to be appointed by the member governments of the IRP. The revised version appears as Appendix 2 of this report. It was also agreed that the government of Costa Rica would continue as a member of the Panel until the amendments to the Panel's composition are considered at the next meeting. Finally, it was agreed to accept the modified procedure for the entry of NGOs to the IRP proposed by an ad hoc committee of the IRP. The governments representatives at this meeting agreed on the Consensus of Santa Marta and the Resolution of Santa Marta, which appear as Appendices 5 and 6 of this report.

Copies of the minutes of the 32nd IGM are available from the IATTC on request.

#### **15TH MEETING OF THE IRP**

The 15th meeting of the IRP was held in Puntarenas, Costa Rica, on June 1-3, 1997. Sr. Jaime Basadre Oreamuno of Costa Rica presided at the meeting, which was attended by representatives of Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Panama, the United States, Venezuela, the tuna industry, and the environmental community, plus representatives of the IATTC, acting as Secretariat.

The agenda consisted of the following items:

1. Opening of meeting
2. Election of Presider
3. Approval of agenda
4. Approval of minutes of the 14th Meeting of the IRP and 1996 IRP Annual Report
5. Observer identification cards
6. Gear requirements for vessels without DMLs
7. Time elapsed from start of set to end of backdown

8. Dolphin Mortality Limits (DMLs):
  - a. Review of 1997 DMLs
  - b. DMLs for the second semester of 1997
9. Review of observer data
10. Procedures for dealing with special problem sets
11. Confidentiality of information
12. Cooperation of nations not party to the Agreement with vessels in the EPO
13. Possible inclusion in IDCP of vessels of less than 400 short tons capacity
14. Procedures for incorporation of government members to the Panel
15. Appointment of non-governmental members
16. Working group for the study of rules and procedures for entry of new fleets to the EPO
17. Place and date of next meeting
18. Other business
19. Adjournment

#### **16TH MEETING OF THE IRP**

The 16th meeting of the IRP was held in La Jolla, California, on October 27, 1997. Ms. Wanda Cain of the United States presided at the meeting, which was attended by representatives of Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Panama, the United States, Vanuatu, Venezuela, the tuna industry, and the environmental community, plus representatives of the IATTC, acting as Secretariat.

The agenda consisted of the following items:

1. Opening of the meeting
2. Election of Presider
3. Approval of agenda
4. Approval of minutes of the 15th Meeting of the IRP
5. Dolphin Mortality Limits (DMLs):
  - a. Review of 1997 DMLs
  - b. DMLs for 1998
6. Review of observer data
7. Procedures for dealing with special problem sets
8. Confidentiality of information
  - a. Vessels and DMLs
  - b. IRP tuna vessel sighting form
9. Confirmation of vessel flag prior to participation in the IDCP
10. Place and date of next meeting
11. Other business
12. Adjournment

The latest version of the IRP Rules of Procedure, updated in accordance with decisions made at the 32nd and 33rd IGMs, is shown in Appendix 4.

#### **BIGEYE MANAGEMENT OPTIONS WORKING GROUP**

A resolution passed at the 58th meeting of the IATTC concluded "that action should be taken to limit or reduce the fishing mortality of small bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean to the levels observed in the fishery in recent years," and requested that "the staff of the IATTC ... convene a Working Group of experts to evaluate possible management options which can be implemented to achieve" those

“objectives,” ... “including consideration of, *inter alia*, closed areas, closed seasons, prohibitions and/or limitations on the use of certain types of fishing gear, global catch quotas, and individual vessel quotas.” The first meeting of the Bigeye Management Options Working Group was held in La Jolla, California, USA, on September 16-18, 1997. The participants included experts on fisheries management from Canada, Colombia, Ecuador, Japan, Mexico, the United States, Venezuela, the South Pacific Commission, and the IATTC. The following agenda was adopted:

1. Welcome, introductions, housekeeping, and consideration of agenda
2. Introduction
3. Discussion of work schedule
4. Data collection and monitoring
5. Review of background papers
6. National means of compliance with any agreed measures
7. Discussion of suitable management options
8. Future work and timetable

Copies of the minutes of the meeting are available from the IATTC on request.

## ADMINISTRATION

### BUDGET

At its 55th meeting, held in La Jolla, California, USA, on June 13-15, 1995, the Commission unanimously approved the budget for the 1996-1997 fiscal year, submitted by the Director, in the amount of \$4,998,530. However, the final amount received from the member nations during the 1996-1997 fiscal year was \$3,477,142, a shortfall of \$1,521,358 relative to the amount which was recommended and approved for the regular budget. As a consequence, some planned research had to be curtailed. In addition to its regular budget, during the 1996-1997 fiscal year the IATTC received \$1,234,573 from vessel owners to pay the costs of placing observers on their vessels, \$34,407 from organizations which awarded contracts to the IATTC to perform various types of research, and \$52,822 from interest and other sources.

### FINANCIAL STATEMENT

The Commission's financial accounts for the 1996-1997 fiscal year were audited by Peat, Marwick, Mitchell and Co. Summary tables of its report are shown in Appendix 7 of this report.

### INTER-AGENCY COOPERATION

During 1997 the scientific staff of the IATTC continued to maintain close contact with university, governmental, and private research organizations and institutions at local, national, and international levels. 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 are located on the campus of Scripps Institution of Oceanography (SIO), University of California, 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. Drs. James Joseph and Richard B. Deriso are mem-

bers of the faculty of SIO, and Dr. Deriso supervised the research of some students at that institution during 1997. Ms. Cleridy E. Lennert-Cody and Mr. George M. Watters were registered as graduate students at SIO during 1997.

Drs. Joseph and Deriso also serve as members of the faculty of the University of Washington, Seattle, Washington, USA, and Dr. Joseph is also a member of the faculty of the Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, Mexico. Dr. Martín A. Hall serves as a member of the faculty of the University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada. Drs. Deriso, Hall, Michael G. Hinton, Robert J. Olson, and Michael D. Scott served on committees which supervised the research of graduate students at various universities during 1997.

The cordial and productive relationships which the IATTC has enjoyed with the Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), the Commission for the Conservation of Southern Bluefin Tuna (CCSBT), the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, the Indian Ocean Tuna Commission (IOTC) (formerly the Indo-Pacific Tuna Development and Management Programme (IPTP)), the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), the Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA), the South Pacific Commission (now the Secretariat of the Pacific Community; SPC), and other international organizations have continued for many years. Mr. Alejandro A. Anganuzzi was granted two leaves of absence during 1997, one to work for the IPTP in Colombo, Sri Lanka, and the other to work as a consultant for FAO on a bio-economic model for demersal fisheries for the government of Sri Lanka. To help achieve the objectives of its Expert Consultation on Interactions of Pacific Ocean Tuna Fisheries, FAO has provided funding for two computer simulation studies which are being conducted by the IATTC staff. FAO also provided funds for publication of the proceedings of a world workshop on bigeye tuna which was held at the IATTC headquarters in La Jolla in November 1996. Dr. Deriso served as an advisor for the CCSBT, and also as a member of a committee to review the adult sea lamprey program of the Great Lakes Fishery Commission, during 1997.

Also during 1997 the IATTC staff maintained close working relationships with fishery agencies of its member countries, and with similar institutions in many non-member countries in various parts of the world. Mr. Forrest R. Miller's studies of the effects of environmental conditions on the surface fishery for tunas, described in the subsection entitled *Oceanography and meteorology*, are funded by Continental Weather Services, Inc., and the U.S. National Oceanographic and Atmospheric Administration. Dr. James Joseph was a member of the Committee on Fisheries of the Ocean Studies Board of the U.S. National Academy of Sciences, Dr. Richard B. Deriso was co-chairman of the Committee on Fish Stock Assessment Methods of the National Research Council of the United States, a member of the Scientific and Statistical Committee of the Western Pacific Fishery Management Council of the United States, a member of the Review Committee for California Sea Grant, and an advisor on stock assessment of school sharks to the Australian Fisheries and Management Authority. Dr. William H. Bayliff and Mr. Patrick K. Tomlinson were members of the editorial board of *Investigaciones Marinas CICIMAR*, published by the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Mexico, Dr. Ashley J. Mullen was Associate Editor of *Natural Resource Modeling*, a journal published by the Rocky Mountain Mathematics Consortium in association with the Resource Modeling Association, and Dr. Michael D. Scott was an Associate Editor of the journal *Marine Mammal Science*. Dr. Scott was also a member of the Pacific Scientific Review Group, which has the responsibility of monitoring U.S. marine mammal management policies and research in the Pacific Ocean. Mr. Kurt M. Schaefer participated in the Hawaii Tuna Tagging Program, funded by the Pelagic Fisheries Research Program at the Joint Institute of Marine and Atmospheric Research, School of Ocean and Earth Sciences and Technology, University of Hawaii at Manoa (see subsection entitled *Tuna tagging*). Mr. Felipe Galván-Magaña of CICIMAR and Dr. Robert J. Olson of the IATTC continued their joint study of the

trophic interactions of yellowfin tuna, dolphins, and associated predators in the eastern Pacific Ocean described on pages 27-28 of the IATTC Annual Report for 1995. Dr. Olson and Ms. Jenny M. Suter spent the period of June 2-July 7, 1997, in Japan. Their trip was supported by the Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) of Japan. While in Japan they visited two laboratories of the Japan Sea Farming Association, the Yaeyama Station on Ishigaki Island, Okinawa Prefecture, and the Amami Station on Amami Island, Kagoshima Prefecture, where they observed mariculture techniques. Dr. Olson also spent 2 weeks at the Fisheries Research Station of Nagasaki University in Nomozaki, where he worked with several faculty members on respirometry techniques. Ms. Suter also spent 2 weeks at the Ocean Research Institute of Tokyo University, where she worked with the staff on identification and ecology of zooplankton commonly found in the stomachs of tuna larvae. Dr. Daniel Margulies and Ms. Jeanne Wexler of the IATTC and Dr. Seinen Chow of the National Research Institute of Far Seas Fisheries of Japan collaborated on analyses of the genetics and age and growth of yellowfin and/or bigeye tuna collected offshore off Panama. Also, Dr. Chow, Dr. Berten E. Ely of the University of South Carolina, USA, and Dr. Peter Grewe of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, confirmed species identifications from tissue samples of specimens of yellowfin and bigeye tunas utilized in a comparative study of some anatomical features of these two species conducted by Mr. Kurt M. Schaefer of the IATTC. This work is described in the subsection entitled *Identification of yellowfin and bigeye tuna*. At the invitation of Dr. Christofer H. Boggs of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS), Honolulu, Hawaii, Dr. Michael G. Hinton participated on a swordfish research cruise aboard the NMFS vessel *Townsend Cromwell* in the EPO, mostly between 5°N and 10°N in the vicinity of 140°W, from August 30 to September 29, 1997. This work is described in the subsection entitled *Swordfish studies*. Ms. Wexler participated in a course entitled Identification of the Early Stages of Fishes in the Southern Region of the California Current, given at the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas of the Instituto Politécnico Nacional, in La Paz, Mexico, on December 8-12, 1997. The course was taught by members of the staff of the U.S. NMFS, La Jolla, California.

Since 1977 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. In addition, these observers have collected stomach contents and samples of gonads and other tissues of tunas, 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.* Government organizations, educational institutions, and industry representatives from the various countries involved have cooperated fully in the training and placement of these observers. Data collected by the observer program of Mexico were furnished to the IATTC staff for analysis.

Over the years, 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 2 weeks or more are listed in Appendix 1. Also, 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 travelled to various locations for the specific purpose of teaching or assisting with research programs. Dr. Martín A. Hall gave three lectures at the Nicholas School of the Environment, Duke University, Beaufort, North Carolina, on August 12-13, 1997. Two of these, entitled "Fisheries bycatch: problems and solutions" and "The interaction of biology and policy in solving the tuna-dolphin problem," were given in the Conservation Biology and Policy course, and the other, entitled "International issues in marine mammal management," was given in the Marine Mammals course.

The establishment by the IATTC of a research facility at Achotines Bay, Panama, described in the section entitled **FIELD STATIONS**, gave the staff the opportunity to work more closely with Panamanian fisheries personnel. IATTC personnel have assisted local scientists in the implementation of research proj-



ects on species other than tunas, *e.g.* corvina-like fishes (Sciaenidae) and snappers (Lutjanidae), discussed in the subsection entitled ***Spawning and rearing of polla drum and spotted rose snappers.***

Late in 1993, an agreement was reached by the OFCF of Japan, the government of the Republic of Panama, and the IATTC to undertake a joint five-year project, funded mostly by the OFCF, at the Achotines Laboratory. The project, which entered its initial stage in 1994, encompasses research on the feasibility of culturing adult yellowfin tuna, corvina-like fishes, and snappers to supply larvae for research, and the production of food organisms for their larvae and juveniles. This project is described in the section entitled ***Early life history studies.*** In October 1997 it was recommended that the project be extended by an additional two years.

Over the years, IATTC employees have collected tissue samples of tunas and billfishes for use in genetic studies conducted by scientists of other organizations. In 1997 samples of tissues of various species of tuna and tuna-like fishes were collected for the Division of Fisheries, Commonwealth Scientific and Industrial Organization, Hobart, Australia, the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan, the FISHTEC Genetics Laboratory, University of South Carolina, Columbia, South Carolina, USA, the Rowett Research Institute, Aberdeen, Scotland, and the Virginia Institute of Marine Sciences (VIMS), College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia, USA. (The IATTC also contributes financial support to some of the studies conducted at the VIMS.)

### FIELD STATIONS

The IATTC maintains field offices in Manta, Ecuador; Ensenada and Mazatlán, Mexico; Panama, Republic of Panama; Mayaguez, Puerto Rico, USA; and Cumaná, Venezuela. The scientists and technicians stationed at these offices 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 and placement of observers aboard vessels participating in the IATTC's Tuna-Dolphin Program. This work is carried out not only in the above-named ports, but also in other ports in Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Panama, Peru, Puerto Rico, and Venezuela, which are visited regularly by IATTC employees.

In addition, the IATTC maintains a laboratory at Achotines Bay, just west of Punta Mala on the Azuero Peninsula of Panama. The Achotines Laboratory is used principally for studies of the early life history of tunas. Such studies are of great importance, as acquisition of knowledge of the life history of tunas prior to recruitment into the fishery would reduce the uncertainty which currently exists in the staff's assessments of the condition of the various stocks of tunas. The enlargement of the laboratory facilities to accommodate the previously-described project involving the Overseas Fishery Cooperation Foundation of Japan, the government of Panama, and the IATTC was completed during 1997. The work conducted at the Achotines Laboratory is described in the section entitled ***Early life history studies.***

### 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 1997 IATTC staff members had published 141 Bulletins, 46 Annual Reports, 8 Special Reports, 9 Data Reports, 8 books, and 478 chapters, papers, and articles in books and outside journals. The contributions by staff members published during 1997 are listed in Appendix 8 of this report.

## TUNA-BILLFISH PROGRAM

### THE FISHERY

The IATTC staff is concerned principally with the eastern Pacific Ocean (EPO; Figure 1), currently defined, for purposes of catch and effort statistics, as the area between the mainland of North, Central, and South America and 150°W.

#### *The eastern Pacific tuna fleet*

The IATTC staff maintains records of gear, flag, and fish-carrying capacity for most of the vessels which fish at the surface for yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack (*Katsuwonus pelamis*), bigeye (*Thunnus obesus*), or bluefin (*T. thynnus*) tuna in the EPO. Records are not maintained for Far East-flag longline vessels, nor for sport-fishing vessels and small craft such as canoes and launches. The fleet described here includes vessels which have fished all or part of the year in the EPO for yellowfin, skipjack, bigeye, or bluefin tuna.

The owner's or builder's estimates of vessel carrying capacities are used until landing records indicate that revision of these is appropriate. The vessels are grouped, by carrying capacity, into the following size classes for reporting purposes: class 1, less than 51 short tons (ST) (46 metric tons (MT)); class 2, 51-100 ST (46-91 MT); class 3, 101-200 ST (92-181 MT); class 4, 201-300 ST (182-272 MT); class 5, 301-400 ST (273-363 MT); and class 6, more than 400 ST (363 MT). Except for longliners and the miscellaneous small vessels mentioned in the previous paragraph, all vessels which fished in the EPO during the year are included in the annual estimates of the size of the surface fleet.

Until about 1960 fishing for tunas in the EPO was dominated by baitboats operating in the more coastal regions and in the vicinity of offshore islands. During the late 1950s and early 1960s most of the larger baitboats were converted to purse seiners, and by 1961 the EPO surface fleet was dominated by these vessels. During the 1961-1991 period the number of baitboats decreased from about 93 to 19, where it has since remained, and their total capacity decreased from about 10 to 1 thousand metric tons. During the same period the number of purse seiners increased from 125 to 155, and their capacity increased from about 27 to 108 thousand metric tons. The peak in numbers and capacity of purse seiners occurred from the mid-1970s to the early 1980s, when the maximum number of vessels, 282, and the maximum capacity, about 168 thousand metric tons, were reached (Table 1).

The construction of new and larger purse seiners, which began during the mid-1960s, resulted in an increase in the total surface fleet capacity from about 42 thousand metric tons in 1966 to about 167 thousand metric tons in 1976. During the 1977-1981 period the fleet capacity remained fairly stable. During this period the construction of new vessels continued, but the new capacity was offset by losses due to sinkings and vessels leaving the fishery. A major El Niño event began in mid-1982 and persisted until late 1983. The catch rates in the EPO were low during the 1978-1981 period due to concentration of fishing effort on small fish, and the situation was exacerbated by the El Niño episode, which made the fish less vulnerable to capture. In 1982 the fleet capacity declined by about 16 thousand metric tons as vessels were deactivated or left the EPO to fish in other areas, primarily the western Pacific. This trend continued through 1983 as the catch rates in the EPO declined further, and the fleet capacity declined by about 48 thousand metric tons during 1983 and 1984. The fleet capacity in 1984, about 107 thousand metric tons, was the lowest it had been since 1971. In 1985, however, due primarily to the return of vessels from the western Pacific, the capacity increased to about 120 thousand metric tons, but in 1986 it decreased slightly to about 114 thousand metric tons. During 1987, several new vessels were added to the fleet, and others returned to the EPO fishery from the western Pacific, causing the fleet capacity to increase to about 132 thousand metric tons. This trend continued in 1988, resulting in a fleet capacity of about 137 thousand metric tons. This was the greatest fleet capacity since 1982. In

the spring of 1990 the U.S. tuna-canning industry adopted a policy of not purchasing tunas caught during trips during which sets on tunas associated with dolphins were made. This caused many of the U.S.-flag vessels fishing in the EPO to leave that fishery and enter the fisheries of the Atlantic or western Pacific. The U.S. canners have continued their "dolphin-safe" policy, resulting in further decreases in the number of U.S.-flag vessels fishing in the EPO, and a consequent reduction in the EPO fleet to about 101 thousand metric tons in 1992. With increases in participation of non-U.S.-flag vessels in the fishery, the capacity has increased steadily since 1992, and the 1997 capacity was about 129 thousand metric tons.

The 1996 and preliminary 1997 data for numbers and carrying capacities of surface-gear vessels of the EPO tuna fleet are shown in Tables 2a and 2b. The EPO tuna fleet was dominated by vessels operating under the Mexican and Ecuadorian flags during 1997. The Mexican fleet has been the largest fleet since 1987, with about 33 percent of the total capacity during 1997, while vessels registered in Ecuador, Venezuela, Vanuatu, and the United States comprised 19, 17, 9, and 8 percent of the total capacity, respectively.

Class-6 purse seiners make up the majority of the total capacity of the fleet of vessels which fish at the surface for tunas in the EPO. This group of vessels comprised 89 percent of the total fishing capacity operating in the EPO in 1997.

The monthly average, minimum, and maximum capacities at sea (CAS), in metric tons, of vessels which fished at the surface for tunas in the EPO during 1982-1996, and the 1997 values, are shown in Figure 2. The monthly values are averages of the CAS estimates given in the Weekly Reports prepared by the IATTC staff. The values for the 1982-1996 period were chosen for comparison with those of 1997 because the earlier years, when regulations were in effect, had somewhat different temporal distributions of effort due to restriction of yellowfin fishing in the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA; Figure 1). Overall, the 1997 CAS values are greater than the 1982-1996 averages. During the 1982-1996 period an average of 51 percent of the fleet capacity was at sea during each month; in 1997 the average was about 59 percent. Thus, while the total capacity of the fleet in 1997 was lower than in many of the previous years, the ratio of the CAS to the total fleet capacity was greater than the average observed during the preceding 15-year period. The extremes in the average monthly CAS were observed in 1983-1984, during and following the 1982-1983 El Niño event, when the average monthly CAS was about 38 percent, and in 1989, when the average monthly CAS was about 61 percent.

### **Catches**

Annual estimates of the catches of the various species of tunas and other fishes landed by vessels of the EPO fleet which fish for tunas with surface gear are shown in Table 3. The subsurface (longline) catches of yellowfin, bigeye, and bluefin in the EPO are listed in Tables 14, 15, 16, and 27, and data for those species and black skipjack (*Euthynnus lineatus*) discarded at sea in the EPO are listed in Table 40. The data for skipjack which are landed are essentially complete except for insignificant catches made by the longline, sport, and artisanal fisheries. Recreational catches landed in California are included in the landings. In the case of bluefin, these landings have become an increasingly important component of the catch in recent years (Table 27).

There were no restrictions on fishing for tunas in the EPO during the 1982-1997 period, although regulations placed on purse-seine vessels directing their effort at tunas associated with dolphins have probably affected the way these vessels operate, especially during the late 1980s and the 1990s. Studies which may provide measures of this effect are currently in progress, but useful results are not yet available, so the statistics for 1997 are compared to those for 1982-1996. As mentioned in the previous subsection, there was a major El Niño event during 1982-1983 which made the fish less vulnerable to capture and reduced the numbers of vessels in the EPO. The fishing effort remained relatively low during 1984-1986.

The average annual catch of yellowfin by surface gear in the CYRA during the 1982-1996 period was 197 thousand metric tons (range: 82 to 267 thousand). The preliminary estimate of the 1997 yellowfin

catch in the CYRA is 219 thousand metric tons. During the 1982-1996 period the annual yellowfin catch by surface gear in the area between the CYRA boundary and 150°W averaged 26 thousand metric tons (range: 12 to 47 thousand). The preliminary estimate of the yellowfin catch from this area for 1997 is 41 thousand metric tons. The estimated 1997 yellowfin catch from the EPO, 260 thousand metric tons, is below the maximum of 289 thousand metric tons taken in 1989, but about 14 percent greater than the 1982-1996 average of 223 thousand metric tons.

During the 1982-1996 period the annual catch of skipjack in the EPO averaged 83 thousand metric tons (range: 49 to 138 thousand). The preliminary estimate of the skipjack catch in the EPO in 1997, 158 thousand metric tons, is nearly 90 percent greater than the average of the annual catches for the last 15 years. The 1997 skipjack catch has exceeded those of all previous years except 1978, when 170 thousand metric tons were caught).

Prior to 1994 the average catch of bigeye in the EPO by surface gear was about 4 thousand metric tons (range: <1 to 15 thousand) (Table 3). Since 1993 the catches have increased to 29 thousand metric tons in 1994, 37 thousand metric tons in 1995, and 51 thousand metric tons in 1996 and 1997. These increasing catches of bigeye resulted from the discovery, made during the early 1990s, that tunas associated with floating objects, but well below the surface, can be detected with sonar and caught with purse seines. Many of these floating objects are fish-aggregating devices (FADs) placed in the water by the fishermen.

While yellowfin, skipjack, and bigeye comprise the most significant portion of the catch made by vessels fishing for tunas at the surface in the EPO, bluefin, albacore (*Thunnus alalunga*), black skipjack, bonito (*Sarda orientalis*), and other species contribute to the overall harvest in this area. The total catch of these other species in the EPO was about 4 thousand metric tons in 1997, well below the 1982-1996 average of 9 thousand metric tons (range: 2 to 17 thousand).

The 1996 catches in the EPO, by flag, and the landings of tunas caught by surface gear in the EPO, by country, are given in Table 4a, and preliminary estimates of the 1997 catches and landings are given in Table 4b. The estimated catch of all species in the EPO in 1997 was about 472 thousand metric tons, which exceeds the previous record total catch of 423 thousand metric tons, taken in 1996. Mexican-, Ecuadorian-, Venezuelan-, and Vanuatu-flag vessels harvested 32, 21, 14, and 9 percent, respectively, of the total EPO catch. The landings are fish unloaded during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is that in which the fish were unloaded from the fishing vessel or, in the case of transshipments, the country which received the transshipped fish. Preliminary landings data (Table 4b) indicate that, of the 476 thousand metric tons of tunas landed in 1997, 184 thousand metric tons (39 percent) was landed in Ecuador. The landings in Mexico (136 thousand metric tons; 29 percent) and Colombia (68 thousand metric tons; 14 percent) were next in terms of magnitude. Other countries with significant landings of tunas caught in the EPO included Costa Rica (7 percent), the United States (4 percent), and Venezuela (2 percent). It is important to note that when final information is available the landings currently assigned to various countries may change due to exports from storage facilities to processors in other nations.

Tunas are caught in three types of schools by surface gear, those in which the fish are associated with dolphins, those in which the fish are associated with floating objects, such as logs, and those in which the fish are associated only with other fish. Data on the logged purse-seine sets of each type from trips in which the catch consisted of at least two thirds yellowfin and skipjack, the catches of yellowfin, skipjack, and bigeye tuna in these sets, and the total catches of these species by purse seines are listed in Table 5. (The sums of the logged catches by the three types of gear are less than the total catches because usable logbook data were not obtained for all trips of all vessels. Also, some of the data which were considered to be usable are probably inaccurate. Similar data are also obtained from the logbooks of the observers who accompany tuna vessels to collect data for the IATTC's Tuna-Dolphin Program. The observers collect data on all trips of Class-6 purse seiners, but on only a few of those of Class-5 purse seiners and on none of those of smaller purse seiners. (About 90 percent of the carrying capacity of tuna vessels in the EPO consists of Class-6 purse seiners (Table 2).) The IATTC staff is currently

exploring methods to combine the two data bases, retaining only the more reliable data in cases where there is duplication.) The greatest numbers of sets on schools associated with floating objects and on schools of tuna associated only with other fish were made during the period from the mid-1970s to the early 1980s. Despite opposition to fishing for tunas associated with dolphins and the refusal of U.S. canners to accept tunas caught during trips during which sets were made on dolphin-associated fish, the numbers of sets made on fish associated with dolphins have decreased only moderately. The logged catches of tunas in these sets peaked at about 173 thousand metric tons in 1989, and then decreased to about 106 thousand metric tons in 1993. Since then the logged catches taken in dolphin sets have increased, averaging about 128 thousand metric tons during 1994-1997.

The average annual distribution of the logged catches of yellowfin by purse seiners in the EPO during the 1982-1996 period is shown in Figure 3, and a preliminary estimate for 1997 is shown in Figure 4. In 1997 the catches were relatively greater south of the equator and west of about 83°W. As fishing conditions change throughout the year, the areas of greatest catches vary. The catch of yellowfin during the first quarter of 1997 was generally restricted to regions inside the CYRA, primarily in nearshore areas along the coast of North and Central America, in the vicinity of the Costa Rica Dome, and between about 5°N and 10°N from about 85°W to 108°W. In addition, good fishing occurred offshore in the southern hemisphere between about 0° and 15°S from about 80°W to 97°W. During the second quarter substantial catches continued to be made nearshore, especially at entrance of the Gulf of California and near the Costa Rica Dome. The catches increased in the offshore area between about 5°N and 15°N from about 110°W to 133°W, along the confluence of the North Pacific Current and the westward-flowing North Equatorial Current (NEC) and along the boundary between the NEC and the eastward-flowing Equatorial Counter-current. During the third quarter, regions of relatively high catches occurred (1) off Baja California between about 24°N and 30°N, (2) near the Costa Rica Dome, and (3) in the offshore region between about 8°N and 22°N from about 112°W to 130°W. The catches declined during the third quarter in the nearshore region off Colombia and Ecuador. During the fourth quarter fishing continued throughout most of the EPO, with areas of high catches scattered over the region. Somewhat concentrated areas of higher catches were located between about 8°N and 20°N from about 92°W to 125°W and near the Galapagos Islands. Also, the catches increased in the Gulf of California, but decreased in the area off Baja California. Relatively small amounts of yellowfin were caught south of the equator during the second, third, and fourth quarters.

The average annual distribution of the logged catches of skipjack by purse seiners in the EPO during the 1982-1996 period is shown in Figure 5, and a preliminary estimate for 1997 is shown in Figure 6. In 1997 the catches were relatively greater south of the equator and west of about 100°W. High catches of skipjack were made during the first quarter of 1997 between about 5°S and 17°S from about 80°W to 90°W. Another extensive region of high catches was located well offshore between about 2°S and 11°S from about 108°W to 135°W. Less extensive areas of high catches were also located in the Panama Bight and in the region between about 10°N and 2°S from about 89°W to 107°W. During the second quarter the zone of relatively high catches in the Panama Bight extended southward off the coasts of Colombia and Ecuador and westward to about 90°W. The extensive zone of high catches in the offshore region extended from about 82°W to 138°W between about 3°S and 14°S. Also during the second quarter the catches of skipjack increased significantly in the area between about 5°N and 15°N from about 95°W to 137°W and near the entrance of the Gulf of California. During the third quarter the catches declined in the offshore zone south of about 2°S and in the Gulf of Panama and off northern Colombia. The catches remained high off southern Colombia and off Ecuador to about 95°W. The catches increased in the area between about 8°N and 22°N from about 115°W to 130°W. The catches declined in the Gulf of California, but increased significantly off Baja California from about 24°N to 32°N. As the year progressed, the catches continued to decrease in the Panama Bight, and by the fourth quarter there remained only a few scattered regions of higher catches off the coast of Ecuador. During the fourth quarter regions of high catches were widely distributed in the offshore regions of the EPO and along the

Inter-Tropical Convergence Zone from the coast of Ecuador to about 125°W. Also during the fourth quarter the catches increased in the Gulf of California, but declined off Baja California. The catches also declined in the offshore area between about 8°N and 20°N from about 105°W to 125°W.

The average annual distribution of the logged catches of bigeye by purse seiners in the EPO during the 1994-1996 period is shown in Figure 7, and a preliminary estimate for 1997 is shown in Figure 8. The catch of bigeye by surface gear during the 1994-1996 period was made in two principal areas, (1) between about 6°N and 10°S from about 90°W to 130°W, and (2) between about 3°N and 3°S from about 82°W to 88°W (Figure 7). With the development of the fishery for subsurface tunas associated with floating objects, described above, the relative importance of the nearshore areas has decreased, while that of the offshore areas has increased. In 1997, as during the 1994-1996 period, relatively large bigeye catches were made between about 6°N and 10°S from about 90°W to 130°W during all quarters (Figure 8). Bigeye were taken in the nearshore area between 3°N and 3°S from about 82°W to 88°W, primarily during the second, third, and fourth quarters.

Under the terms of the convention which established the IATTC, the primary objective of the IATTC staff's research is monitoring the condition of the stocks of tunas and other species taken in the EPO by tuna fisheries. Taking into consideration the extensive movements of the tunas, the mobility of the vessels of the tuna fleets of various nations, and the international nature of the tuna trade, statistics on the catch and effort from the EPO must be viewed in the light of global statistics. Statistics for the global catches of tunas and related species for 1996, the most recent year for which data are available, are presented in Figures 9 and 10. Statistics of the catches of the principal market species of tunas during 1970-1996, by oceans, appear in Table 6 and Figure 11.

#### ***Catch per ton of carrying capacity***

The total catch per ton of carrying capacity (CPTCC) for the vessels which fish at the surface for tunas in the EPO provides an index of trends in annual relative gross income for vessels of various size groups. To provide more detail in this index than would be available if the IATTC's historical six classes of vessel capacity classification were used, the vessels are assigned to following size groups: 1, <301 short tons (ST) (273 metric tons (MT)); 2, 301-400 ST (273-363 MT); 3, 401-600 ST (364-544 MT); 4, 601-800 ST (545-726 MT); 5, 801-1000 ST (727-907 MT); 6, 1001-1200 ST (908-1089 MT); 7, 1201-1400 ST (1090-1270 MT); and 8, >1400 ST (1270 MT).

Estimates of the CPTCCs for the 1986-1997 period are presented in Table 7 for the EPO and for all ocean fishing areas from which vessels of the EPO tuna fleet harvested fish, by size group, area, and species. Yellowfin and skipjack contribute the most to the CPTCCs for the larger vessels, while other species, which include other tunas as well as miscellaneous fishes, make up an important part of the CPTCCs of the smaller vessels in many years. In earlier years, and in years in which the majority of the EPO tuna fleet exerts most of its fishing effort in the EPO, the CPTCCs for the EPO and all ocean fishing areas are nearly the same. During the 1986-1996 period the CPTCCs in the EPO for all vessels and all species averaged 3.2 tons of fish per ton of carrying capacity, with a range of 2.6 to 3.8; for yellowfin it averaged 2.2 tons, with a range of 2.1 to 2.4; and for skipjack it averaged 0.8 tons, with a range of 0.5 to 1.2. The preliminary estimates for 1997 are 3.8, 2.1, and 1.3 tons for all species, yellowfin, and skipjack, respectively. The only years in which yellowfin and skipjack combined constituted less than 90 percent of the total are 1994-1997.

#### **YELLOWFIN QUOTAS**

The scientific staff of the IATTC has the responsibility for conducting studies of the biology of the tunas and related species of fish inhabiting the eastern Pacific Ocean and the effects of fishing upon

them, and recommending appropriate conservation measures when necessary so that the stocks of fish can be maintained at levels which will yield the maximum sustainable catches. The Director first recommended that an annual quota be set on the catch of yellowfin in the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA; Figure 1) in 1962. However, the member governments could not reach agreement on a yellowfin quota until 1966. Agreement was reached on a quota for every year from 1966 through 1986 and 1988 through 1997. The Director did not recommend a quota for 1987 because, due primarily to exceptionally high levels of recruitment in 1984 and 1985, the abundance of yellowfin appeared to be at its greatest level in recent years.

The IATTC held its 58th meeting in San Jose, Costa Rica, on June 3-4, 1997. The Director recommended a yellowfin quota of 220,000 metric tons for that year, with the option to increase this limit by up to three increments of 15,000 metric tons each. This quota was also adopted.

## RESEARCH

### *Size composition of the catch*

Length-frequency samples are the basic source of data used for estimating the size and age compositions of the various species of fish in the landings. This information is necessary to obtain age-structured estimates of the population for various purposes, including age-structured population modeling. The results of age-structured population modeling can be used to estimate recruitment, which can be compared to spawning biomass and oceanographic conditions. Also, the estimates of mortality obtained from age-structured population modeling can be used, in conjunction with growth estimates, for yield-per-recruit modeling. The results of such studies have been described in several IATTC Bulletins and in all of its Annual Reports since that for 1954.

Length-frequency samples of yellowfin, skipjack, bigeye, northern bluefin, and black skipjack from purse-seine, baitboat, and recreational catches made in the eastern Pacific Ocean (EPO) are collected by IATTC personnel at ports of landing in Ecuador, Mexico, Panama, the USA (California and Puerto Rico), and Venezuela. The catches of yellowfin and skipjack were first sampled in 1954, and sampling has continued to the present.

The staff collected and processed 742 yellowfin, 554 skipjack, 192 bigeye, 26 northern bluefin, and 17 black skipjack samples from the 1997 catch. Most of these were 50-fish samples. For all of the above species except black skipjack the length-frequency samples are stratified by market-measurement areas (Figure 12), months, and years. The sampling procedures are explained in detail in IATTC Bulletin, Vol. 20, No. 6.

Figure 13 consists of histograms showing the estimated catches of yellowfin in the market-measurement areas of the EPO (Figure 12) in 1997. Although the size range is approximately the same in all areas, with nearly all of the fish being between 40 and 160 cm in length, the distributions differ considerably from area to area. The average weights range from 3.0 kg (6.7 pounds) in Area 6 to 14.1 kg (31.1 pounds) in Area 10.

Histograms showing the estimated catches of yellowfin in the CYRA (all areas except 10 and 11 in Figure 12) during each year of the 1992-1997 period appear in Figure 14. The average weight for 1997, 9.1 kg (20.0 pounds), was the lowest for the 1992-1997 period.

Figure 15 consists of histograms showing the estimated catches of yellowfin in the area between the CYRA boundary and 150°W (Areas 10 and 11 in Figure 12) during each year of the 1992-1997 period. The largest modal group in the 1997 distribution is located between 90 and 140 cm. The distribution is somewhat similar to those of 1995 and 1996, but the relative frequency of fish between about 90 and 120 cm was greater during 1997 than during the other two years. The average weight for 1997, 13.8 kg (30.4 pounds), was the lowest for the 1992-1997 period.

Histograms showing the estimated catches of skipjack in the market-measurement areas of the EPO in 1997 appear in Figure 16. The data for Areas 1, 2, and 8 and Areas 4 and 5 have been combined due to low catches in those areas (Figure 6). Larger fish are most evident in Area 7, and smaller fish are most evident in Areas 7, 13, and 11.

Figure 17 consists of histograms showing the estimated catches of skipjack in the entire EPO for each year of the 1992-1997 period. The average weight for 1997, 2.4 kg (5.3 pounds), was the lowest of the 6-year period.

Prior to 1994 the surface catch of bigeye in the EPO was incidental to that of yellowfin and skipjack, and the annual catches (Table 3) and numbers of length-frequency samples taken were considerably less than those of yellowfin and skipjack. During 1994-1997, however, more bigeye were caught and more samples were obtained. Histograms showing the estimated catches of bigeye in the market-measurement areas of the EPO during 1997 appear in Figure 18. The greatest catches occurred in Areas 7 and 11. The larger fish evident in Areas 7 and 9 are virtually absent in the other areas.

Figure 19 consists of histograms showing the estimated catches of bigeye during each year of the 1992-1997 period. The average weight for 1997, 5.4 kg (12.0 pounds), was the lowest of the 6-year period.

Northern bluefin are caught by surface gear off California and Baja California from about 23°N to 35°N, with most of the catch being taken during May through October. During 1997 bluefin were caught between 27°N and 33°N, and most of the catch was taken during July and August. Histograms showing the estimated catches of bluefin during each year of the 1992-1997 period appear in Figure 20. The numbers of samples obtained from commercial and recreational catches during recent years were as follows:

Year	Commercial	Recreational
1990	14	0
1991	4	0
1992	1	1
1993	4	35
1994	2	11
1995	6	16
1996	67	5
1997	17	9

The incidence of larger fish was greater in the catches of the commercial vessels. Four distinct modal groups, corresponding to 2-, 3-, 4-, and 5-year-old fish, are evident in the data for 1996.

Black skipjack are caught incidentally by fishermen who are directing their effort toward yellowfin, skipjack, and bigeye tuna. The demand for this species is low, so most of the catch is discarded at sea, but small amounts, mixed with the more desirable species, are sometimes retained. Annual percentage length-frequency distributions of black skipjack caught in the EPO during 1992-1997 are shown in Figure 21. The average weight for 1994 was much less than those for the other years, but this may not be significant, as the sampling during that year was inadequate. No attempt has been made to estimate the weights of the catches by size intervals.

#### ***Identification of yellowfin and bigeye tuna***

A comparative study of the anatomical features of yellowfin and bigeye tuna is nearing completion. Statistical analyses of the external and internal anatomical characteristics for which data had been collected were completed during 1997. The objective of this research is to provide valid diagnostic features for the separation of these two species throughout the size range taken by the commercial fisheries of the eastern Pacific Ocean.



The 58 bigeye and 62 yellowfin utilized in this study were captured by purse-seine vessels fishing near fish-aggregating devices (FADs) in the area encompassed by 3°N, 7°S, 100°W, and 144°W during July 1996 through January 1997. They ranged in length from about 35 to 145 cm. The species were identified by the morphology of their livers. Samples of muscle tissue of all specimens were sent to three geneticists, Dr. Seinen Chow of the National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan, Dr. Berten E. Ely of the University of South Carolina, USA, and Dr. Peter Grewe of the Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia, all of whom confirmed the species identifications.

Each specimen was examined for coloration and distinctive markings, weighed, and sexed. Fifteen different body dimensions were measured, the gill rakers were counted, data on the liver and swim bladder size and morphology were recorded, the otoliths were removed, and a muscle sample was taken. Each of 14 morphometric relationships (ratios of 14 of the measurements to the fork length (length from the tip of the snout to the fork of the tail)) for each species was evaluated by fitting weighted nonlinear regressions to the untransformed data sets. The regression relationships which were found to have statistically-significant differences and to be practical for distinguishing bigeye and yellowfin are: (1) head length *versus* fork length; (2) eye diameter *versus* fork length; (3) distance from origin of first dorsal fin to origin of pelvic fin *versus* fork length; (4) pectoral fin length *versus* fork length; (5) second dorsal fin length *versus* fork length; and (6) anal fin length *versus* fork length.

The total gill raker counts were significantly greater for yellowfin (mean = 30.38; range = 28-33) than for bigeye (mean = 26.55; range = 25-29). The morphology of the livers of yellowfin and bigeye are quite different. In yellowfin the right lobe of the liver is considerably longer than the medial and left lobes, whereas in bigeye the medial lobe is slightly longer than the right and left lobes. Striations are absent from the liver in yellowfin, but present along the ventral edges of the lobes in bigeye. Estimates of the swim bladder volumes for the two species were computed from geometric reconstructions of the bladders based on measurements of the dimensions. For fish of the same size, the volume is significantly greater for bigeye than for yellowfin.

#### ***Reproductive biology of skipjack tuna***

A 2-year sampling program of skipjack tuna gonads, carried out by observers aboard purse-seine vessels fishing in the eastern Pacific Ocean (EPO), was initiated in January 1996 and completed in December 1997. The objective is to obtain a comprehensive understanding of the reproductive biology and reproductive potential of skipjack in the EPO. This project is described in more detail in the IATTC Annual Report for 1996.

As of the end of 1997, samples had been taken on 64 trips, producing 3,710 females with ovarian tissues suitable for histological processing and examination. The tissue samples will be processed and slides will be prepared during 1998. These slides will be examined microscopically to identify the stages of oogenesis, providing an accurate assessment of the reproductive status of each fish. Ovaries are also being selected during the processing to be used for estimating the fecundity of the fish.

#### ***Effects of closure of season-area strata on the catches of bigeye and other species of tunas***

At the 58th meeting of the IATTC a resolution was adopted requesting that "the staff of the IATTC ... convene a Working Group of experts to evaluate possible management options which can be implemented to" ... "limit or reduce the fishing mortality of small bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean to the levels observed in the fishery in recent years." This section describes the results of a study of the effects of one option, closure of season-area strata, on the catches of bigeye and other species of tunas, which was presented as a background paper to the first meeting of that working group.

Data collected by observers for the IATTC Tuna-Dolphin Program during 1994, 1995, and 1996 were stratified by 5-degree areas and quarters. During those years at least 94 percent of the bigeye were caught

in association with floating objects, so only data pertaining to this type of set were considered in the calculations which follow. Three values were estimated for each stratum: the catch of bigeye (including fish not retained); the retained catch of all other tunas; and the number of sets made on floating objects.

The possibility of closing strata to fishing on floating objects, based on catch data for previous years, was investigated by computer simulation with a mathematical technique called linear programming. The strata with the greatest catches of bigeye and the smallest catches of other species during two of the three years were eliminated, one by one, until the simulated catch of bigeye was reduced to 20 percent of the actual catch. Then these strata were closed during the third year, simulating the effects of regulations based on information on the catches during the other two years. Effort from strata which were closed was not reassigned to other strata in one set of calculations (Scenario 1; Table 8), but was reassigned proportionally to existing effort in the other set of calculations (Scenario 2; Table 9). During the first quarter of 1996, for example, the effects of the regulations would be as follows:

Scenario 1 - reduction of the catch of bigeye from 11,503 to 5,362 metric tons and reduction of the catch of other tunas from 17,183 to 14,610 metric tons (Table 8);

Scenario 2 - reduction of the catch of bigeye from 11,503 to 6,830 metric tons and increase of the catch of other tunas from 17,183 to 18,608 metric tons (Table 9).

The desired effect, as noted above, was to reduce the catch of bigeye by 80 percent of what it would have been without regulation, but with Scenario 1 it was reduced by only 53 percent  $((1 - (5,362/11,503)) \times 100)$  of that amount and with Scenario 2 it was reduced by only 41 percent  $((1 - (6,830/11,503)) \times 100)$  of that amount.

The linear program has the effect of ordering the strata by the ratio of the catch of bigeye to the retained catch of the other species. This ratio has been calculated for each stratum of (1) the two years sampled and (2) the year which was out of the sample. Each pair of such values is plotted in Figure 22. The scatter of the points demonstrates that it is not possible to predict accurately the ratio in a season-area stratum of one year from its value in two other years. Similarly, in Figure 23 the retained catch of the other species in one year has been plotted against the sum of the retained catch of the other species in the other two years. Again, the scatter illustrates the large variation between one year and the other two in the series. Large-scale changes in the environment, such as El Niño events, would be likely to exacerbate this variability.

The year-to-year variability in the distribution of the ratio of bigeye catches to the retained catch of other tunas makes it difficult to manage bigeye without affecting the catches of other tunas. This is likely to remain the case until the distributions of tunas can be predicted with reference to external factors such as the movement of water masses. Recognizing this, the working group asked the staff to consider the effects of restrictions on fishing in larger areas.

### ***Tuna tagging***

An IATTC scientist participated in a tag-and-release program directed at yellowfin and bigeye tuna near Hawaii, conducted by the Pelagic Fisheries Research Program at the Joint Institute of Marine and Atmospheric Research, School of Ocean and Earth Sciences and Technology, University of Hawaii at Manoa, during 1995 and 1996. A tagged yellowfin, released in November 1996, was recaptured in the eastern Pacific Ocean (EPO) in July 1997. This is only the fourth record of movement of a yellowfin from the central or western Pacific to the EPO, and the first for which the interval between release and recapture was less than 1 year. Details on the locations and dates of release and recapture are listed in Table 10.

About 20,000 skipjack, plus small numbers of yellowfin and bigeye, were tagged and released near the Hawaiian Islands and elsewhere in the central Pacific Ocean during 1954-1970 by what is now the U.S. National Marine Fisheries Service. There are no published records of returns of skipjack or yellowfin from these releases recaptured at locations other than the Hawaiian Islands.

### ***Swordfish studies***

A member of the IATTC staff participated on a swordfish research cruise aboard the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) vessel *Townsend Cromwell* in the eastern Pacific Ocean, mostly between 5°N and 10°N in the vicinity of 140°W, from August 30 to September 29, 1997. The principal objectives of the cruise were to collect juvenile and adult swordfish with longlines, and larval and early-juvenile swordfish with zooplankton nets, for morphometric, meristic, and genetic studies, and to determine how to catch swordfish suitable for tagging. Longlining was conducted for 17 days. Generally, 450 to 500 hooks were used on each set of the longline. Frozen squid was used for bait, and a light-stick was attached to each gangion. The line was set each evening; retrieval was initiated each morning at about 4:00 a.m., and was completed by about 10:00 a.m. The temperature, salinity, dissolved oxygen, chlorophyll, and current structure were measured at various depths. Thirty-one swordfish, seven blue marlin, four striped marlin, yellowfin and bigeye tuna, and many sharks were caught on the longline. Morphometric data and data on reproductive activity from the blue and striped marlin and genetic data from the swordfish and bigeye were collected for investigations currently being conducted by the IATTC, in cooperation with other organizations. Also, by arrangement with the NMFS, dart tags of the National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan, were placed on a large number of sharks. Although identification of the organisms obtained in zooplankton tows conducted in the vicinity of the Hawaiian Islands while in transit to and from the longline fishing grounds has not yet been completed, it is known that these tows captured at least one juvenile swordfish.

### ***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 which 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 (Figure 24). The continental shelf is quite narrow at this location; the 200-m (109-fathom) 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 (70° to 84°F). 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 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).

Much of the early work at the Laboratory was devoted to developing methods of capturing, transferring, and maintaining live scombrids in captivity. Late-larval (late notochord flexion and post-flexion stages) and early-juvenile scombrids (approximately 8 to 35 mm standard length, SL) are captured for research purposes by nightlighting from a skiff. (Nightlighting consists of attracting fish to an underwater light at night and collecting them with a dipnet.) Yellowfin and/or bigeye tuna (hereafter, when appropriate, referred to as *Thunnus* spp.); black skipjack tuna, *Euthynnus lineatus*; frigate and/or bullet tuna,

*Auxis thazard* and/or *A. rochei* (hereafter, when appropriate, referred to as *Auxis* spp.); sierra, *Scomberomorus sierra*; chub mackerel, *Scomber japonicus*; and striped bonito, *Sarda orientalis*, have been captured in this manner and held in the laboratory. (Larval and early-juvenile yellowfin and bigeye cannot be distinguished on the basis of morphological, meristic, osteological, or pigmentation characters; identification of early juveniles by electrophoretic means has been described (U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 86 (4): 835-838). Larval and early-juvenile *Auxis thazard* and *A. rochei* have been distinguished by minor differences in pigmentation, body depth, and gill raker counts, but there is disagreement concerning the validity of these identifying characteristics.) Through 1995, research at the Achotines Laboratory had been focused mostly on black skipjack, *Auxis* spp., and sierra, the most abundant scombrids in nearshore waters off the southern Azuero Peninsula. Beginning in 1996, research efforts increased to study the early life stages of yellowfin (*Thunnus albacares*), utilizing eggs spawned by the captive yellowfin broodstock at the Laboratory (see the subsection entitled **Yellowfin spawning**).

#### **Joint OFCF-Panama-IATTC project**

In December 1993 an agreement was reached by the Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) of Japan, the government of the Republic of Panama, and the IATTC to undertake a joint 5-year project, funded mostly by the OFCF, at the Achotines Laboratory. The objectives of the project are: (1) to culture adult yellowfin tuna to supply larvae and juveniles for research on its early life history; (2) to produce food organisms for the larval and juvenile tunas; and (3) to culture broodstock snappers (Lutjanidae), corvina-like fishes (Sciaenidae), and food organisms for their larvae and juveniles.

Expansion of and improvements to the infrastructure of the Laboratory were necessary to carry out the objectives of the project. Construction of four large concrete tanks, and seawater and life support systems to maintain the broodstock fishes were completed during 1996, and an additional concrete tank was completed during 1997. The dimensions and capacities of the tanks are as follows:

Tank	Diameter		Depth		Capacity	
	(meters)	(feet)	(meters)	(feet)	(liters)	(gallons)
1	17.0	56	6.0	20	1,361,900	359,800
2	8.5	28	3.0	10	170,200	45,000
3	8.5	28	1.5	5	85,100	22,500
4	8.5	28	1.5	5	85,100	22,500
5	8.5	28	1.5	5	85,000	22,500

The life-support system includes an aeration tower and protein fractionator for Tank 1, sand filters and biofiltration for recirculated water for Tanks 1 and 2, and ultraviolet sterilization units and microfilters for all five tanks. In addition, two concrete tanks for the mass culture of algae and zooplankton were completed and placed into operation, and eight new tanks were set up for culturing larval and early-juvenile fishes.

#### **Yellowfin broodstock**

Yellowfin in the size range of 2 to 7 kg (4 to 15 pounds) were collected in nearshore waters adjacent to the Achotines Laboratory to establish a broodstock population at the laboratory. Procedures for transport, handling, tagging, weighing, and measuring newly-captured yellowfin were developed. Each fish was 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 tag allows each fish to be identified throughout its life in captivity, and injection with OTC facilitates studies of the growth of the fish.

Yellowfin were stocked in the large broodstock tank (Tank 1) and in the reserve broodstock tank (Tank 2) during 1996 and maintained throughout 1997. The diet of the broodstock in Tank 1 is being non-

itored to ensure that it provides enough energy to fuel high growth rates and spawning, but does not cause excess fat deposition. A bioenergetics model, combined with estimates of the growth rates of the fish in Tank 1, is being used as a guideline for determining daily ration schedules. The information on the proximate composition (protein, moisture, fat, and ash) of the food organisms and the broodstock fish (obtained from fish which occasionally died or were sacrificed) are used to adjust the model. The food organisms have included squid (*Loligo* spp.), anchovetas (*Cetengraulis mysticetus*), thread herring (*Opisthonema* spp.), and bigscale anchovies (*Anchovia macrolepidota*), and the diet is supplemented with vitamin and bile powders. Several specimens of each food taxon have been dried, homogenized, and analyzed for proximate composition by a laboratory in Aguadulce, Panama. On average, the anchovetas contain 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 is kept high enough to avoid frenzied feeding activity, while not greatly exceeding the requirements for metabolism, growth, reproduction, and waste losses. The broodstock in Tank 1 were fed at approximately 3 to 5 percent of their body weight per day during 1997. During the year six yellowfin were removed from Tank 1 to analyze their condition. The fish appeared to be in good health, and fat deposition was not excessive.

At the end of the year there were 26 yellowfin in Tank 1. Seven mortalities occurred during the year; these were due to starvation (1 fish), wall strikes (5 fish), and jumping out of the tank (1 fish). The estimated lengths and weights of the captive fish at the end of the year in Tank 1 averaged 117 cm (46 inches) and 32 kg (70 pounds), and ranged from 105 to 132 cm (41 to 52 inches) and 29 to 45 kg (64 to 99 pounds). These estimates are based on average growth rates calculated for the fish that were sacrificed or died during the year. At the end of the year the biomass in the broodstock tank was estimated to be 0.61 kg per cubic meter, which is slightly greater 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. The population in Tank 2 was gradually reduced during 1997, and the last four fish were sacrificed late in the year. These fish were used to produce eggs and larvae that were analyzed for direct genetic inheritance information. At the end of the year fishing effort to restock Tank 2 began.

### ***Yellowfin spawning***

The yellowfin in Tank 1 spawned at nearly daily intervals during most of 1997. The water temperatures in the tank during spawning ranged from 24.4° to 29.5°C (75.9° to 85.1°F). Spawning ceased from mid-March to mid-April, when strong upwelling occurred in the coastal waters near the Laboratory. During the upwelling period the water temperatures in Tank 1 ranged from 20.0° to 24.0°C (68.0° to 75.2°F). During the rest of the year spawning occurred between 3:00 p.m. and 8:30 p.m. The spawning events were usually preceded by courtship behavior (paired swimming, chasing) during the afternoon.

The numbers of fertilized eggs collected after each spawning event in Tank 1 ranged from about 9,300 to 1,771,000. 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 first-feeding larvae were periodically measured. These data were entered into a data base which will be used for comparisons among spawning parameters and physical or biological factors which may influence spawning (*e.g.* water temperature, salinity, lunar cycle, average size of the spawning fish, and average daily ration of the spawning fish).

The fish in Tank 2 began to spawn in mid-April. At the time of initial spawning there were eight fish in the tank. These fish were held in reserve to augment the broodstock population in Tank 1, and

were not expected to spawn in the smaller tank. Spawning continued almost daily through October, when the four remaining fish in the tank were sacrificed. The water temperatures during spawning ranged from 24.7° to 29.5°C (76.5° to 85.1°F). The numbers of eggs collected after each spawning event ranged from about 100 to 750,000. The time of day at which spawning took place ranged from 9:15 a.m. to 5:45 p.m. On several dates separate spawning events occurred during the morning and afternoon.

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

The growth and survival of yellowfin larvae and juveniles hatched from fertilized eggs from the broodstock were examined in the laboratory. During January and February 1997 a preliminary experiment was conducted to compare the growth and survival of first-feeding larvae under two culture conditions: (1) "green-water" conditions (cultured phytoplankton added to the water) and (2) "clear-water" conditions (cultured phytoplankton not added to the water). The larvae were maintained in circular tanks containing 800 L (210 gallons) of filtered sea water and fed a diet of size-graded, wild-caught zooplankton (primarily copepod nauplii and adults). The results indicated that the survival and growth rates of the larvae were higher with green-water than with clear-water conditions. Based on these results, green-water conditions were used routinely in all subsequent culture trials with yellowfin larvae.

Laboratory experiments were conducted later in the year to examine the effects of food type, food concentration, water temperature, and microturbulence on the growth, survival, and food selectivity of yellowfin larvae and early juveniles. Rearing trials with larvae were conducted in either 1.2-m (4-foot) diameter, 700-L (200-gallon) tanks or 1.5-m (5-foot) diameter, 1,200-L (300-gallon) tanks. Rearing trials with juveniles were conducted in 2.4-m (8-foot) diameter, 4,700-L (1,200-gallon) tanks or 4.6-m (15-foot) diameter, 11,000-L (2,900-gallon) tanks. Fluorescent lights suspended over the tanks provided light intensities of 2,500 to 3,000 lux at the surface of the water. The water temperatures in the rearing tanks ranged from 27.1° to 30.0°C (80.8° to 86.0°F).

The food types included wild plankton collected at sea (size-graded copepods), rotifers enriched with a fatty-acid supplement, brine shrimp nauplii enriched with a fatty-acid supplement, recently-hatched yellowfin larvae, chopped or whole fish fry, and chopped thread herring). The effects of microturbulence on the feeding, growth, and survival of the larvae were compared by varying the level of aeration in each tank. The food selectivity of the larvae was studied at different levels of prey abundance and composition. Samples of the larvae were preserved daily, and these are being analyzed to determine the somatic growth rates (length and weight), food ingestion rates, and prey selectivity patterns.

Twelve groups of yellowfin larvae that had hatched from eggs were successfully reared beyond juvenile metamorphosis. Preliminary results indicated that the somatic growth rates from 3 days after hatching (first-feeding stage) to 19 days after hatching (just before or at juvenile metamorphosis) were 2 to 3 times those of earlier experiments with yellowfin larvae (IATTC Annual Report for 1992) and also experiments conducted earlier in the year. The more rapid growth rates were due to the introduction of larval fish as food during the late-larval stage. At the end of the year the longest time period that a yellowfin had been reared in the laboratory was 100 days after hatching.

#### ***Effects of carotenoid diet supplements***

A study of the effects of a carotenoid diet supplement for broodstock yellowfin on the growth and survival of their larvae was conducted during July and August. The fish spawning in Tank 2 were fed a standard diet of squid and thread herring, supplemented with astaxanthin (a type of carotenoid), for 30 days. Eggs were collected from Tank 2 before and after the 30-day treatment period. Some of the eggs were frozen or preserved and some were allowed to hatch. The resulting larvae were reared for 13 days after hatching, and then sacrificed and frozen or preserved. The survival rates and mean lengths of

the two groups of larvae will be compared. The eggs and larvae were freeze-dried, and will be sent to Japan for chemical analyses.

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

Polla drum (*Umbrina xanti*) and spotted rose snappers (*Lutjanus guttatus*) were collected during 1996 to establish broodstock populations in captivity. The broodstock fish were induced to spawn by hormone injection in October 1996 (IATTC Annual Report for 1996). These studies were continued during 1997.

During the last week of April 1997 17 polla drum were induced to spawn by implantation of luteinizing-releasing hormone (LHRH-a) pellets in their musculature. The spawning commenced 28 hours after the pellets were implanted, and took place daily for 19 days. The average temperature of the water in the tank during this period was 26.3°C (79.3°F). An estimated 2,089,000 eggs were produced. Their average diameter was 0.7812 mm, and the average diameter of the oil globule was 0.1833 mm. The eggs were collected and placed into hatching tanks almost daily. Fifty-percent hatching occurred an average of 17 hours after spawning, at a mean temperature of 28.3°C (82.9°F). The rate of hatching was 90.7 percent. The average length of the newly-hatched larvae was 1.782 mm. The larvae were kept alive to determine the growth and morphological development. They were initially fed rotifers enriched with a fatty-acid supplement and artificial microencapsulated food, and later they were fed brine shrimp nauplii. Beginning on the 25th day, they were fed tuna eggs and larvae and ground thread herring. Approximately 900 fish were reared to 65 days after hatching. All of the fish died at that point due to a problem with the water delivery system to the rearing tank. At 65 days after hatching the average length of the fish was 38.4 mm SL.

Sixty spotted rose snappers, held in Tank 4 and acclimated to laboratory conditions for at least 24 months, spawned naturally (without artificial inducement) for the first time in October 1997. The fish spawned 18 times during a period of 43 days. This is the first time spotted rose snappers have spawned without hormone injection in captivity. The mean length of the fish was 44 cm (17 inches) and the mean weight was 1.95 kg (4.30 pounds). Spawning generally occurred between 10:00 p.m. and midnight. The number of eggs collected from each spawning event ranged from 10,000 to 900,000. The hatching rates of the eggs ranged from 95 to 98 percent. The eggs averaged 0.728 mm in diameter, and their oil globules had an average diameter of 0.124 mm.

Eleven culture trials with spotted rose snapper eggs and larvae were completed. These experiments were conducted to examine the effects of initial density of eggs or larvae and/or different food densities and types on the growth and survival of the larvae and juveniles. The food types used in the culture trials included two sizes of rotifers (S (121 to 200 µm in length) and SS (≤120 µm in length)) enriched with a fatty-acid supplement and copepod nauplii (mostly *Acartia* spp.). The survival of the larvae was greater in the tanks in which the fish were fed the smaller SS-type rotifers.

There were 900 juvenile snappers alive at the end of the first two culture trials. The fish were separated into two groups of 450 individuals each, based on their lengths. The larger fish were fed a diet of moist pellets, while the smaller ones were fed a mixed diet of chopped thread herring and squid. The growth and survival of the fish of each group were observed. By the end of the year the group receiving the moist-pellet diet averaged 7.6 cm in length, and the group receiving thread herring and squid averaged 6.1 cm in length. All 900 juveniles were still surviving at the end of the year.

#### ***Identification of yellowfin and/or bigeye tuna larvae***

It is not possible to differentiate field-collected yellowfin from bigeye during their early life stages by their morphological, meristic, or pigmentation characters. This has been accomplished by starch-gel electrophoresis (U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 86 (4): 835-838). During 1997 the mitochondrial DNA of *Thunnus* spp. larvae collected in nearshore waters off Panama during 1990-1992



was amplified by the polymerase chain reaction (PCR) technique, and then restriction fragment-length polymorphism (RFLP) analysis was used to identify the larvae. The larvae were measured, and the otoliths were removed for determination of the ages of the fish. The remaining body tissue of each specimen was preserved in ethanol and sent to Dr. Seinen Chow at the National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, Japan, for the biochemical analysis. Crude DNA was extracted from the muscle tissue of each specimen, and mitochondrial ATPase gene fragment (ATCO) was amplified by PCR. The endonuclease, Mse I digestion, provides the diagnostic restriction-fragment pattern between the two species. Successful amplification was observed in 57 of the 93 individuals examined, and the restriction-fragment profiles clearly indicated that all 57 were yellowfin.

#### ***Age and growth of larval yellowfin tuna***

Comparisons of growth rates and size-at-age data for larval and early-juvenile yellowfin collected in nearshore waters off Panama, yellowfin larvae reared at the Achatines Laboratory, and yellowfin larvae reared at the Yaeyama Station on Ishigaki Island, Japan, were made. The wild specimens were collected in the Panama Bight during the rainy, reduced-upwelling seasons of 1990 and 1991 by dipnetting near an underwater light at night, with light traps (IATTC Annual Report for 1991: 38-39), and with a 75-x 83-cm, 335- $\mu$ m mesh Tucker trawl. The species of each larva was determined by mitochondrial DNA analysis (see previous section). They were aged by counting daily increments in their sagittal otoliths, and then the length-at-age information was used to estimate their growth rates. (Daily increment formation in the otoliths of laboratory-reared yellowfin larvae had previously been validated by collaborative work with the Japan Sea Farming Association at the Yaeyama Station in 1992.) Yellowfin larvae resulting from spawning by captive broodstock fish at the Yaeyama Station and the Achatines Laboratory were sampled at 8 to 20 days after hatching for the comparative studies. Inter- and intra-annual differences in growth rates and average sizes at age were apparent for the wild yellowfin. The mean lengths and otolith diameters of larvae of the same age collected during the early part of the rainy season (June and July) of the two years were similar, but were significantly greater than those of larvae collected during the later part of the rainy season (September) of 1991. The growth rate in length of larvae collected during June 1990 (1.268 mm per day) was also significantly greater than that of larvae collected during September 1991 (0.585 mm per day). The difference between years may be due to seasonal differences in the physical and biological conditions within years, rather than to differences between the two years.

The growth rate of the wild fish collected during September 1991, although relatively slow, was approximately twice the greatest growth rate observed for larvae raised in the laboratory at the Yaeyama Station in 1992 (IATTC Annual Report for 1992). Likewise, the average sizes at age of wild larvae collected during September 1991 were 1.5 to 2.5 times those of similar-age larvae reared in the laboratory at either the Yaeyama Station during 1992 or the Achatines Laboratory during February-March 1997. A preliminary analysis of the results of experiments conducted at the Achatines Laboratory during July-August 1997, however, indicated that the growth rates and average sizes at 14 to 20 days after hatching were comparable to those of the slower-growing wild specimens collected in September 1991. The increases in laboratory growth rates and larger sizes at age, compared with those of previous laboratory trials, are probably associated with the introduction of fish larvae into the diet at 13 days after hatching (11 days after first feeding). In general, the survival and growth were greater during the trials conducted during July-August 1997, which may be attributed to more optimal feeding conditions in the laboratory.

#### ***Propagation of black skipjack in the laboratory***

Fertilized eggs have been obtained from adult black skipjack tuna to supply newly-hatched larvae for experiments at the Achatines Laboratory. Through August of 1997 the fish were held in a 6.4-m (21-foot) diameter, 37,000-L (9,800-gallon) broodstock tank.



The black skipjack broodstock last spawned in early 1995. During 1997 efforts were continued to rebuild the broodstock. In September two fish were transferred to an 8.5-m (28-foot) diameter, 85,100-L (22,500-gallon) concrete tank. In December three new fish were added to the group. At the end of the year the five broodstock fish were being monitored for spawning activity.

#### ***FAD-associated fish assemblages***

Mr. Peter Nelson, a graduate student at Northern Arizona University, conducted research on the ecology and behavior of fish assemblages associated with fish-aggregating devices (FADs) at the Achotines Laboratory during 1997. The research will comprise part of Mr. Nelson's Ph.D. dissertation.

A field experiment was conducted to examine daily immigration and emigration rates of fish at individual FADs of two types, those which had been cleared of associated fishes daily and those with undisturbed fish assemblages. The group sizes and the numbers of species aggregating around the different FADs were compared. Removing the fish daily had no significant effect on the mean group size or on the mean number of species associated with the FAD, so it appears that the immigration and emigration rates are high. Another experiment was conducted to determine if the fish discriminate among flotsam of different sizes. The mean group size and the mean number of fish species were significantly greater at large FADs than at small ones. Tagging experiments indicated that, although fish continuously arrived at and departed from the FADs, some individuals remained with a FAD for as long as 96 hours. Another experiment was carried out to compare the characteristics of groups of fish around FADs with established fouling communities (*e.g. Lepas* sp., hydroids, algae) *versus* FADs without fouling biota. The fouled FADs accumulated larger groups of fish, accumulated them more quickly, and attracted more species of fish than did the clean FADs.

Additional experiments centered on fish fidelity to FADs in relation to residence times, diel behavior of FAD-associated fishes, sizes of nocturnal aggregations around FADs, and rates of recruitment to drifting and anchored FADs. The results indicated that the fidelity of juvenile fishes to the FAD increases with residence time, as evidenced by a reduction in greeting-response intensity and mean FAD-fish distances maintained under comparable physical conditions. The diel and nocturnal behaviors of FAD-associated fishes contrasted sharply with one another. At night juvenile sergeant majors, *Abudefduf troschelii* (the numerically-dominant species), were nearly in physical contact with the FADs, whereas during the daytime they were further away. The presence of prior recruits positively influences recruitment to both drifting and anchored FADs, even over very short time periods (less than 4 hours after deployment of the FAD). The recruitment rates to drifting FADs were highly variable, but in all instances were much lower than those to anchored FADs, presumably due to reduced encounter rates.

#### ***Oceanography and meteorology***

The high productivity of the eastern tropical Pacific Ocean (ETP) is due mostly to prevailing easterly winds and to prevailing currents which induce upwelling of cooler, nutrient-rich subsurface waters. Sometimes the strength of the easterly winds decreases, which results in reduced upwelling, higher sea-surface temperatures (SSTs), higher sea levels at coastal stations, deeper thermoclines, and changes in the distributions and amounts of rainfall in various areas of the ETP and adjacent coastal areas. (In this report, the thermocline is considered to be the layer beneath the mixed layer where the temperatures decrease rapidly with depth.) Periods when these conditions prevail are called El Niño episodes or events, and periods when the easterly winds are unusually strong, accompanied by below-average SSTs, lower sea levels, and shallower thermoclines, are the antithesis of El Niño and are called anti-El Niño episodes. The term El Niño was originally derived from a narrow, south-setting ocean current, called *Corriente del Niño* by early seafarers, which occurs along the coast of Ecuador every year during December and January. Ordinarily it is a subsurface current, but it appears at the surface when the very

broad Peru Current becomes weaker and shifts more offshore during El Niño events. El Niño is, in fact, just one manifestation, among many, of a global shift in the atmospheric and oceanic circulations from their normal patterns. El Niño events are usually accompanied by negative Southern Oscillation Indices (SOIs). (The SOI is the difference between the anomalies of sea-level atmospheric pressure at Tahiti, French Polynesia, and Darwin, Australia, and it is a measure of the strength of the easterly surface winds, especially in the tropical Pacific, in the southern hemisphere.) The effects of an El Niño event are most apparent in the ETP between approximately 5°N and 15°S, but during strong episodes, such as those of 1972-1973, 1982-1983, and 1997-1998, these effects can extend poleward as far as 40°N and 30°S. The catches of tunas by surface gear tend to decrease in the affected areas of the tropics after an El Niño episode becomes well established.

From June 1995 through April 1997 anti-El Niño conditions prevailed in the ETP. Anti-El Niño episodes usually follow strong El Niño episodes, and they are important events in the ETP because they help to re-establish and maintain food supplies for pelagic organisms, including those which are of direct commercial importance. In addition, pelagic fishes, including yellowfin and skipjack, are more vulnerable to capture during anti-El Niño conditions, when the thermocline is shallow.

During the first quarter of 1997 the SSTs remained slightly below normal over the equatorial region of the ETP. Some above-normal SSTs appeared between the Galapagos Islands and the coasts of Ecuador and Peru, where the SSTs had been below normal during the previous 18 months. In addition, in the offshore region west of southern Peru and northern Chile the SSTs were 1° to 2°C (2° to 4°F) above normal. The SST anomaly pattern for March 1997, which is representative of the other months in that quarter, is shown in Figure 25. In the western tropical Pacific there was a widespread increase in the positive SST anomalies of about 1°C, which some scientists consider to have been, in the past, a forerunner of El Niño conditions during subsequent months in the ETP. The average depth of the thermocline in the ETP remained at about 50 m (25 fathoms) through most of the quarter, but near the end of the quarter its depth increased to 60 m (35 fathoms) in the equatorial region. The average SOI for the first quarter was +1.0, but it decreased from +1.6 in February to -1.1 in March, indicating that the easterly winds were weakening, especially in the western tropical Pacific.

During the second quarter of 1997 there was a rapid transition from near-normal to above-normal SSTs in the ETP. By the end of the quarter the SSTs had become 3° to 5°C (5° to 9°F) above normal along the coast of Peru and 1° to 2°C (2° to 4°F) above normal along the equator from the Galapagos Islands to 135°W. The SST pattern for May 1997, shown in Figure 26, is similar to those for April and June. The positive anomalies for June were significantly greater than those for May, however, in the equatorial region between 85°W and 140°W. The sea level rose rapidly to as much as 20 cm (8 inches) above normal, and the depth of the thermocline increased to 70 to 80 m (40 to 45 fathoms)—10 to 20 m (5 to 10 fathoms) below its normal depth. West of 140°W there were no large areas with SSTs more than 1°C (2°F) above normal. The thermocline in that region rose an average of 20 m (10 fathoms) closer to the ocean surface during the second quarter, and the average SOI for the quarter was about -1.6. The development of the El Niño episode of 1997-1998 was similar to those of the moderate El Niño of 1976-1977 and the very strong El Niño of 1982-1983, both of which also began during the second quarter. The El Niño of 1976-1977 had very little effect on fishing conditions north of 10°N during the second half of 1976. In contrast, the El Niño of 1982-1983 had a marked adverse effect on fishing conditions between 5°N and 15°N during the last half of 1982 (and even more so during the first half of 1983). The El Niño event of 1997-1998 did not manifest itself north of 5°N during the first half of 1997, but it extended as far north as 15°N during the second half of that year.

During the third quarter the El Niño appeared to be approaching its maximum intensity, with SSTs of 4° to 6°C (7° to 11°F) above normal off the coast of Peru and southwest of the Galapagos Islands. SSTs more than 2°C (4°F) above normal continued to expand slowly poleward from the equator, especially in the northern hemisphere east of 160°W. The SST anomaly pattern for the ETP during

September 1997 is shown in Figure 27. The patterns for July and August were similar to that for September. Along the coast between the equator and 20°N the SSTs were near-normal, as was the case also during June 1982 (IATTC Annual Report for 1983: Figure 40) through October 1982 (same report: Figure 41). The greatest positive anomalies occurred in the offshore regions of the Peru Current, where strong upwelling of cooler water usually occurs during normal and anti-El Niño years. The thermocline descended to about 30 to 50 m (15 to 25 fathoms) deeper than normal east of 150°W between 5°N and 5°S. The sea levels rose to 15 to 25 cm (6 to 10 inches) above normal in the coastal areas from central Mexico to southern Peru, making them significantly higher than those during the same period of 1982. The SOI, which had averaged -1.6 during the third quarter, reached a minimum of -2.1 in August.

During the fourth quarter the El Niño reached its maximum intensity for 1997, with SST anomalies of 5° to 7°C (9° to 13°F) above normal off the coasts of Ecuador and Peru. The anomaly pattern for the ETP during December 1997 is shown in Figure 28. SSTs more than 2°C above normal extended westward to 160°W along the equator and northward to 10°N east of 105°W. The large expanse of SSTs more than 4°C (7 °F) above normal in Figure 28 is characteristic of the other months of this quarter, except that SSTs of 6° to 7°C (11° to 13°F) above normal off Peru in December were the greatest anomalies recorded in 1997, and greater than those of December 1982. Sea levels of 25 to 35 cm (10 to 14 inches) above normal were recorded at coastal stations from Panama to central Peru, and the thermocline in the ETP was about 30 to 60 m (15 to 35 fathoms) deeper than normal. The average SOI for October, November, and December was -1.5, reflecting continuing weak surface wind circulation over most of the equatorial Pacific.

The positive SST anomalies off Baja California during 1997 (Figures 25-28) resulted primarily from weaker-than-normal easterly surface winds in that region, which resulted in less-than-normal mixing of the surface and subsurface waters. The fishing conditions were good in this region, perhaps due the greater length of the period during which the SSTs were suitable for tunas.

Because the El Niño of 1997-1998 was so extensive and strong during the fourth quarter of 1997, it will probably remain strong in the ETP until mid-1998, with positive SST anomalies of 2° to 4°C (4° to 7°F), higher-than-normal sea levels, and deeper-than-normal thermoclines. This very strong El Niño may lead to poor conditions for tuna fishing in the coastal region from central Peru and to about 15°N during the first half of 1998. Good conditions for tuna fishing (light winds and shallower thermoclines) should persist in the western Pacific and off Baja California. The El Niño of 1997-1998 may be the strongest of this century, and it is likely be the last of this millennium.

#### **STATUS OF THE TUNA AND SWORDFISH STOCKS IN 1997 AND OUTLOOK FOR 1998**

The convention establishing the Inter-American Tropical Tuna Commission states that its principal duties are to study the biology of the tunas and related species of the eastern Pacific Ocean (EPO) to determine the effects that fishing and natural factors have on their abundance and, based on these studies, to recommend appropriate conservation measures so that the stocks of fish can be maintained at levels which will allow maximum catches on a sustained basis. To fulfill this responsibility, a broad program of research involving biological and oceanographic studies and the acquisition and interpretation of detailed statistics of catch and effort of vessels fishing in the EPO is carried out by the Commission's staff. In keeping with these responsibilities, background papers are prepared to inform the Commissioners of the staff's current assessment of the status of the tuna resources of the EPO. The information in these background papers is reprinted in this Annual Report, with minor changes, to make it available to the general public.

##### ***Yellowfin tuna***

The world catches of yellowfin have exceeded those of all other species of tuna except skipjack for many years. According to data compiled by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the

United Nations (Table 6), yellowfin accounted for 37, 38, 35, 33, and 33 percent of the world catches of the principal market species of tunas (skipjack, yellowfin, bigeye, albacore, and northern and southern bluefin) during 1992, 1993, 1994, 1995, and 1996, respectively. Yellowfin is the most important species taken by the surface fishery for tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO). During the 1970-1974 period the percentage contributions of the various ocean areas to the world catches of yellowfin were as follows: EPO, 41 to 49; western Pacific, 23 to 28; Atlantic, 19 to 22; Indian, 5 to 10 (Figure 29). The equivalent percentages for the 1992-1996 period were: EPO, 25 to 28; western Pacific, 33 to 38; Atlantic, 12 to 14; Indian, 22 to 29. It is evident that, although the catches of yellowfin in the EPO have increased substantially since 1970, the percentage increases in the catches in the western Pacific Ocean and the Indian Ocean have been even greater, so the EPO is now a relatively less important source of yellowfin than it was during the early 1970s.

### ***Indices of abundance***

It is necessary, when assessing the condition of a stock of fish which is exploited by a fishery, to have estimates of its absolute abundance or, if that is not possible, estimates of its relative abundance. In general, it is not possible to make direct estimates of the abundance of a stock of fish, such as the yellowfin tuna in the EPO. It is possible, however, to assess the effects that fishing has on the stock from estimates of its relative abundance. More specifically, it is necessary to calculate a series of estimates of the relative abundance of the stock for the period of interest. The IATTC staff uses three relatively independent methods to obtain indices of abundance of yellowfin.

### ***Cohort method***

The cohort method, which was first described on pages 62-64 of the IATTC Annual Report for 1972, requires that the fish which are caught be assigned to cohorts. (A cohort consists of all the fish recruited to the fishery at the same time, such as the X73 cohort, which reached a length of about 30 cm (12 inches) in November of that year, first entered the fishery in small numbers during the first half of 1974, and contributed to it significantly for the first time during the second half of that year, and those of the Y73 cohort, which reached a length of about 30 cm in May of 1973, first entered the fishery in small numbers during the second half of that year, and contributed to it significantly for the first time during the first half of 1974.) The IATTC staff estimates the monthly catches of fish of the X and Y cohorts, in numbers of fish, throughout their life spans (not more than seven years). Accordingly, there can be fish of up to 14 different cohorts in the catch during a month. These data are used in cohort analyses (sometimes called virtual population analyses), which are discussed in detail in the subsection entitled ***Age-structured models***. This method is used to produce two indices of abundance, one for the total stock of fish recruited into the fishery (*i.e.* all fish which are equal to or greater than 30 cm in length) and the other for the larger fish (fish which have been in the fishery more than 17 months) only. These are shown in Figure 30. If the estimates of two other parameters which are used to carry out the cohort analyses, the assumed rates of natural mortality and the "initiating" rates of fishing mortality, are correct, or nearly so, the estimates obtained from these analyses will be close to the actual biomasses of the stock. It is not possible, however, to obtain accurate estimates of the natural mortality rates of tunas with the techniques presently available, so the estimates of biomasses of the stock derived from cohort analyses could be biased upward or downward. Such being the case, they should be regarded as indices which are useful for comparing interannual trends, rather than as measures of abundance.

### ***CPDF method***

The CPDF (catch per day's fishing) method, which was developed during the 1950s (IATTC Bull., 1 (2), 1 (7), and 2 (6)) and later modified to a more general form (IATTC Bull., 13 (3)), involves analysis

of estimates of the CPDF by a hypothetical standard boat for a series of years. This method is discussed in detail on page 62 of the IATTC Annual Report for 1994. The annual trend for this index (1967-1997) is shown in Figure 31, together with the index for the biomass of larger fish obtained with the cohort method (adjusted so that its mean is the same as that for the CPDF index).

#### ***Searching-time method***

The searching-time method is described in IATTC Bulletins, Vol. 18, No. 4, and Vol. 19, No. 3, and pages 23-24 of the IATTC Annual Report for 1994. It is similar to the CPDF method, except that it is based on the amount of time that the boat spends searching for fish, *i.e.* the days of fishing minus the time spent making sets. It has been further refined by adjusting the searching times for factors, such as the speed of the boat, which have been found to influence the efficiency of searching. The annual trend for this index (1970-1995) is shown in Figure 32, together with the index for the total biomass (1967-1997) obtained with the cohort method (adjusted so that its mean is the same as that for the searching-time index).

---

The trends for all four indices (two from the cohort method and one each from the CPDF and searching-time methods) are similar, although the cohort index for large fish is more like the CPDF index (Figure 31) and the cohort index for all fish is more like the searching-time index (Figure 32). All of the indices indicate that the abundance of yellowfin declined precipitously from the late 1960s to the early 1980s, quickly recovered from the early to the mid- to late 1980s, and then declined slightly after that.

#### ***Stock assessment***

None of the stock assessment models discussed in this subsection would be applicable unless there is little or no exchange of yellowfin between the EPO and the regions to the west of it. The extent of exchange of yellowfin between these areas has been studied by examination of data on tagging, morphometric characters, catches per unit of effort (CPUEs), sizes of fish caught, *etc.*, and it appears that the mixing of fish between the EPO and the areas to the west of it is not extensive enough to invalidate the use of these models.

#### ***Age-structured models***

Age-structured models make use of data on recruitment and on average rates of growth and mortality of individual fish. Estimates of these parameters are obtained from analyses of length-frequency and otolith data from the fish in the catches, supplemented by tag return data and other data of various types. The IATTC staff has collected data on the size compositions of the fish in the catches of yellowfin in the EPO since 1954, and in addition has had access to the corresponding data collected during 1951-1954 by the California Department of Fish and Game. The otoliths were collected during 1977-1979, and the analyses were carried out during the early 1980s. Tagging was conducted principally from 1955 to 1981.

#### ***Cohort analyses***

Cohort analyses performed by the IATTC staff have produced information concerning the relative abundance, mortality, and recruitment of fish of individual cohorts which has been highly useful for stock assessment. As a first step, the fish in the catch must be assigned to cohorts. Then estimates are made of the numbers of fish of each cohort at the time of recruitment and at various intervals thereafter and of the numbers which are caught and which die during each interval. The information needed for these calculations includes the numbers and average weights of fish of each cohort in the catch, an estimate of the natural mortality rate (or estimates of a series of rates if the natural mortality is not constant for the

fish of different ages), and an estimate of the fishing mortality rate for at least one catch interval for each cohort. These are called the "initiating" rates of fishing mortality. All of these estimates are obtained from analyses of catch statistics and length-frequency, weight-length, and sex-ratio data. The results of these analyses are not as accurate as desired because, although fish of different cohorts can be easily distinguished from one another when they are young, this becomes increasingly difficult as they grow older, so older fish are probably often assigned to the wrong cohorts. Thus not only are the estimates of the catches of fish of each cohort less accurate than desired, but the estimates of the mortality rates are somewhat crude. Specifically, an estimate of 0.8 for the annual coefficient of natural mortality ( $M$ ) is used for all ages of males. For females,  $M$  is assumed to be 0.8 for the first 30 months in the fishery and then to increase linearly to about 4.8 at 80 months. (Actually,  $M$  probably varies somewhat among cohorts.) Also, the catchability of the fish varies according to age, area, season, weather, oceanographic conditions, and other circumstances, the growth rates vary, and the times of recruitment vary. All of these introduce "noise," and possibly bias as well, into the calculations.

The estimated average populations of fish of the various cohorts, in numbers of fish, are shown in Table 11. For the X68 cohort, for example, there was an average of 26,154,000 0-year-olds during the last quarter of 1968, and the population of that cohort during the first, second, third, and fourth quarters of 1969 averaged 21.41, 17.43, 13.89, and 10.52 million fish, respectively (1969 rows, I column). In 1970 the average populations of 2-year-olds of that cohort during the first through fourth quarters were 7.22, 4.51, 3.45, and 2.65 million fish, respectively (1970 rows, II column), and so on. The average numbers of 0-, 1-, 2-, 3-, 4-, 5-, and 6-year-olds of the seven X cohorts (1968, 1967, 1966, 1965, 1964, 1963, and 1962) during the last quarter of 1968 were 26.15, 14.66, 2.41, 0.97, 0.27, 0.08, and 0.06 million, respectively (1968, last row). The table is read the same way for the Y cohorts as for the X cohorts, except that the Y cohort first appears during the second quarter of the year.

Estimates of the numbers of recruits for each cohort for 1967-1997 are listed in Table 12. The estimates for 1992 through 1997 are preliminary and subject to change, however. This is because the fish of these cohorts are still exposed to the fishery, and future catches will affect the estimates of their recruitment. The averages of the initial recruitments (Columns 2-4) are 37 million for the X cohort and 43 million for the Y cohort; the averages of the average populations during the month of recruitment (Columns 5-7) are 35 million for the X cohort and 42 million for the Y cohort. The variability (ratio of the largest to the smallest estimate) among years for the initial recruitment is nearly the same for the X cohort (3.18) and the Y cohort (3.11), and that for the combined data (2.75) indicates an inverse relationship (not necessarily significant) for the two cohorts. The initial recruitment has been variable, but the average for 1977-1997 (86.7 million) has exceeded that for 1967-1976 (64.6 million). There appears to have been an upward trend in recruitment over the last 30 years or so, the initial recruitment averaging about 66, 76, and 91 million fish during the 1967-1975, 1976-1984, and 1985-1997 periods, respectively (Figure 33). It could be argued, however, that this is due to chance variation, especially for the 1973-1997 period, when the initial recruitment has averaged about 85 million fish. The initial recruitment during 1994-1997 has averaged only about 83 million fish, whereas during 1986-1993 it averaged about 97 million fish. It is very difficult, however, to estimate the recruitment for the 1994-1997 period.

The numbers of fish in Table 11 were converted to weights, using data on the average weights of fish of different sizes (Table 13) to estimate the average annual biomasses (total weight averaged over four quarters) for each cohort. Different initiating rates of fishing mortality were estimated for the months during which different cohorts were last exploited, depending on fluctuations in effort from season to season. In addition, for purposes of comparison, calculations were made for all cohorts with initiating rates greater and less than those considered to be the best estimates. Considerable adjustment of these initiating rates was done to obtain better comparisons of the annual average estimates of the biomasses of the cohorts (Figure 30) to the other estimated trends in abundance (Figures 31 and 32).

The annual average biomasses, by age group, in Figure 34 were estimated by averaging the monthly values and combining the estimates for the seven X cohorts and the seven Y cohorts. It is easy to see the relative strengths of the various cohorts from this figure. For example, the recruitment of X84 and Y84 cohorts combined was about average (Table 12) and their biomass (Figure 34, cross-hatched) was greatest at age 2. These cohorts were not fished heavily until 1987, when they were 2 years old (Figure 35). The initial recruitment of the X72 and Y72 cohorts combined (Figure 34, diagonal lines), on the other hand, was below average (Table 12), and after the Y-cohort fish were fished heavily as age-1 fish in 1973 (Figure 35) their biomass was relatively low (Figure 34) during the succeeding years.

The average annual biomass estimates for 1967 through 1997 for all fish equal to or greater than about 30 cm in length and for "large fish" (all fish which had been in the fishery more than 17 months) are shown in Figure 30. During 1967-1971 the total biomass averaged about 429 thousand metric tons. This was comprised of a large proportion of large fish resulting from recruitment during 1965-1967 which were exploited lightly as young fish. Below-average recruitment, coupled with increasing exploitation rates during 1969-1972, resulted in a decline in the biomass of the large fish from 1969 to 1974. The abundance of young fish increased in 1974 as a result of an extremely large 1973 year class (Tables 11 and 12). The 1973 year class accounted for most of the increase in the total biomass in 1975 and the biomass of large fish in 1975 and 1976. The greatest catch of yellowfin in the history of the fishery prior to 1986 was made during 1976 (Table 14). Below-average recruitment during 1975 and 1976, coupled with increased exploitation of young fish from 1973 to 1982, resulted in the biomasses of all fish and of large fish decreasing until 1982, when they reached the lowest levels (183 thousand metric tons, of which 99 thousand metric tons were large fish) observed in recent history. Although the 1977 recruitment was well above average, exceeded only by those of 1973 and 1987, so many of these fish (and those of the 1978 recruitment) were captured as 1- and 2-year-olds (Figure 35) that they did not contribute heavily to the fishery during 1981 or 1982. The recruitment was below average from 1979 through 1982, above average in 1983 and 1984, below average in 1985, and above average from 1986 through 1996, except for 1994 (Table 12). Preliminary data indicate that the recruitment for 1997 was slightly above average. The total biomass increased in 1983, due primarily to lesser fishing effort, and increased greatly in 1984 and 1985, due to increased recruitment and reduced fishing on young fish. It remained high until 1989, but has declined since then (except for slight increases in 1993 and 1995), probably due to declining recruitment (Figures 30, 31, and 33). The biomass of large fish increased from about 100 to 250 thousand metric tons from 1982 to 1985, and remained between 200 and 300 thousand metric tons between 1985 and 1997.

The annual catches of fish of the X and Y cohorts, and of both cohorts combined, during 1970-1997 are shown in Figures 35 and 36. In Figure 35 each panel contains the catches of fish of the same cohort in different years, whereas in Figure 36 each panel contains the catches of fish of different cohorts in the same year.

Comparison of Figures 34 (annual estimates of the biomass of the X and Y cohorts), 30 (annual estimates of the total biomass and the biomass of large fish), and 36 (catches during each year by age) reveals the changes which have taken place in the age composition of the population and the catch. During the 1970s, when the fishing effort was high, fewer and fewer individuals survived to reach the larger sizes. The fishing effort was reduced in 1982, 1983, and 1984, which permitted many fish which would have been caught while young to grow larger. The total contributions of the combined X and Y cohorts from 1970 through 1993 (Figure 35) ranged from 134 thousand metric tons for the 1976 cohort to 371 thousand metric tons for that of 1987, with an average for the 24 groups of 228 thousand metric tons. If the Y73 cohort had not been fished so heavily during its first year the catches for that cohort would have been even greater. Division of these cohort catches by the corresponding initial estimates of recruitment (Table 12) gives yield-per-recruit (YPR) estimates for each cohort (Figure 37) which varied

from 1.7 to 3.5 kilograms (3.8 to 7.7 pounds). The low YPR for the X67 cohort was the result of low fishing effort, rather than large catches of small fish. The initial recruitment of X and Y cohorts for 1967 through 1993 varied from 49 to 135 million fish (Table 12), averaging 79 million fish, producing an average YPR of 2.8 kilograms (6.2 pounds).

#### *Yield-per-recruit analyses*

In addition to cohort analyses, YPR analyses have been used by the IATTC staff. When the fish of a cohort are young the total weight increases because the growth in weight of the individual fish is rapid, while the losses to the cohort due to natural mortality are moderate. Later, as the fish grow older, their growth rate becomes slower, while the natural mortality continues to be about the same or increases. Thus the losses to the cohort due to natural mortality at that time are greater than the gains due to growth, and there is a net loss to the cohort. Eventually the cohort disappears. The ideal way to obtain the maximum yield in weight from a cohort of fish (assuming, for this discussion, that this is the object of management) would be to harvest each fish just before it died a natural death. This is not possible, of course. The next-best alternative would be to harvest all the survivors at the age or size at which the loss to the total weight by natural mortality exactly balances the gain to it by growth (the "critical age" or "critical size"). This is possible for some animals, such as oysters or clams which are exposed at low tide and can be easily harvested at that time. When the manager of a bed of oysters or clams surveys it at frequent intervals and removes the individuals which have reached the critical size he is exerting an infinite amount of fishing effort on the animals which have reached that size. It is obvious that this alternative is not practical for most species of fish.

Intuitively, it seems that if the second alternative is not possible harvesting should begin on fish which have not yet reached the critical size. This is the third alternative, and the only practical one for most species of fish. It is assumed, for the moment, that the size at entry (*i.e.* the size of the smallest fish caught) can be efficiently controlled. If the fishing effort is high a size at entry only slightly less than the critical size would be selected, most of the fish caught would be close to the critical size and age, and the yield would be almost as great as under the second alternative. If the fishing effort is low a size at entry considerably below the critical size would be selected, the fish caught would exhibit a wider range of sizes and ages, and the yield would be considerably less than it would under the second alternative (but still the maximum possible without increasing the effort).

It may not be possible, however, to control efficiently the size at entry. If so, the only way to manage the fishery would be to control the catch or the effort. If the size at entry is greater than the critical size unlimited catch or effort could be permitted, but if the size at entry is less than the critical size restriction of the catch or the effort might increase the yield.

So far it has not been mentioned that at least some of the individuals of a cohort must be allowed to spawn at least once before they are harvested. This matter will be discussed in the subsection entitled *Spawner-recruit relationship*.

Also, it has not been mentioned that the growth of the individual fish may be slower, or the natural mortality may be greater, when a population of fish is dense than when it is less dense. Accordingly, the loss due to harvesting of some fish at less than the critical size may be at least partially compensated for by faster growth and/or lesser natural mortality of the remaining fish. In addition, if the growth or natural mortality rates are affected by population density the critical size and age will vary according to population density. This is another complication not taken into account in the YPR model as described here, but it is automatically compensated for in production models, which will be discussed later.

Proceeding now to yellowfin in the EPO, the estimates of growth and natural mortality obtained by the IATTC staff are not as reliable as desired, but the critical size is estimated to be roughly 116 cm (32 kilograms or 70 pounds). Most fish caught by the baitboat fishery are considerably smaller than this.



When most of the tuna fleet converted from bait to purse-seine fishing during the late 1950s and early 1960s the average size of the fish in the catch increased, many of them being approximately equal to or greater than the critical size. The average annual catch of yellowfin by surface gear increased considerably during the period after the conversion to purse seining, averaging about 95 thousand metric tons for 1961-1970, as compared to about 76 thousand metric tons for 1951-1960. The offshore expansion of the fishery during the mid- and late 1960s was an important factor in these greater catches, but the increase in the average size of the fish caught was also partially responsible for the increased catches.

The objective of management specified by the IATTC convention is to maintain the stocks at levels capable of producing the "maximum sustained catch." Because this varies from year to year, the staff now uses the term average maximum sustainable yield (AMSY). Actually, as discussed in the first paragraph of the subsection, it is not possible to realize the AMSY except with an infinite amount of fishing effort and complete control of the size at which the fish are harvested. However, management in accordance with the results of YPR modeling will provide yields which approach the AMSY, provided recruitment is independent of the number of spawners. (The relationship between recruitment and spawning will be discussed below in the subsection entitled *Spawner-recruit relationship*.) The estimated YPRs produced by different combinations of size at entry and fishing effort for two time periods with different patterns of age-specific fishing mortality are shown in Figure 38. (Fishing effort will be discussed in more detail in the subsection entitled *Production models*.) Various combinations of fishing effort and size at entry give various YPRs, which are indicated by the curved lines. The calculations are based upon the growth-in-weight data shown in Table 13, coefficients of fishing mortality (Figure 39) obtained from estimating the biomass as described in the subsection entitled *Cohort analyses*, and estimates of the coefficients of natural mortality given in that subsection. During the 1978-1982 period the fishing effort was directed most at small and large fish and least at medium-sized fish, whereas during the 1991-1995 period the effort was directed most at large fish and least at small ones, with an intermediate amount of effort directed at medium-sized fish. The effects of this shift can be seen in the age-frequency histograms for the catch in Figure 36. With an infinite amount of effort the optimum size at entry would be 32 kilograms (70 pounds), the critical size, and the YPR would be 4.3 kilograms (9.3 pounds). The actual size at entry is a little less than 1 kilogram (about 2 pounds). The sizes at entry which would produce the maximum YPRs for various multiples of fishing effort are shown in Figure 38 as dashed curves. For the 1978-1982 case, it can be seen in the upper panel of Figure 38 that if the size at entry were increased from 1 kilogram to about 14 kilograms (30 pounds) and the effort remained at about 33 thousand days (the 1978-1982 level), the YPR would increase from about 2.3 kilograms (5.0 pounds) to about 3.4 kilograms (7.4 pounds). For the 1991-1995 case (Figure 38, lower panel), changing the size at entry from 1 kilogram to about 14 kilograms and increasing the effort from 20 thousand days (the 1991-1996 level) to about 33 thousand days would increase the YPR from about 3.0 kilograms (6.7 pounds) to about 3.8 kilograms (8.3 pounds). If the size at entry could be increased to the optimum, 32 kilograms, the YPR would be about 3.25 kilograms at 20 thousand days of effort and about 3.67 kilograms at about 33 thousand days of effort.

The above description contains the implicit assumption that alteration of the size at entry does not change the areal distribution of the fishing effort. This assumption would be justified if the fishery operated as follows. At first, when the size at entry was low, the vessels would search for schools of fish, finding some containing mostly small fish and some containing mostly large fish, and setting on both. Later, when the size at entry was increased, the vessels would search in the same manner as before, but would set only on the schools containing large fish. Hence the effort directed toward large fish would be the same in the second period as in the first. However, it is likely that if for any reason the size at entry for yellowfin were increased there would be a tendency for the fishermen to search less in the area-time strata containing mostly small fish and more in those containing mostly large fish, so the

fishing effort on the large fish would probably increase. In general, this would tend to increase the YPR more than indicated in Figure 38.

The total yield is the product of the estimates of the YPR and recruitment. For example, the YPRs for the 1967-1975, 1976-1984, and 1985-1997 periods are about 2.5 kilograms (5.6 pounds), 2.4 kilograms (5.4 pounds), and 3.0 kilograms (6.6 pounds), respectively (Figure 40). From the cohort analyses it was determined that the annual average YPR was about 2.7 kilograms (6.0 pounds) for 1967-1997. The yields obtainable with these YPRs and an initial recruitment of 87 million fish, the average for 1977-1997, are as follows:

Period	YPR in kilograms (pounds)	Recruitment in millions of fish	Yield in thousands of metric tons
1967-1975	2.5 (5.5)	87	218
1976-1984	2.4 (5.3)	87	209
1985-1997	3.0 (6.6)	87	261
1967-1997	2.7 (6.0)	87	235

The yield with the size-specific fishing mortality pattern of 1985-1997 is 25 percent greater than that with the pattern of 1976-1984. It has been pointed out in IATTC Annual Reports for previous years that a shift of fishing effort from smaller to larger fish would increase the YPRs and catches. Such a shift did occur, and this resulted in increased catches during 1985, 1986, and 1987. The fishery took more small fish during 1988, however, due to especially high recruitment during 1987, then returned to catching mostly large fish during the 1989-1995 period, and then caught more small fish during 1996 and 1997 (Figure 41). As can be seen in Figure 40, the YPR decreased to about 2.7 kilograms during 1988, and then averaged about 3.0 kilograms during the 1989-1997 period. The YPR within a year (Figure 40) and the average weight of fish caught during that year (Figure 41) are strongly correlated for the 1974-1997 period (Figure 42). When a cohort is lightly fished, as was the case for the years previous to 1974, the curve in Figure 42 will not give an accurate prediction of the YPR.

#### ***Spawner-recruit relationship***

At least some of the individuals of a cohort must be allowed to spawn at least once before they are harvested. If spawning occurs well before the fish reach the critical size there is probably no danger from this standpoint, but if spawning does not occur until after the fish have reached the critical size, and the fishing effort is high, there is a possibility that the number of spawners would be so reduced that the recruitment in subsequent years would be reduced. Therefore a fishing strategy designed to produce the maximum YPR will not necessarily produce the maximum yield. If the fishing pattern has an impact on the future recruitment, the maximum yield can be obtained by controlling the fishing to optimize the product of cohort size and YPR. (It should not be assumed, however, that a modest reduction in spawners would reduce the recruitment in subsequent years, as this does not appear to be the case for yellowfin tuna within the range of abundance of spawners observed (Figure 43).)

#### ***Production models***

Production models, in contrast to age-structured models, make use of data on the population as a whole, rather than on individual fish. When a population of fish has not been exposed recently to a fishery it is at the maximum size that the environment permits. Lack of food, lack of suitable living space, presence of predators, *etc.*, prevent the population from growing beyond that maximum. When, over the long run, gains to the population by recruitment and growth are balanced by losses due to natural mortality the population is said to be in equilibrium. There may be years of especially favorable environmental conditions, when the population is greater than average, and years of especially poor

environmental conditions, when the population is less than average, but these can often be ignored when looking at long-term trends.

If one or more fishing boats began to fish on the population the catch per unit of effort (CPUE) (catch per day of searching, for example), which is assumed to be proportional to the size of the population, would initially be relatively high, as the population would be at its maximum. The gains to the population would still be due to recruitment and growth, but the losses to the population would be due not only to natural mortality, but also to fishing mortality. Thus the population would be reduced. In response to the reduction in population the rates of recruitment, growth, and/or natural mortality would change, the gains from the first two exceeding the losses from the third. If the boats stopped fishing this net gain would cause the population to increase gradually to its original size. As the population approached that size the rates of recruitment, growth, and/or natural mortality would gradually approach their previous levels until they were the same as before the fishery began. The population would thus be restored to equilibrium at its maximum size. If the boats continued to fish at the same rate, however, the population would eventually come into equilibrium with different rates of recruitment, growth, and/or natural mortality and a population size which was less than the original population size. The CPUE would still be proportional to the population size. If there were only a few boats the population size would be only slightly reduced and the CPUE would be relatively high, but if there were many boats the population would be considerably reduced and the CPUE would be much lower.

The total catch would be the product of the CPUE and the total effort. If the fishing effort were relatively low modest increases in effort would more than offset the corresponding decreases in CPUE, resulting in greater catches, but at greater levels of effort such would not be the case. At some intermediate level of effort the product would be at its maximum. If the objective of management is to obtain the average maximum sustainable yield (AMSY) of fish the fishing effort should be maintained at that level. If the object is maximum profit the effort should be somewhat less (assuming that the price remains constant), and if the object is maximum employment of fishermen the effort should be somewhat greater. If the effort is less than whatever optimum is selected, the population is said to be underfished, and if the effort is greater than that optimum, the population is said to be overfished. As stated previously, the objective of the IATTC is to maintain the stock at levels capable of producing the AMSYs.

It is easiest to consider the interrelationships of effort, catch, and CPUE at equilibrium conditions, but it must be recognized that such conditions rarely exist. For example, if the population is at equilibrium near its maximum and the effort is suddenly increased the CPUE will gradually decrease for a period before a new equilibrium point with a lesser CPUE is reached. The catches will be greater during the period of transition than at the new point of equilibrium. Likewise, if the population is at equilibrium at a low level, due to excessive effort, and the effort is suddenly decreased the CPUE will gradually increase for a period before a new equilibrium point is reached with a greater CPUE. The catches will be less during the period of transition than at the new point of equilibrium.

It is appropriate at this point to examine the applicability and usefulness of production models for the yellowfin resource of the EPO. The previous discussion has dealt with "a population of fish." As stated above, none of the stock assessment models would be applicable unless there is little or no exchange of yellowfin between the EPO and the regions to the west of it. Prior to 1990 production modeling was done only for the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA; Figure 1), but, as mentioned on page 48 of the IATTC Annual Report for 1989, the staff has decided to carry out analyses based on the assumption that the catches made in the EPO (east of 150°W) come from a single stock.

The applicability of production models can be assessed only if (1) there are catch and effort or catch and CPUE data available for a wide range of levels of fishing effort, preferably including periods of both underfishing and overfishing, and (2) the perturbations caused by fluctuations in environmental conditions are not so great as to mask the changes in apparent abundance caused by fluctuations in

fishing effort. It will be seen below that data are available for a wide range of levels of fishing effort. The effects of environmental conditions have been studied and reviewed in IATTC Annual Reports for previous years. These effects usually balance out over fairly short periods of time, although there is some evidence, which will be discussed later, that the productivity of yellowfin in the EPO has increased in recent years.

In this subsection only effort estimated by dividing the total yellowfin catch by the yellowfin CPDF of unregulated Class-6 purse seiners (greater than 400 short tons (363 metric tons) capacity) is used, except in the searching-time model. The CPDF values for 1967-1997 are shown in Figure 31. An index of abundance for 1970-1995 based on the searching-time model, which is similar to the CPDF model, is shown in Figure 32. Indices of the abundance of yellowfin derived from the cohort analyses described previously are also shown in Figures 31 and 32.

The CPDF data shown in Table 14 and Figure 31 indicate that the abundance of yellowfin in 1986 was the greatest for any year of the 1967-1986 period, and that since then it has declined slightly. The increase during the mid-1980s was expected, due to the low catches in 1982, 1983, and 1984 which permitted the population to increase. The decline from 1986 to 1997 is probably due to increasing fishing effort and greater dependence of the fishery on small fish. The CPDFs for 1985-1997 have been even greater than what would have been expected from the results of an analysis based on data for 1967 to 1983, however. This was probably caused by (1) above-average recruitment, (2) the fact that, due to the lesser demand for skipjack and small yellowfin, less of the effort was expended in areas where these are most abundant, and (3) the greater average size of yellowfin taken, which resulted in a greater YPR. With reference to point (2), it should be noted that (a) the demand for small tunas has increased during recent years and (b) the searching-time model (Figure 32) includes an adjustment for the effect of fishing in areas where skipjack occur.

The symmetrical production model, described below, was first applied (IATTC Bull., 2 (6)) with baitboat catch, effort, and CPUE data for the inshore area (Figure 44) for the 1934-1955 period, which included a wide range of effort on the underfishing side of the curve. Those data indicated that, within the ranges of fishing effort for which information was available, the population conformed to the model. In 1960 and 1961, for the first time, the effort was greater than optimum, and the population responded in the ensuing years with lower CPUEs and catches, which gave further indication that the model was applicable.

Prior to the mid-1960s the fishery was pursued only in the inshore portion of the EPO and in the vicinity of a few offshore islands and banks. During the mid- and late 1960s, however, the fishing fleet began to increase in size and extended its operations much further offshore. The inshore, offshore, and far offshore areas (Figure 44) are termed Areas A1, A2, and A3, respectively. If the exchange of fish among these three areas were instantaneous the AMSY of the three areas combined would be the same as that of Area A1 alone, and if there were no exchange the AMSY of the three areas combined would be the sum of the individual AMSYs of the three areas. Studies have shown that there is relatively slow exchange of fish among the three areas, so the AMSY for A1, A2, and A3 combined is greater than that for Area A1, but less than the sum of the individual AMSYs for A1, A2, and A3. These studies have been described in more detail in IATTC Annual Reports for previous years.

As mentioned previously, data which encompass a wide range of effort are required to establish the AMSY. In 1968, after it had become apparent that the estimate of the AMSY calculated for Area A1 was not applicable to the entire CYRA, the Commissioners authorized the staff to undertake an experimental management program so that an estimate of the AMSY for the CYRA could be obtained as quickly as possible. This was necessary because the effort had been relatively constant during the few years since the offshore expansion of the fishery had begun. When levels of effort in excess of optimum were reached the catch would be reduced, or at least would fail to increase. Then the effort could be reduced

to increase the catch eventually (assuming that it had previously been reduced), and so on, until a sufficiently good estimate of the AMSY was obtained. This takes quite a bit of time, however, due to the fact that the population does not respond instantly to changes in the fishing effort, and also because perturbations caused by environmental factors tend to make interpretation of the results more difficult. The experimental management program remained in effect through 1979.

Regression techniques are used to obtain estimates of the parameters in the production models, using observed catch and effort data for a series of years. One of these parameters is an estimate of the population biomass at the beginning of the first year. The population biomass at the beginning of the second year is estimated by using the model, the catch in the first year, and the other parameter estimates. This process is continued sequentially for the remaining years, producing estimates of the average population biomass for each year. The estimates of the biomass, the parameters, and the observed catches are used to obtain estimates of expected effort for each year. The observed and expected values of effort are compared to determine the best estimates of the parameters.

In recent years two fits have been estimated, one for the 1968-1983 period and the other for the period from 1984 to the most recent year for which data are available.

Two analyses for the CYRA based on production models have been discussed in IATTC Annual Reports for previous years. One of these employs the logistic or symmetrical model, for which it is assumed that the equilibrium relationship between catch and CPDF is linear. The other employs the general stock production model, for which the equilibrium relationship between catch and CPDF need not be linear. For both of these only the effort data, estimated by dividing the total catch by the CPDF for Class-6 vessels, have been used. For all of the earlier fits the coefficient of catchability,  $q$ , was set equal to 0.000039, the estimate obtained previously with data for 1968-1982. The estimates obtained for data for 1968-1987 with these two curves (IATTC Annual Report for 1987: 49), were as follows:

Fit	$m$	$q$	Maximum sustainable yield (CYRA) in thousands of metric tons	Sum of squares ( $\times 10^{-9}$ )
1	2.0	0.000039	158	2.224
2	0.8	0.000039	161	3.330

$m$  is a parameter which controls the shape of the curve; 2 makes it symmetrical, values less than 2 make it skewed to the right, and values greater than 2 make it skewed to the left. The sum of squares, derived from the comparison of the observed and expected effort, is a measure of the goodness of fit of the parameters, lower values of the sum of squares indicating better estimates of the parameters and vice versa.

Based on production model analyses employing data for 1968-1985, it was stated on page 70 of the IATTC Annual Report for 1985 that to bring the CYRA stock to its optimum size the catch in the CYRA in 1986 should not exceed 224 thousand short tons (203 thousand metric tons). However, because some estimates indicated a lesser amount than this, the 1986 maximum quota for the CYRA was set at 205 thousand short tons (186 thousand metric tons). The catch in the CYRA in 1986 was 230 thousand metric tons, and yet the indices of abundance did not show a decline during 1986. It was shown previously that this unexpected increase in production was due to increased recruitment and YPR. Fluctuations in recruitment and changes in age-specific fishing mortality have always created difficulties in applying the results of production model analyses. As has already been stated, the recruitment was above average during 1983-1991, and these above-average levels of recruitment, coupled with changes in age-specific fishing mortality, make short-term reliance on production model analyses alone misleading. For example, adding the 1986 and 1987 data to the 1968-1985 data base and re-estimating the production model parameters made little change in the estimates of AMSY and optimum effort, and over the long term both the symmetrical and asymmetrical models, with the adjustment discussed above, described the average potential production from the stock fairly well. When the data for 1988

were added, however, the need for a different explanation was obvious. The catch for 1988 was so great that a population crash and extremely low CPDFs in early 1989 were expected from the model. This did not happen.

The lesser average YPR (Figure 40) during the 1976-1984 period, as compared to the 1967-1975 period, was offset by greater average recruitment (Figure 33) when computing the stock production. During the 1985-1997 period, however, both the average YPR and the average recruitment were greater than in previous years, resulting in increased stock production. During the three periods mentioned on page 39, the estimated initial recruitments, average weights (Figure 41), YPRs, potential yields, and annual catches for the EPO were as follows:

Period	Initial recruitment in millions of fish	Average weight in kilograms (pounds)	YPR in kilograms (pounds)	Potential yield (EPO) in thousands of metric tons	Observed catch (EPO) in thousands of metric tons
1967-1975	66	11.1 (24.4)	2.5 (5.6)	165	167
1976-1984	76	6.9 (15.3)	2.4 (5.3)	182	179
1985-1997	91	11.7 (25.8)	3.0 (6.6)	273	272

Since the average catches during the first two periods were roughly the same, fitting the production models to catch and effort data for 1968-1984 can be accomplished without difficulty. As both the recruitment and the YPR increased during the last period, however, it has become impossible to explain the relationship between catch and effort by assuming that the population parameters remain constant. Accordingly, the data for the EPO have been fit with two different sets of parameters, one for the data for 1968-1983 and one for the data for 1984-1997 (Figures 45 and 46, top panels). The results are as follows:

Period	$m$	Maximum sustainable yield (EPO) in thousands of metric tons	Sums of squares ( $\times 10^{-9}$ )
1968-1983	2.0	192	2.0586
1968-1983	0.8	181	3.1510
1984-1997	2.0	292	1.2357
1984-1997	0.8	270	1.6039

The estimated equilibrium yield for the 1984-1997 period obtained from the production modeling with  $m = 2.0$  seems to be too high, based on the fact that all of the catches for the 1991-1996 period were below the equilibrium line, whereas those for 1986-1990 were on or above the line (Figure 45), even though the effort was about the same. The same is true, although to a lesser extent, for the modeling with  $m = 0.8$ . Normally, some of the points should have fallen above the upper dashed lines. This indicates that the stock was in a higher state of productivity during the 1986-1990 period than during the 1991-1996 period. The symmetrical model ( $m = 2.0$ ) seems to give a better fit (Figure 45), based on its sum of squares, than the asymmetrical model ( $m = 0.8$ ). The YPR studies, however, indicate that production curve should be asymmetrical.

In the lower panels of Figures 45 and 46 the observed CPDFs are compared to the expected CPDFs computed from the model, using values for  $m$  of 2.0 and 0.8 and data for two different time periods. It can be seen that they have corresponded fairly well, on the average, over most of the years shown, but that they are beginning to diverge. In specific years there are wide divergences, however, particularly for  $m = 0.8$ . The reason for this is that the production models are essentially regression models which assume average conditions, and cannot reflect the effects of large, short-term changes in recruitment or age-specific mortality.

## ***Status of the stock during 1997 and considerations for 1998***

### ***Cohort analyses***

Cohort analysis provides estimates of the number of fish of each age group available to the fishery at the beginning of 1998, and also furnishes the basis for estimating the catch during 1998, provided certain assumptions regarding the numbers of fish recruited and the age-specific fishing mortality during 1998 are satisfied. It is assumed that the recruitment during 1998 will be equal to the average of those for 1989-1997 and that the fishing effort and age-specific fishing mortality during 1998 will be equal to those for 1997. The analysis indicates that the catch during 1998 should decline by about 30 thousand metric tons, to about 230 thousand metric tons, as a result of the shift in the age composition toward smaller fish, unless the age-specific fishing mortality changes. If the recruitments during 1996 and 1997 prove to be below or above average the 1998 catch will be less or more than expected, of course. If the fishery continues to catch small fish the future catches will be even less.

### ***Yield-per-recruit analyses***

The YPR analyses demonstrate that the YPR, at current effort levels, would be about 30 percent greater if in the future the fleet concentrates on larger fish, as during 1991-1995, rather than on smaller fish, as during 1978-1982 (the difference, at 20 thousand days, between the solid and dashed curves in Figure 47). The effort during 1991-1995 was about 20 thousand Class-6 purse-seine days per year, whereas it averaged about 33 thousand days per year during the 1978-1982 period. A reduction from 33 to 20 thousand days during the earlier period would have produced an increase of about 2 percent in the catch and an increase of about 68 percent in the CPDF. Therefore, the combination of increased YPR and decreased effort would produce an increase of about 33 percent in the YPR ( $1.02 \times 1.30 = 1.33$ ) relative to the average catch for 1978-1982.

The effects of two different average levels of recruitment, those for 1991-1995 ("high") and 1978-1982 ("low"), combined with the average age-specific fishing mortality for 1991-1995, are shown in Figure 48. The catch is about 20 percent greater with high recruitment than with low recruitment at either the 1978-1982 or 1991-1995 levels of effort.

The combined effects of high recruitment and age-specific fishing mortality similar to that of 1991-1995 versus average recruitment and age-specific fishing mortality similar to that of 1978-1982 are shown in Figure 49. In this instance the catch in the first case exceeds that for the second case by an average of 62 percent for effort levels between 10 thousand and 35 thousand days. A little less than half of the increase in the estimated catch comes from increased recruitment and a little more than half from increased YPR.

### ***Production models***

Predictions based on production models for which the parameters were estimated with the 1968-1983 data indicate that the stock of yellowfin would be reduced to zero by the beginning of 1990, due to the large catches made during 1985-1989. Obviously, these estimates have not been representative of conditions in the fishery since 1983 or 1984. As noted above, age-structured analyses demonstrate that major changes in age-specific fishing mortality and recruitment occurred between 1983 and 1985, and these caused the production from the stock to be much greater than expected from the production model parameters for 1968-1983. If it is assumed that the data for the most recent years represent current conditions in the fishery, and the parameters of the production model are re-estimated as described previously, using data for 1984 to the present with the model constrained to fit the yield per recruitment for the 1984-1995 period, the expected CPDFs correspond much more closely to the observed CPDFs (lower panels of Figures 45 and 46). With the re-estimated parameters of the production models, it is

estimated that the equilibrium catch for the EPO for 1998, with the effort levels of 1996-1997, should be approximately 269 to 291 thousand metric tons. With this level of effort, the two production models indicate that the CPDF should be between 12 and 13 metric tons. These values are probably a little too high, because the age composition of the catch in 1996 and 1997 has shifted toward smaller fish. It is more likely that the catch will be about 240 to 260 thousand metric tons and the CPDF will be about 10 to 12 metric tons. Approximately 12 to 14 thousand metric tons of this will come from the longline fishery.

### *Comparison of results*

In summary, evaluating the effect of fishing upon the abundance and yield of yellowfin in the EPO is difficult. Using the production models alone provides tenuous results, so the staff has combined the results of three different models, cohort, YPR, and production, to arrive at what are believed to be the most reasonable conclusions.

It is estimated that the recruitment has fluctuated by a factor of about 3, and, over the observed range of data for the fishery, it does not appear to be related to the stock size (Figure 43). This adds to the difficulties in making short-term forecasts with production models. If the forecasts from this model are to be improved, it is necessary to use information about the recruitment. It would be best to be able to forecast the recruitment a year or two in advance, but it is currently not possible to do this. The yield curves derived from the YPR models for the 1978-1982 and 1991-1995 periods (Figure 49), plus the points and production curves for the 1968-1983 and 1984-1997 periods (top panel of Figure 46), are shown in Figure 50. During the 1968-1983 period, when there was considerable interannual variation in effort, but the average catches were roughly the same for reasons discussed on page 46, the curves for the two models correspond well to one another. For the 1984-1997 period, when there was little interannual variation in effort, the parameters of the production model were constrained so as to fit the YPR model. Both the YPR model and the production model, with  $m = 0.8$ , indicate that the amounts of effort during the 1984-1997 period were near or greater than that necessary to produce the maximum catch. Both the YPR (Figure 40) and average weight (Figure 41) were less during 1996 and 1997 than during 1991-1995, which means that the fishery has been less productive during 1996 and 1997.

The YPR analyses, as shown by the dashed curve in Figure 49 and the lower panel of Figure 50, demonstrate that the current effort level (24 thousand Class-6 days) was above the range of the levels (18 to 22 thousand days) needed to harvest the AMSY. Also, they show that the actual catch varies in accordance with the amount of recruitment and the age-specific fishing mortality (Figures 47-49). The YPR for 1997 and the average weight of the fish caught during that year are the lowest since 1984, except for 1988. This analysis shows that the equilibrium catch with the 1997 age-specific fishing mortality, a recruitment of 86 million fish (the average of 1989-1997), and 24 thousand days of effort would be about 228 thousand metric tons per year, but it would take several years to reach equilibrium; the catch in 1998 would be about 244 thousand metric tons. If the effort were increased to about 26 thousand days, the equilibrium catch would be about 226 thousand metric tons, but in 1998 the catch would be about 256 thousand metric tons. It should be noted that increasing the effort from 24 to 26 thousand days (an 8-percent increase) would decrease the equilibrium catch by about 2 thousand metric tons (a decrease of less than 1 percent), but the equilibrium CPDF would drop from about 9.5 to about 8.7 metric tons per day (a 9-percent decrease).

Use of current estimates of the parameters of the production model (Figures 45 and 46, late period) produces estimates of the stock size which are 4 to 10 percent below the optimum level. The fishery could continue to harvest about 270 thousand metric tons per year from the EPO without further lowering the stock size.

---



As was pointed out at the 58th meeting of the IATTC in 1997, in recent years the fleet has been directing a greater portion of its effort toward fish not associated with dolphins. Fish caught in free-swimming schools or in association with floating objects are smaller than those caught in association with dolphins (Figure 51), so the shift in fishing modes is probably causing the sustainable catch of yellowfin in the EPO to decline. Also, the annual effort has increased by 13 percent in the last five years, and the YPR analyses indicate (Figure 50, lower panel) that this is greater than the optimum level of effort and could cause a slight decline in the sustainable production. These declines would take several years to manifest themselves fully.

### ***Skipjack tuna***

The world catches of skipjack have exceeded those of any other species of tuna for many years. Data compiled by the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations (Table 6) indicate that skipjack accounted for 46, 45, 47, 49, and 49 percent of the world catches of the principal market species of tunas (skipjack, yellowfin, bigeye, albacore, and northern and southern bluefin) during 1992, 1993, 1994, 1995, and 1996, respectively. In the Pacific Ocean 50, 52, 52, 57, and 56 percent of the catches during 1992, 1993, 1994, 1995, and 1996, respectively, were skipjack. The world catches of skipjack by area are shown in Figure 52. The catches in the Pacific Ocean are much greater than those in the Atlantic and Indian Oceans, and the catches in the western and central Pacific are much greater than those in the eastern Pacific Ocean (EPO). The catches in the EPO have not shown an upward trend during the 1961-1997 period, while those of the other areas have greatly increased.

Substantial fisheries for skipjack occur in the northeastern Pacific near Baja California, the Revillagigedo Islands, and Clipperton Island and in the southeastern Pacific near Central America, northern South America, Cocos Island-Brito Bank, the Galapagos Islands, and offshore south of 10°N. The area of very warm water off southern Mexico which separates the two areas is apparently nearly devoid of skipjack during most years (Figures 5 and 6), but in some years, such as 1956, the distribution of skipjack seems to have been continuous from north to south. The fishery for skipjack in the EPO tends to take place closer to shore than that for yellowfin, but in recent years, especially 1995-1997, greater portions of the skipjack catches have been made further offshore. In the central Pacific Ocean there are lesser fisheries for skipjack near the Hawaiian Islands and the Society Islands. Further to the west, particularly between 10°N and 10°S east of 140°E, there are much more substantial fisheries for skipjack.

The total catches of skipjack in the EPO vary considerably from year to year (Figure 52 and Table 3), and the locations at which the fish are caught also vary from year to year. During the late 1950s large catches of skipjack were made south of 5°S, and from the late 1950s to the early 1970s large catches of this species were made close to shore off Ecuador and northern Peru. During the early 1970s, however, the center of abundance of the southeastern group seemed to shift to waters off Colombia and Central America, and then during the early 1980s it seemed to shift back to Colombia and Ecuador. During 1995, 1996, and 1997 (Figure 6) the greatest catches were made between about 5°N and 15°S from the coast of the Americas to about 135°W.

The size compositions of skipjack samples taken in the EPO during 1992 through 1997 are shown in Figure 17. Differences among years are apparent; the fish were largest during 1994 and 1996 and smallest during 1997.

Tunas are caught in three types of schools, those in which the fish are associated with dolphins, those in which the fish are associated with floating objects, such as logs, and those in which the fish are associated only with other fish. Unlike yellowfin, skipjack are not often caught in schools associated with dolphins. Data on the numbers of logged purse-seine sets of each type from trips in which the catch consisted of at least two thirds yellowfin and skipjack, the catches of yellowfin, skipjack, and bigeye in these sets, and the total catches of yellowfin, skipjack, and bigeye are listed in Table 5. The greatest numbers

of sets on schools associated with floating objects and on schools of tuna associated only with other fish ("free-swimming schools") were made during the period from the mid-1970s to the early 1980s, and the greatest catches of skipjack were made during this period. There is considerable opposition from some environmental groups and some individuals concerned with the environment to fishing for tunas associated with dolphins. If, in response, the vessels which have fished in that manner in recent years were to direct their effort to fishing for schools of tuna associated with floating objects and free-swimming schools the catches of skipjack would probably increase.

#### ***Population structure***

Skipjack occur throughout the tropical and subtropical waters of the Pacific Ocean, and it is known that there is considerable exchange of fish among areas (Figure 53). It is of fundamental importance to determine whether these fish belong to one or more than one subpopulation and, if the latter is the case, where the different subpopulations occur and how their distributions vary with time and age. This problem has been studied by various methods, including analyses of catch statistics, life history, tagging, biochemical genetic data, and data on chemical composition of the otoliths of the fish. Research in these fields has been conducted by many organizations, including the IATTC, the South Pacific Commission (now the Secretariat of the Pacific Community; SPC), the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS), and various organizations in Japan. The research results pertinent to a solution to this problem were examined at a workshop of fisheries biologists and population geneticists sponsored by the SPC in 1979, and the conclusions reached at that meeting were discussed in detail on pages 88-91 of the IATTC Annual Report for 1983. In summary, there were two principal hypotheses for skipjack in the Pacific Ocean. The separate-subpopulation hypothesis stated that there are two or more genetically-distinct subpopulations of skipjack in the Pacific Ocean, and the clinal hypothesis stated that separate subpopulations of skipjack do not exist in the Pacific Ocean, but there is isolation by distance, *i.e.* the probability of any two fish interbreeding is an inverse function of their distance from one another. It was concluded at the workshop that the available data did not favor either the separate-subpopulation or the clinal hypothesis. Subsequent studies, described on pages 69-71 of the IATTC Annual Report for 1994, have not furnished information which would serve better as the basis for management decisions. (Those studies should not be considered as futile, however, as the information from them may eventually be combined with information to be gathered in the future to achieve a much greater understanding of the stock structure of skipjack in the Pacific Ocean.)

#### ***Abundance, availability, and vulnerability to capture***

As stated above, the apparent abundance of skipjack is highly variable in the EPO. This is believed to be due more to the effects of environmental conditions than to the effects of fishing. A study of the effects of environmental conditions on the abundance, availability, and vulnerability to capture of skipjack in the EPO has been published in IATTC Bulletin, Vol. 19, No. 6, and some of the results are summarized on pages 71-72 of the IATTC Annual Report for 1994. On the whole, the results of the IATTC staff's attempts to relate the apparent abundance of skipjack with environmental conditions suggest that this relationship is complex and not obvious. The problem might be partially resolved if biological and statistical studies could be made for the entire population unit(s) which contribute(s) to the EPO fishery, instead of the portion of it (or them) which inhabit(s) the EPO during part of the life span. Usable catch, effort, and catch-per-unit-of-effort (CPUE) data are available for some parts of the Pacific population unit(s), but not for others. Also, there is the problem of separating the catches of fish of the population unit(s) which contribute(s) to the EPO fishery from those which do not.

#### ***Indices of abundance***

Estimates of the relative abundance of skipjack in the EPO have been calculated from catch and effort data in various ways. Even though the purse-seine and baitboat fisheries of the EPO are

directed primarily toward yellowfin and skipjack, and the ranges of these two species are similar, there are area-time-fishing mode strata in which the catches of skipjack are negligible, or nearly so. Specifically, skipjack are seldom caught in purse-seine sets on dolphin-associated tuna, and there are areas, *e.g.* the area off southern Mexico (Figures 5 and 6), where only small amounts of skipjack are caught. Also, fishermen sometimes pass up opportunities to catch skipjack so they can search for yellowfin. Most investigators have taken these facts into account when calculating indices of abundance for skipjack.

The CPUEs of skipjack, in catch per day's fishing (CPDF) for Class-3 baitboats (101 to 200 short tons (92 to 181 metric tons) capacity), were used as estimates of abundance of skipjack during the 1934-1954 period (IATTC Bull., 1 (7)). No adjustments were made for any of the factors mentioned in the previous paragraph. These estimates are shown in Figure 54.

Another study (IATTC Bull., 13 (1)) was based on purse-seine and baitboat data for 1951-1965. Data for the distributions of the catches for each year were examined, and the data for areas with lesser catches of skipjack were excluded. The areas for which the data were excluded differed among years because the distributions of the areas of greatest catches differed among years. Then the catches per day of fishing were calculated for Class-4 baitboats (201 to 300 short tons (182 to 272 metric tons) capacity) for 1951-1965 and Class-4 purse seiners (201 to 300 short tons capacity) for 1960-1965, and these were used as indices of abundance of skipjack for those years. These estimates also appear in Figure 54.

In a third study (IATTC Bull., 19 (6)) purse-seine and baitboat data were used to estimate indices of abundance of skipjack for 1961-1984. Twenty-two  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  areas were recognized as "skipjack areas," and data for fishing effort in other areas were excluded from the analyses. Data for purse-seine sets made on dolphin-associated fish were also excluded. The data were adjusted to compensate for increased successful-set ratios for skipjack over the period under consideration. Then the CPDFs for Class-3 and for Class-6 purse seiners (more than 400 short tons (363 metric tons) capacity) and for Ecuadorian baitboats were calculated. The estimates for Class-6 purse seiners and Ecuadorian baitboats are also shown in Figure 54.

Most recently, CPUE data for yellowfin and skipjack combined for 1959-1997 have been used to calculate indices of abundance of these two species. The data for 1968-1997 are CPDF data for Class-6 purse seiners. Those for 1959-1967 are catch per standardized day of fishing (CPSDF) data for Class-4 baitboats, multiplied by 2.82 to adjust for the fact that Class-6 purse seiners are about 2.82 times as efficient as Class-4 baitboats. The adjustment factor of 2.82 was calculated from CPDF data for yellowfin and skipjack combined for Class-6 purse seiners and Class-4 baitboats fishing in the same area-time strata during the 1965-1974 period, when there were sufficient numbers of both types of vessels in the fishery. Because the 1968-1997 data are CPDF data for Class-6 vessels and those for 1959-1967 are adjusted to the equivalent of CPDF for Class-6 vessels, they will henceforth be referred to as CPDF data. The total catches of yellowfin and skipjack combined taken by all surface gear east of  $150^{\circ}\text{W}$  for each year were divided by the CPDF for both species combined for unregulated trips to estimate the total effort in Class-6 purse-seine days. These estimates of total effort were divided into the total catch of yellowfin and the total catch of skipjack to obtain the CPDF for each species separately. No adjustments have been made to compensate for fact that not all of the fishing effort in the EPO is directed toward skipjack. These estimates also appear in Figure 54.

The CPUEs are greater for the 1960s than for the preceding and following years. There are four possible reasons for this. First, the fish may have been more abundant or more vulnerable to capture during the 1960s. Second, for the data in the second and third panels, the procedures used for elimination of data for areas in which the fishing effort was directed primarily at species other than skipjack may not have fully accomplished their purpose. Third, for the fifth panel, no attempt was made to eliminate data for areas for which the fishing effort was directed primarily at species other than skipjack.

Fourth, for the third and fifth panels, some or all of the factors used for conversion from one type of effort to another may have been biased.

In the opinion of the IATTC staff, none of these estimates is satisfactory, and further studies are warranted.

### ***Stock assessment***

It has long been known that there is exchange of fish between the EPO and the central and western Pacific Ocean (Figure 53). There are no measures of the amount of this exchange, however.

The catches of skipjack in the EPO are more variable than those of yellowfin. This is partly because the abundance, availability, and/or vulnerability to capture is more variable for skipjack than for yellowfin in the EPO. The CPUEs of skipjack vary among years by a factor of about seven (IATTC Bull. 19 (6): Tables 9 and 10), whereas those of yellowfin vary among years by a factor of about three (Table 14). There are two reasons for the greater variability of skipjack. First, the recruitment of skipjack (IATTC Bull., 19 (6): Table 14) is more variable than that of yellowfin (Table 12). Second, fewer age groups of skipjack than of yellowfin are caught, and the presence of more age groups tends to dampen the year-to-year fluctuations in the catches. In addition to the above, there are economic factors to be considered. As larger boats replaced smaller ones during the 1970s and 1980s greater proportions of the fishing effort were exerted further offshore, where skipjack were apparently less abundant or more difficult to catch. Also, as mentioned above, fishermen sometimes passed up opportunities to catch skipjack in areas where they are relatively abundant and easy to catch because the canneries would not accept them or because the prices were considerably less than those for yellowfin. During the early 1990s fishermen discovered that tunas associated with floating objects, but well below the surface, can be detected with sonar and caught with purse seines. This fishery was pursued mainly between about 10°N and 15°S between the coast and about 135°W. In addition to bigeye, large amounts of skipjack and juvenile yellowfin are taken by this fishery. This fishery was largely responsible for the above-average catches of skipjack during 1995, 1996, and 1997.

### ***Age-structured models***

The yield-per-recruit (YPR) approach to age-structured modeling is discussed in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin. Estimates of the YPRs which could be obtained with various combinations of size at entry and fishing mortality are calculated. In most cases the results indicate that (1) the YPRs will be greater if smaller fish are not exploited and (2) if fish below the critical size are caught, the YPRs will be greater at intermediate than at high levels of effort. However, if the population is not closed, and fish enter the fishing area, stay a short time, and then leave, there may be no reason to avoid the capture of small fish or limit the fishing effort. A YPR analysis, based on the assumption that the skipjack of the EPO constitute a closed population, has been performed. The YPRs for skipjack with various combinations of fishing effort and size at entry are shown in Figure 55. The IATTC staff's estimates of size-specific fishing mortality for 1986-1987 and of growth and natural mortality have been integrated to obtain the calculations which form the basis for this figure. The sources of the growth-in-weight data were as follows:

Computation	Equation	Source
growth in length	24 cm per year	IATTC Bulletin, Vol. 19, No. 6
weight-length relationship	$\log w = 3.335 \log l - 8.250$	IATTC Bulletin, Vol. 4, No. 2

An annual coefficient of natural mortality of 1.5 (about 78 percent) was used. The values in the horizontal scale are multiples of the fishing effort, *i.e.* 0.5, 1.0, and 2.0 represent effort values half of, equal to, and twice the actual effort values for 1986-1987. Various combinations of fishing effort and size at entry

give various YPRs, which are indicated by curves. For example, if the multiplier is fixed at 1 and the size at entry at 40 cm (about 1.2 kilograms or 2.7 pounds) the YPR would be about 0.719 kilogram (1.59 pounds). If the multiplier is fixed at about 3 and the size at entry at about 48 cm (about 2.3 kilograms or 5.0 pounds) the maximum YPR of about 0.735 kilograms (1.62 pounds) could be achieved. At the 1986-1987 level of effort an increase in the size at entry from 30 to 40 cm would increase the YPR from about 0.712 to about 0.717 kilogram, an increase of less than 1 percent. At the 1986-1987 size-specific fishing mortality, doubling or tripling the fishing effort would result in increases in the YPR to about 0.721 or 0.725 kilogram, respectively, increases of less than 2 percent. The greatest possible increase, about 3 percent, could be achieved by increasing the size at entry to about 48 cm and tripling the fishing effort. This is because the losses to the total weight of a cohort of fish by natural mortality exceed the gains to it by growth, even when the fish are less than 50 cm long and presumably growing rapidly.

### ***Production models***

Production models, based on indices of abundance of the fish, are discussed in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin. Data for CPUE and effort are examined to see if the former is related to the latter; if such is not the case fishing effort may not be affecting the abundance of the fish. Data for the CPUEs of skipjack and the fishing effort in the EPO have been examined, and no significant relationships have been found. The lack of a relationship has been attributed to the possibility that the arrival and departure of skipjack from the central and/or western Pacific has a greater influence on their abundance in the EPO than does the fishery. In addition, however, there is the problem of determining which effort should be considered skipjack effort because, as stated above, skipjack are not the primary target of the fishery.

### ***Spawner-recruit relationship***

Spawner-recruit relationships are discussed in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin. It is not possible, due to lack of knowledge of the stock structure, to analyze this relationship for skipjack in the Pacific Ocean in a meaningful way. Skipjack are less heavily exploited than most of the other principal market species of tunas, and it is generally believed that the recruitment of this species has not been affected by reduction in the abundance of spawners due to fishing.

---

It was pointed out previously that the landed catches of skipjack (*i.e.* the catches of skipjack which were not discarded at sea) were considerably greater during 1975-1982 and 1995-1997 than during other years of the 1961-1997 period, so it would be instructive to examine data on the relationship between the fishing effort directed toward skipjack and the landed catches of skipjack. Skipjack are seldom caught in sets made on dolphin-associated tunas, so only sets made on schools associated with floating objects and free-swimming schools are considered. These data, obtained from Table 5, are shown in Figure 56. It is apparent that the landed catches are roughly proportional to the effort, which is not in agreement with the results shown in Figure 55. The disagreement between Figures 55 and 56 could be due to the fact that the skipjack population in the EPO is not closed. Thus, when skipjack are removed from areas where they are most vulnerable to capture, fish from other areas may move to these areas to replace them. If the replacement takes place rapidly the landings may be roughly proportional to the effort, which appears to be the case in Figure 56. Also, it can be seen in the bottom panel of Figure 54 that the CPUEs were at about the same levels during the 1975-1982, a period during which there were relatively large numbers of sets on free-swimming schools and floating objects, and 1983-1997, a period during which there were relatively small numbers of such sets.

On the other hand, the disagreement between Figures 55 and 56 could be at least partly due to differences in the proportions of skipjack discarded during different periods. The market demand for skipjack was greater during 1975-1982 than during 1983-1994, so if the total catches (including fish discarded at sea) could be substituted for the landed catches in Figure 56 the figure would be somewhat different. Data collected by observers during 1993-1997 on the discards of skipjack by Class-6 purse seiners indicate that the catches exceeded the landed catches by about 10 to 20 percent.

### ***Considerations for 1998***

It is reasonably certain that skipjack are underfished in the EPO. This situation could change, however, so it is important to learn more about this species and its relationships with the environment.

### ***Bigeye tuna***

The world catches of bigeye are less than those of skipjack and yellowfin, but greater than those of albacore and northern and southern bluefin. Bigeye are most often consumed fresh, whereas skipjack and yellowfin are usually canned. Since the prices are much higher for fish which are destined for fresh-fish markets, bigeye are, from an economic standpoint, an extremely important component of the world catches of tuna. During the 1964-1995 period 21 to 43 percent of the world catches of bigeye came from the eastern Pacific Ocean (EPO) (Table 15).

Until the 1990s bigeye were caught mostly by longlines, which fish well beneath the surface of the water. During the early 1950s there was little longline fishing in the EPO, and hence the catches of bigeye in that area were low. During the mid-1950s, however, Japanese longline vessels began to fish in the EPO, and the catches of bigeye increased. Accordingly, beginning during the early 1960s, this species was given more attention by the IATTC staff. During the 1963-1996 period six Japanese scientists from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) have spent time in La Jolla working with IATTC scientists on the Japanese longline fishery for bigeye and related species in the EPO. During the early 1990s fishermen operating in the EPO discovered that tunas associated with floating objects, but well beneath the surface of the water, can be detected with sonar and caught with purse seines. Many of these floating objects were fish-aggregating devices (FADs) placed in the water by the fishermen. Most of these catches of bigeye were taken between 5°N and 10°S. Accordingly, beginning in 1995, the IATTC staff further increased its studies on bigeye, principally to estimate the effects of increased catches by the surface fishery on the longline fishery and on the sustainable yield.

### ***Fisheries***

#### ***The surface fishery in the EPO***

Bigeye are caught near the surface of the water by purse seiners, baitboats, trollers, and recreational fishing vessels. The catches of bigeye by purse seiners are much greater than those of all other types of surface-fishing vessels combined. The purse-seine catches increased during the late 1960s and the 1970s, declined after 1981, and then rose dramatically during 1994-1997 (Table 15). The distributions of the logged catches of bigeye by purse seiners during 1994-1996 and 1997 are shown in Figures 7 and 8. The catches southwest of the Galapagos Islands were much greater during 1996 (IATTC Annual Report for 1996: Figure 8) and 1997 than during 1994 and 1995 (IATTC Annual Report for 1995: Figures 7 and 8).

The increased purse-seine catches of bigeye during the late 1960s and the 1970s were apparently due to two factors. First, the actual catches probably increased because there were restrictions on the catches of yellowfin, but not bigeye, during the 1966-1979 period, which in some instances caused fishermen to seek out bigeye in preference to yellowfin. Concurrently with this, the fishermen's skill in catching bigeye probably increased. Second, the statistics collected after the mid-1960s are more accurate. Bigeye and yellowfin caught by the surface fishery have, during most years, brought the same price

to the fishermen, so bigeye have often been reported as yellowfin. Since the advent of regulations, however, the two species have more often been reported separately, and in locations where they are not there has been better coverage by IATTC employees, who estimate the proportions of the two species in mixed landings. Two recent studies (IATTC Annual Report for 1991: 34-35; IATTC Annual Report for 1996: 24-25) indicate that misidentification of bigeye as yellowfin has not been a serious problem during recent years.

As stated above, the increased catches of bigeye during 1994-1997 were apparently due to the development of new methods for catching subsurface tunas associated with floating objects.

During the 1971-1993 period about 63 percent of the purse-seine catches of bigeye was taken in free-swimming schools, 37 percent in schools associated with floating objects, and less than 1 percent in schools associated with dolphins. The average catch of bigeye per successful bigeye set was 22 metric tons (21, 25, and 12 metric tons for free-swimming schools, floating-object schools, and schools associated with dolphins, respectively). (A "successful" bigeye set is defined as a set in which 0.5 short ton or more of bigeye was caught, regardless of the catch of other species in the same set.)

During the 1994-1997 period about 7 percent of the purse-seine catches of bigeye was taken in free-swimming schools, 93 percent in schools associated with floating objects, and less than 1 percent in schools associated with dolphins. The average catch of bigeye per successful set was 25 metric tons (22, 26, and 9 metric tons for free-swimming schools, floating-object schools, and schools associated with dolphins, respectively).

During 1971-1993 most of the bigeye were taken in pure schools, but during 1994-1997 most of them were taken in sets which included yellowfin, skipjack, or both.

The length distributions of bigeye caught in the EPO by surface gear during each year of the 1992-1997 period are shown in Figure 19. Those caught during 1994-1997 (especially 1996 and 1997) were smaller than those caught during 1992-1993. Data on the length frequencies of bigeye caught in free-swimming schools and in floating-object schools are shown in Figure 57. (Very few bigeye are caught in association with dolphins.) The fish from the floating-object schools tend to be smaller than those from free-swimming schools, and the number of floating-object sets with catches of bigeye has increased substantially more than that of sets on free-swimming schools with catches of bigeye.

### *The longline fishery in the EPO*

Studies of the Japanese longline fishery conducted jointly by Japanese and IATTC scientists (IATTC Bull., 9 (6), 11 (2), 11 (3), 13 (2), 16 (2), 19 (1), and 20 (5)) include analyses of data on trends in effort and catches, horizontal, vertical, and temporal distributions of catches, trends in apparent abundance, size composition, and maturity of bigeye.

The distributions of the effort, in numbers of hooks, and the catches per unit of effort (CPUEs; numbers of fish caught per 100 hooks) of bigeye by Japanese longliners in the EPO, averaged over the 1988-1992 period, are shown in Figures 58 and 59. There were almost no catches in the area north of about 10°N and east of about 125°W during any quarter. The greatest CPUEs were recorded (1) between Ecuador and 120°W and 10°S and 5°N throughout the year, (2) northeast of Hawaii between 20°N and 33°N and 122°W and 140°W during the first and fourth quarters, and (3) off southern Peru and northern Chile between 18°S and 25°S and 80°W and 90°W during the third quarter.

The distribution of effort did not coincide well with the areas of greatest CPUEs of bigeye, even though bigeye was the most important species of fish caught by Japanese longliners. For example, heavy concentrations of effort are apparent in equatorial waters (8°N to 15°S and west of 100°W), but the CPUEs of bigeye in this area were not particularly high. Furthermore, although the CPUEs for bigeye were fairly high northeast of Hawaii and off southern Peru and northern Chile, not much effort was exerted in these areas. This may be because in the equatorial region bigeye could be caught throughout

the year and the fish tended to be large, whereas in the higher latitudes the occurrence of bigeye was more seasonal and the fish tended to be smaller.

A study utilizing general linear models (GLMs) to standardize the CPUEs of bigeye in the EPO (IATTC Bull., 20 (4)) was completed in 1992. The effects of years, seasons, areas, and depths of fishing were considered, and all were found to have significant effects on the CPUEs. More recently a modification of the GLM method has been used with longline CPUE data for bigeye to produce standardized estimates of the relative abundance of that species in the EPO during the 1975-1994 period.

Length-frequency data for bigeye caught by longlines in the EPO between 40°N and 35°S during 1991-1996 are shown in Figure 60. The length compositions and average weights did not vary much during this period, but the total catch declined due to declines in effort and CPUE. The average weights (Table 16) showed greater variation during the years prior to 1987.

### ***Catch statistics***

Data on the Japanese longline fishery for tunas, including catches by species, location (5-degree areas), date (year and month), and length and/or weight frequencies of sampled fish are made available to the IATTC by the NRIFSF. In addition, the Tuna Research Center, Institute of Oceanography, National Taiwan University, and the National Fisheries Research and Development Agency of Korea furnish data on the catches of fish of each species by longline vessels of the Republic of China (ROC) and the Republic of Korea (ROK) in the EPO. Data on the longline fisheries of Western Hemisphere nations are obtained from various government organizations and from industry sources.

Data on the catches, in numbers and weights of fish, and average weights of the fish are shown in Tables 16-18. Most of the longline catches of bigeye in the EPO are made by Japanese vessels (Table 16). The catches by surface gear during 1994-1997 were much greater than those of previous years (Table 17), and in 1996, for the first time, the purse-seine catch may have exceeded the longline catch (Table 15). The total catch of bigeye in the EPO by all gears (Table 15) averaged 42.5 thousand metric tons per year for the 1964-1975 period, 68.9 thousand metric tons for the 1976-1984 period, and 85.8 thousand metric tons for the 1985-1997 period.

The average size of fish caught by Japanese longline vessels declined from the early 1970s to the early 1980s (Table 16). During 1983 and 1984 the average size was greater, and then it was less from 1985 through 1997, except for 1987. These changes in average size might be related to increasing use of deeper-fishing longlines, with 12 or 13 hooks per basket, which began during the early 1980s (IATTC Bull., 20 (5): Figure 7). The average weights of bigeye caught by the surface fishery have been highly variable (Table 17), but the numbers of samples taken were small, except during 1994-1997. The average weight for the surface fishery for 1997 was the lowest on record.

### ***Indices of abundance***

The simplest index of abundance of bigeye in the EPO is the catch, in numbers of bigeye, by longline gear divided by the numbers of hooks fished, either for the entire EPO or for the areas within the EPO in which the catches of bigeye are greatest (IATTC Bull., 20 (5)).

During the mid-1970s Japanese longliners began to use gear with wider spacing between buoys and more hooks per basket, particularly in equatorial waters, and the use of longlines with this configuration spread poleward during the ensuing years. These are called deep longlines. The hooks which are furthest from the buoys of deep longlines hang at greater depths than do any of the hooks of conventional longlines. Bigeye spend more time in and below the thermocline than do most other species (Fish. Ocean., 3 (3): 204-216), so the shift to deep longlines should have increased the fishing power of longlines for bigeye. (It should be noted, however, that the numbers of hooks fished per day remained about the same, and that many of the hooks of deep longlines fish at the same depths as those of convention-



al longlines.) General linear modeling has been used to compensate for differences in the longline CPUEs of bigeye in various area, season, and depth strata. Two models have been employed. The year effects in each model were used as annual indices of abundance, standardized by the other factors. The first model used the computer program SAS GLM, with the natural logarithm of the CPUE (defined as 1 + number of bigeye caught per thousand hooks) as the dependent variable. The second model used the computer program SAS GENMOD, employing the Poisson distribution of bigeye catch with an offset of the natural logarithm of the fishing effort in number of hooks. The analyses showed significant interactions between years and areas, so separate analyses were run for each area. Similar results were obtained for the two models for each area, with years, bimonthly periods, maximum depths at which the hooks fished, and interactions between bimonthly periods and maximum depths at which the hooks fished being significant in every case. CPUEs for the entire EPO (Figure 61) were calculated from weighted averages of the CPUEs for the individual areas.

### ***Stock assessment***

In general, there are three approaches to the analysis of the effects of fishing on a population of fish, age-structured modeling, spawner-recruit modeling, and production modeling. Application of these to bigeye tuna in the EPO is discussed below. These analyses should be considered as preliminary, as little is known about the rate of exchange of fish between the EPO and the central and western Pacific. Also, there is insufficient information on important parameters, such as age- and sex-specific growth and natural mortality, size at which the fish reach sexual maturity, *etc.* In addition, there are problems with spatiotemporal stratification of the size data and standardization of the longline effort and CPUE data. As will become apparent below, the results obtained with various trial values of natural mortality differ considerably, so more precise estimates of this parameter would be of great value.

### ***Age-structured modeling***

Some assumptions have been made to facilitate the age-structured analyses. These include: (1) there is a single stock (as defined in IATTC Bulletin, Vol. 17, No. 5) of bigeye in the EPO, and the rate of exchange of fish between the EPO and other parts of the Pacific Ocean has remained the same over the study period; (2) the natural mortality is constant after the fish are recruited into the fishery, is the same for both sexes, and does not vary from year to year; (3) the growth rates are the same for both sexes and vary from year to year only to the extent permitted by the constraints required for fitting normal length-frequency distributions, as described below.

Tagged bigeye released in the Coral Sea, near Australia, have been recaptured as far away as Hawaii, but most of the fish recaptured had travelled much shorter distances. The same is probably the case for bigeye in the EPO. Actually, the ratio of males to females tends to be significantly greater than 1 for larger fish (Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., 1: 57-98), implying that older females grow more slowly than do older males or that older females have a higher rate of natural mortality than do older males. The amount of information available is insufficient to incorporate differential growth or mortality into the calculations, however.

### ***Cohort analyses***

As a first step in cohort analyses, the fish in the catches must be assigned to cohorts. (A cohort consists of all the fish recruited to the fishery at the same time; more information about the cohorts of bigeye which exist in the EPO will be given later.) The analyses produce estimates of the numbers of fish of each cohort at the time of recruitment and at various intervals thereafter and of the numbers which are caught and which die during each interval. The information needed for these calculations

includes the numbers of fish of each cohort in the catch during each time interval, an estimate of the natural mortality rate, and an estimate of the fishing mortality rate for at least one time interval with catch for each cohort. These are called the “initiating” rates of fishing mortality. All of these estimates are obtained from analyses of catch statistics and length-frequency data, combined with one or more equations for the weight-length relationship(s).

The basic data used for the cohort analyses of bigeye tuna in the EPO are: (1) catches of bigeye, in numbers of fish, by longline vessels of Japan, the ROC, and the ROK, by area (Figure 62), year (1971-1996), and month; (2) length-frequency data for bigeye caught in the EPO by longline vessels of Japan, by area, year, and month; (3) catches of bigeye, in metric tons, by purse seiners and baitboats, by area (Figure 12), year (1971-1997), and month; (4) length-frequency data for bigeye caught in the EPO by purse seiners and baitboats, by area, year, and month; (5) weight-length equations for longline- and purse seine-caught bigeye. The data for the purse-seine and baitboat fisheries were collected by the IATTC staff. The analyses of length-frequency data were carried out by the methods described in IATTC Bulletin, Vol. 20, No. 6. The catch data for the Japanese, ROC, and ROK longline vessels were combined with length-frequency data for the Japanese longline vessels to estimate the catches (stratified by area (Figure 62) and time) by the longline fishery, by 1-cm intervals, for 1971-1996. The average weights of the fish were estimated from the length-frequency distributions and the weight-length equation  $w = (3.661 \times 10^{-5})l^{2.90182}$ , where  $w$  = weight in kilograms and  $l$  = length in centimeters (Governor's [Hawaii] Conf. Central Pacif. Fish. Resources, Proc.: 197-201). Equivalent estimates of the length frequencies of the fish caught with longlines during 1997 were made with the data for 1996, assuming the 1997 catch to be slightly less than that of 1996. Likewise, the catch and length-frequency data for the purse-seine and baitboat fisheries were used to estimate the surface catches, stratified by area (Figure 12) and time, by 1-cm intervals, for 1975-1997. Equivalent estimates of the surface catches for 1971-1974 were made by combining catch data for those years and average length-frequency data for the surface fishery for 1975-1993. The longline and surface data were then combined to provide monthly estimates of the catches in all areas combined, in numbers of fish and in metric tons, by 1-cm intervals. The length-frequency distributions indicate that there are two cohorts, the X cohort, recruited in July at about 30 cm, and the Y cohort, recruited in January, also at about 30 cm.

If the maximum life span of the fish is about 10 years, which seems to be the case, there could be as many as 20 cohorts present in the catch of each month. The length frequencies were converted to age frequencies by fitting a distribution composed of 20 normal distributions to each monthly length-frequency distribution. The estimation of the 20 means for each month was constrained by the growth curve (estimated from modal progressions), and the estimation of the 20 standard deviations for each month was constrained by the ranges demonstrated by modal groups within the length distribution. The catch frequencies, by age, of the combined X and Y cohorts for 1971 through 1996 are shown in Figure 63.

The monthly catch-at-age data for each cohort present in the fishery during the 1971-1996 period (X62 through X96 and Y62 through Y96 cohorts) were analyzed. Since the annual natural mortality rate ( $M$ ) is believed to be between 0.4 and 0.8, the analyses were performed with values of 0.4, 0.6, and 0.8 assigned to  $M$ . Each analysis was begun by guessing the rate of annual instantaneous fishing mortality ( $F$ ) for the last month in which fish of each cohort were caught. These initiating values of  $F$  were then adjusted until estimates of the numbers of fish in the population which were compatible with the standardized longline CPUEs (IATTC Bull., 20 (4)) were obtained (Figure 64). The final choice for each cohort permits the estimation of the number of bigeye in that cohort at the beginning of each month and estimation of  $F$  for that cohort for each month. The estimated average numbers of fish of each age group of each cohort in the population during July of each year are shown in Table 19, and some average values of  $F$  for various years are shown in Table 20. (In Table 19 the first line lists the estimated populations of age-0 through age-9 fish in 1971, so the age-0 fish are members of the X71 and Y71

cohorts, the age-1 fish are members of the X70 and Y70 cohorts, and so on. In Table 20 the columns headed by 1971-79, 1980-87, 1988-93, and 1994-96 list estimates of average  $F$  for fish of ages 0 through 9 during those periods.) The average weights at age were estimated from the estimates of the catches in numbers and weights of fish; estimates at quarterly intervals are listed in Table 21. Estimates of the biomass of the population calculated from the estimates of the population sizes (Table 19) are shown in Figure 65.

The results of these analyses are not as accurate as desired because, although fish of different cohorts can usually be distinguished from one another when they are young, this becomes increasingly difficult as they grow older, so older fish are probably often assigned to the wrong cohorts. In addition, the estimates of  $M$  are little more than guesses. Also, the catchability of the fish varies according to age, area, season, weather, oceanographic conditions, and other circumstances, the growth rates vary, and the times of recruitment vary. All of these introduce "noise," and possibly bias as well, into the calculations.

Cohort analysis also provides estimates of the recruitment for each cohort for each value of  $M$  and each set of initiating  $F$  values; those for the initiating values of  $F$  which produced the estimates in Figure 65 are shown in Figure 66.

#### ***Yield-per-recruit analyses***

The yield-per-recruit (YPR) approach to age-structured modeling is discussed in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin. Estimates of the YPRs which can be obtained with various combinations of size at entry and fishing mortality are calculated. Estimates of age-specific  $F$ s for each month and estimates of recruitment (Figure 66) obtained from the cohort analyses, estimates of the average weights of fish of each age (Table 21), and values of  $M$  of 0.4, 0.6, and 0.8 were used to calculate estimates of the YPRs for the 1971 through 1986 cohorts, for which complete life history data are available (Table 22). Estimated YPRs obtainable with various multiples of the fishing effort of 1982 and 1994 and three estimates of  $M$  are shown in Figure 67. The YPRs obtainable with different estimates of  $M$  differ considerably, particularly in the right panel of the figure.

#### ***Spawner-recruit relationships***

At least some of the individuals of a population of fish must be allowed to spawn at least once before they are harvested. If spawning occurs well before the fish reach the size at which they are first harvested there is probably no danger from this standpoint, but if spawning does not occur until after the fish have entered the fishery, and the fishing effort is high, there is a possibility that the number of spawners would be so reduced that the recruitment in subsequent years would be reduced. (It should not be assumed, however, that a modest reduction in spawners would reduce the recruitment in subsequent years, as this does not appear to be the case for any species of tropical tuna within the range of abundance of spawners observed.) Data on relative abundances of fish of ages 3 through 9, which are presumed to be spawners, and recruits (age-0 fish) obtained from the cohort analyses are shown in Figure 68. There is no evidence from these data that these two variables are correlated, which is not surprising in view of the fact that the abundance of spawners did not vary much over the period in question. This relationship should continue to be monitored, however, particularly if the abundance of spawners becomes reduced.

#### ***Production modeling***

Production models, in contrast to age-structured models, make use of data on the population as a whole, rather than on individual fish. The only data required are catch and standardized CPUE. Standardization of CPUE data is nearly always a problem for multispecies fisheries, as vessels fishing in different area-time-gear configuration strata may be concentrating on different species, even though

they may catch individuals of several species. The CPUEs listed in Table 23 and abundance indices computed with the logarithmic model (Figure 61), both adjusted to means of 1.0 for the 1975-1994 period, are shown in Figure 69. The two indices are nearly the same, despite the fact that, as pointed out above, the vulnerability of bigeye to capture should have increased with the switch from conventional to deep longline gear. As mentioned previously, during the early 1990s purse-seine fishermen learned how to detect tunas associated with floating objects, but well below the surface, with sonar, and catch them, so purse-seine effort for 1971-1993 is not equivalent to purse-seine effort for 1994-1997. This does not create a problem in estimating the total effort, as only longline CPUE data were used in the production analyses described here. However, the productivity of the stock has almost certainly changed due to the increased exploitation of younger fish.

For this study, it was assumed (1) that there is a single stock of bigeye in the EPO and no exchange of fish between the EPO and other parts of the Pacific Ocean, (2) that all longline effort in the EPO has the same probability of catching bigeye of the EPO stock and that the efficiency of the longline gear did not change during the 1964-1996 period, and (3) that the longline CPUEs are indicative of the relative abundance of bigeye of all ages taken by the surface and longline fisheries. (The last assumption is not satisfied, of course.)

Data on the total catches and on the CPUEs by Japanese longline vessels are given in Tables 23 and 24. The total catches, in numbers of fish, were divided by the CPUEs, also in numbers of fish, to obtain estimates of the total effort (Table 23). In addition, the total catches, in weight, were divided by the CPUEs, also in weight, to obtain estimates of the total effort (Table 24). The effort data in Table 24 were used for production modeling.

The data were fit to the equation for the production model by minimizing the sums of squares between the observed amounts of effort and those predicted by the fitted model. The fitting was done for a single value, 0.8, of  $m$ , the shape parameter, since this produces a production curve which is similar to the YPR curves (Figure 67). The results are shown in Table 25 and Figures 70-72. Two cases are shown, one with the minimum sums of squares ("best") and the other ("alternate") restrained to optimum effort greater than 400 million hooks. The predicted values of CPUE corresponding to the two values of optimum effort are virtually the same (Figure 72). In the "best" case the recent effort exceeds the optimum effort, whereas for the "alternate" case the recent effort has been less than the optimum effort.

The estimates of the parameters (Table 25) for the production models for these data are not very reliable, as shown by the comparison in Figure 72. Different criteria for estimation gave different results for two important parameters, optimum effort and maximum sustainable yield (MSY). There is considerable variation between the observed CPUE and the values predicted by the model (Figure 72). Most of the variation in the CPUE was the result of changes in recruitment, rather than changes in population size caused by removal by the fisheries. Recent changes in the surface fishery, which catches fish which are younger than those caught by the longline fishery, will complicate the use of the production models in the future by changing the catchability of the population.

### ***Interaction between the longline and surface fisheries***

The age-specific estimates of the catches of fish obtained from the cohort analyses (Figure 63) were partitioned into separate estimates for the longline and surface fisheries (Figure 73). Likewise, the estimates of total  $F$  (Table 20) were partitioned into separate estimates for longlines and surface gear by calculating the portions of the total catches at each age made by each gear.

The interaction between two types of gear can be estimated by simulation of catch histories, using estimates of recruitment, natural mortality, and relative distribution of fishing mortality among fish of different ages obtained from cohort analyses with various multipliers of the vectors of  $F$  (which are directly proportional to the vectors of fishing effort) for one or both gears. This was done for big-

eye in the EPO by changing the estimates of  $F$  for the surface fishery, while leaving those for the longline fishery the same, or leaving both unchanged.

Simulation studies were carried out to predict what the catches for 1998-2006 would be with the following patterns of effort. The values of  $F$  for the surface fishery for 1997-2006 were set equal to that for 1996. Values of  $F$  for the longline fishery for 1993, 1994, and 1995 were estimated by multiplying the average value of  $F$  for the longline fishery for 1990-1992 by the amounts of fishing effort for 1993, 1994, and 1995 and then dividing by the average effort for 1990-1992. The values of  $F$  for the longline fishery for 1996 through 2006 were set equal to that for 1995. Then the values of  $F$  for the surface fishery for 1998 through 2006 were multiplied by either 0.1 (Pattern A), 1.0 (Pattern B), or 1.5 (Pattern C), while those for the longline fishery remained unchanged. The results are shown in Table 26 and in Figure 74 (for both types of gear combined) and Figure 75 (with separate estimates for the two types of gear).

### **Discussion**

The uncertainty about the natural mortality rate makes interpretation of the cohort analyses difficult. Different values of  $M$  produce different estimates of catch, amount of interaction between the surface and longline fisheries, and amount of effort necessary to achieve the MSY. The biomass of the stock has been relatively stable, although it declined after the mid-1980s (Figure 65). Similarly, the annual recruitment appears to have been relatively constant during the 1971-1997 period, fluctuating between lows in 1981 and highs in 1983 (Figure 66).

The YPR analyses indicate that effort at the 1982 level (multiplier of 1 in Figure 67) was less than optimum for all values of  $M$ . The YPRs are much greater for  $M = 0.4$  than for  $M = 0.8$ , however. YPR analyses with effort at the 1994 level produce substantially different results, especially for the surface fishery. With  $M = 0.4$  the effort was greater than optimum, with  $M = 0.6$  it was slightly less than optimum, and with  $M = 0.8$  it was substantially less than optimum.

Based on the simulations, estimates of the catches by gear of bigeye during the 1997-2006 period, with the three patterns of fishing effort described above, are shown in Figure 74. The surface fishery has little effect on the longline fishery with Pattern A, corresponding to the purse-seine fishery previous to 1994, regardless of  $M$  (Figure 75). With Patterns B and C, however, corresponding to the current and possible future purse-seine fishery, there is considerable effect on the longline fishery, especially at higher levels of effort and lower values of  $M$ .

Clearly, if  $M$  is low (about 0.4) and the effort of the surface fishery remains at the 1997 level the total catch will be reduced, and if the effort of the surface fishery increases further the total catch will be further reduced. However, if  $M$  is about 0.8, and the effort of the surface fishery remains at the 1997 level, or increases no more than 50 percent, the total catch will probably increase, although the catch of the longline fishery would be less than if the surface fishery were at the 1982 level. If  $M$  is about 0.6, the surface catch at current or slightly higher levels will not change the total catch very much. It is not clear at this time what effect reducing effort for either fishery would have on the total catch, except for the cases described above.

Production modeling, which does not require assumptions about natural mortality, does not indicate whether the present level of effort is less than or greater than optimum (Figure 70).

### **Northern bluefin tuna**

Northern bluefin tuna occur in both the Atlantic and Pacific Oceans. The world and Pacific Ocean catches of northern bluefin are much less than those of skipjack, yellowfin, bigeye, or albacore, but the fishery is still of considerable economic value. The annual catches of northern bluefin in the Pacific Ocean for the 1952-1997 period are shown in Table 27. Surface gear accounts for the majority of the catches in both the eastern Pacific Ocean (EPO) and the western Pacific Ocean (WPO). The catches

by eastern Pacific nations (taken mostly in the EPO) were below average for the period in question during 1980-1984, about average during 1985 and 1986, below average during 1987-1995, above average in 1996, and below average in 1997. The catches by western Pacific nations (taken mostly in the WPO) were well above average during 1978-1983 and about average during 1984-1996.

In the EPO nearly all of the catch of bluefin tuna is made by purse seiners fishing relatively close to shore off California and Baja California. The fishing season typically extends from May to October, although sporadic catches are made in other months. The 1997 commercial catch of 2,287 metric tons was below average, but well above those of many of the years of the 1981-1996 period. During 1997 logged catches of bluefin were made between 27° and 33°N during July, 31° and 33°N during August, and 32° and 33°N during September.

The staff of the IATTC has been studying bluefin tuna on a modest scale since 1958, when 122 purse seine-caught bluefin were tagged and released near Guadalupe Island, Mexico. Prior to 1979 the work consisted mostly of collection of logbook data and measurement of samples of fish caught by purse seiners in the EPO to estimate their length compositions. Since 1979, however, more has been done. In 1979 a review of information pertinent to stock assessment of this species was prepared (IATTC Internal Report 12). Also, data on the surface catches of bluefin in the EPO by area, date, vessel size class, size of school, type of school, *etc.*, were assembled, analyzed, and published in 1982 in IATTC Bulletin, Vol. 18, No. 2. In addition, purse seine-caught bluefin were tagged in the EPO in 1979 and 1980, and troll- and trap-caught bluefin were tagged in the WPO by IATTC employees who were stationed in Japan intermittently during 1980-1982. Also, research has been conducted on determination of the age and growth of bluefin from hard parts (IATTC Bull., 21 (2)).

Bluefin tuna taken by the commercial fishery of the EPO were measured during each year of the 1952-1971 period by employees of the California Department of Fish and Game (CDFG). Since then the sampling has been conducted by the staff of the IATTC. Analysis of these data has produced estimates of the catches of bluefin, in numbers of fish of the various age classes, for the 1952-1991 period (IATTC Bull., 20 (9)). These, and comparable estimates for the WPO made by a scientist from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) of Japan, are listed in Table 28. Length-frequency histograms of the bluefin caught in the EPO during 1992-1997 are shown in Figure 20. During 1993, for the first time, due to limited availability of commercially-caught bluefin, fish caught by the sport fishery were measured. Most of the samples of bluefin obtained during 1993, 1994, 1995, and 1997 were from fish caught by sport fishermen. Nearly all of these fish were caught near where purse-seine vessels were fishing and during the same time periods.

The results of the tagging experiments described above, plus experiments conducted in the EPO during 1962-1968 by the U.S. Bureau of Commercial Fisheries (now the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS)), the CDFG, and the Mission Bay Research Foundation and in the WPO during 1980-1988 by employees of the Far Seas Fisheries Research Laboratory (FSFRL; now the NRIFSF) of Japan are discussed in IATTC Bulletin, Vol. 20, No. 1.

Analysis of the data for the bluefin tuna released and recaptured in the EPO indicates seasonal north-south movement, with the fish being furthest south during May-June and furthest north during July-October. Ten returns of fish released in the EPO and recaptured in the WPO have been obtained, all from fish which were at liberty more than 22 months.

The fish released and recaptured in the WPO, like those released and recaptured in the EPO, tended to move northward in the spring and summer and southward in the fall and winter. The migrations from the WPO to the EPO are of particular interest. Some year classes, *e.g.* those of 1983 and 1984, produced large numbers of migrants and others did not. The best catches during the 1980s in the EPO were made in 1985 and 1986 (Table 27), and these consisted mostly of age-2 fish of the 1983 and 1984 year classes. (In this section fish in their first year of life are referred to as 0-year-olds, age-0 fish, or fish

0 years of age, fish in their second year of life are referred to as 1-year-olds, age-1 fish, or fish 1 year of age, and so on.)

During 1993 joint experiments were conducted by staff members of the Japan Sea Farming Association (JASFA) and the IATTC at JASFA's Yaeyama Station on Ishigaka Island, Okinawa Prefecture, to study the early life history of bluefin tuna. The purpose of the experiments was to determine the optimum conditions (*e.g.* temperature, light, food type, and food concentration) for culture of bluefin larvae. These joint experiments represent the first experimental studies ever undertaken of bluefin tuna larvae.

The following workshops on assessment of bluefin tuna have been held during the last few years:

Scope	Location	Date	Participants
northern bluefin, Pacific Ocean	Shimizu	October 1985	FSFRL and IATTC
northern and southern bluefin, worldwide	La Jolla	May 1990	many organizations
northern bluefin, Pacific Ocean	La Jolla	April 1993	NRIFSF and IATTC
northern bluefin, Pacific Ocean	Shimizu	February 1995	NRIFSF, IATTC, National Taiwan University, and Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory
northern bluefin, Pacific Ocean	La Jolla	May 1997	NRIFSF, IATTC, and U.S. NMFS

#### ***Life history and relationships between fish of the WPO and the EPO***

The information in this section is presented as background necessary for understanding the section on stock assessment which follows it.

Larvae of bluefin tuna in the Pacific Ocean have been found only in the vicinity of Japan, and it is assumed that spawning occurs only in that area. Spawning occurs during the spring and summer, but in this subsection, for simplicity, it is assumed that the fish are hatched on January 1. Some fish apparently remain their entire lives in the WPO. Others migrate to the EPO; these migrations begin mostly, or perhaps entirely, during the first and second years of life. The first-year migrants are exposed to the summer and fall troll fisheries for small bluefin and other species off Japan before beginning their journey to the EPO in the fall or winter. The second-year migrants are also exposed to the winter troll fishery and other fisheries which take place in the vicinity of Japan before beginning their journey to the EPO in the spring, summer, or fall. The migrants, after crossing the ocean, are exposed to purse-seine and recreational fisheries off California and Baja California. Eventually, the survivors return to the WPO.

The catches of bluefin tuna in the EPO consist mostly of age-1 and age-2 fish. The catches of age-2 fish in the EPO exceed those of age-2 fish in the WPO in most years, whereas the opposite is the case for age-3 fish (Table 28). This probably indicates that the population of age-2 fish is greater in the EPO and that of age-3 fish is greater in the WPO, although it is possible that area- and/or size-related differences in fishing effort and/or vulnerability to capture are responsible for the differences in the catches. Studies of statistical, length-frequency, and tagging data have resulted in the formulation of the following scenarios for the migration of fish between the EPO and the WPO:

1. The fish arrive in the EPO as 1-year-olds during year  $i$ , mostly in June or July, and begin their return journey to the WPO as 2-year-olds late in year  $i + 1$  or as 3-year-olds early in year  $i + 2$ ;
2. The fish arrive in the EPO as 1-year-olds during year  $i$ , mostly in June or July, and begin their return journey to the WPO as 1-year-olds late in year  $i$  or as 2-year-olds early in year  $i + 1$ ;

3. The fish arrive in the EPO as 2-year-olds early in year  $i + 1$  and begin their return journey to the WPO as 2-year-olds late in year  $i + 1$  or as 3-year-olds early in year  $i + 2$ ;
4. The fish arrive in the EPO as 1-year-olds early in year  $i$  and begin their return journey as older fish;
5. The fish arrive in the EPO as 2-year-olds early in year  $i + 1$  and begin their return journey as older fish;
6. The fish arrive in the EPO at ages greater than 2 and subsequently return to the WPO;
7. The fish do not migrate to the EPO at all.

Scenario 7 probably applies to most of the fish of some year classes. This could at least partly explain the reduced catches of bluefin in the EPO during the 1980s and early 1990s. An eighth scenario is a combination of Scenarios 1, 2, 3, 4, or 5 with Scenario 6, *i.e.* the fish migrate more than once from the WPO to the EPO.

The above does not take into account the possibility that some fish may begin trans-Pacific migrations, but turn back before reaching their destination. The fact that bluefin tuna nearly disappear from the EPO during the winter and early spring may indicate that these fish occupy areas outside the range of the surface fishery during this period. Considerably more data for the central Pacific Ocean (CPO) would be required to establish whether this occurs and, if so, to what extent.

Data for the Japanese high-seas longline fishery for tunas have been made available to the IATTC staff by the NRIFSF. The data include summaries of the catches, by species, in numbers of fish, by year (1952-1986), month, and 5-degree area and summaries of the effort, in numbers of hooks, by year, month, and 5-degree area. Scrutiny of the monthly distributions of the catches reveals that the fish are distributed furthest to the west during the spring and furthest to the east during the fall (Figure 76). A summary of these studies has been published in FAO Fisheries Technical Paper 365, pages 425-459. It is not surprising that the fish are concentrated in the vicinity of Japan during the spring, as bluefin spawn mostly during the spring, and bluefin larvae have been found only in the open ocean in the vicinity of Japan during the spring and in the Sea of Japan during the summer. Exceptionally large bluefin were caught by purse seiners in the EPO during November and December of 1988 (Calif. Fish Game, 76 (3): 181-186). These fish may have appeared in the EPO fishery because they were distributed further to the east during the fall of 1988 than is usually the case.

### ***Abundance of juvenile bluefin in the EPO***

A discussion of various indices of abundance of bluefin tuna in the eastern Pacific Ocean appears in FAO Fisheries Technical Paper 365, pages 460-475. The "habitat index" and the "bluefin vessel index" are probably the most reliable of these. The bluefin vessel index has been modified (IATTC Quarterly Report for July-September 1997) since it was described in FAO Fisheries Technical Paper 365.

### ***Habitat index***

Bluefin tuna are most often caught by purse-seine vessels in the EPO in waters with sea-surface temperatures of 17° to 23°C (62.6° to 73.4°F) (FAO Fish. Rep., 6 (2): 380-421), so it was assumed that fishing effort exerted by tuna purse seiners off California and Baja California in waters of that temperature range during May through October is bluefin effort, regardless of whether bluefin were caught. The sums of the logged catches of bluefin in the EPO during May through October of each year were divided by the corresponding sums of the logged purse-seine effort in the 1-degree areas which were suitable bluefin habitat to get the annual catches per unit of effort (CPUEs). These data appear in Figure 77. They appear to indicate that both reduced availability and reduced fishing effort have contributed to the reduced catches of bluefin in the EPO during the 1980s and early to mid-1990s.



### ***Bluefin vessel index***

For this method, it is assumed that the fishing effort directed toward bluefin tuna is proportional to the numbers of vessels which direct substantial portions of their effort to fishing for bluefin. Accordingly, each vessel of the purse-seine fleet was classified each year as a "bluefin vessel" or a "non-bluefin vessel." If a vessel caught bluefin in three of the years of a five-year period, it was classified as a bluefin vessel for the middle year of that period. Otherwise it was classified as a non-bluefin vessel for that year. The criteria were relaxed for vessels which entered the EPO tuna fishery less than two years before the year in question or left the fishery less than two years after the year in question. For example, if a vessel entered the EPO tuna fishery in 1971, it was classified as a bluefin vessel for that year if it caught bluefin in 1971 and in either 1972 or 1973. This system of classification is arbitrary, and perhaps some other system would be better. However, it seems to be adequate to give some insight into the value of data on bluefin vessels and their catches for estimation of the relative abundance of bluefin. The bluefin vessel index for a given year is the total catch of bluefin by bluefin vessels (from unloading data) for that year divided by the number of bluefin vessels in the fleet during that year. The total commercial catches by bluefin vessels, the numbers of bluefin vessels, and the bluefin vessel indices for 1961-1995 are shown in Figure 78. They also appear to indicate that both reduced availability and reduced fishing effort have contributed to the reduced catches of bluefin in the EPO during the 1980s and early to mid-1990s.

### ***Stock assessment***

#### ***Cohort analyses***

Cohort analyses are described in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin. Cohort analyses for bluefin tuna in the Pacific Ocean were carried out with data for the 1966-1986 period. Data on the quarterly catches in the EPO were obtained from IATTC Bulletin, Vol. 20, No. 9, Appendix 1. Annual catch data for fish of the various age groups for the WPO were obtained from FAO Fisheries Technical Paper 336, Vol. 2, page 284. The quarterly catches for the first, second, third, and fourth quarters were estimated by multiplying the annual catches by 0.10, 0.30, 0.50, and 0.10, respectively. Data on the average weights of the fish are given in Table 29. Because of lack of information on natural mortality, six trial vectors of natural mortality,  $M$  (Table 30), were used. The analyses were conducted for 37 cohorts (1950 through 1986). The estimations were carried out using backward calculations, so it was necessary to estimate the final fishing mortality rate ( $F$ ) for each of the cohorts. The final values of  $F$  were selected by a dual procedure that first estimated the minimum recruitment by choosing a high final value of  $F$  and comparing the within-quarter values of  $F$  for different cohorts of the same age. The objective of this type of search is to reduce the differences among the  $F$  values for fish of similar ages being fished at the same time. This procedure does not have an algorithm which would allow different users to arrive at identical answers, so it is somewhat subjective. The method works well for cohorts with long catch histories, *e.g.* those of 1959 through 1981, but less well for the others.

The cohort analyses produced estimates of the recruitment during each year of the 1966-1986 period and the values of  $F$  for each age group during each quarter of that period. These estimates were combined with estimates of  $M$  (Table 30) to estimate the catches for the 1966-1986 period obtainable with various combinations of  $M$ , multipliers of  $F$ , and age at entry into the fishery (Figure 79). (A multiplier of 1 for  $F$  corresponds to the best estimate of the average  $F$  which existed during this period.) With a multiplier of 1 the catch would have been greater in every case if the age at entry were increased from age 0 to age 1, age 2, or age 3. The gains would be greater for natural mortality vectors 1, 2, or 3 than for natural mortality vectors 4, 5, or 6. If the natural mortality vector is 1, 2, or 3 and the age at entry is

to remain at 0 or to be increased to 1, greater catches would be realized if the effort were reduced to about half its present level. With natural mortality vectors 4, 5, or 6, however, reduction in effort to half its present level would result in little or no increase in catch (age at entry = 0) or a decrease in catch (age at entry = 1).

#### ***Spawner-recruit and recruit-spawner relationships***

Spawner-recruit and recruit-spawner relationships for bluefin tuna are discussed on pages 35-36 of the IATTC Annual Report for 1993. It was determined that fishing has greatly reduced the abundance of mature bluefin in the Pacific Ocean, but there is no evidence that this has resulted in reduction of the recruitment of young fish to the fishery.

#### ***Possible causes of recent poor catches of bluefin in the EPO***

The staff of the IATTC is concerned about the poor catches of bluefin tuna in the EPO and the WPO in some years, and particular attention is being given to the poor catches in the EPO during 1980-1984, 1987-1995, and 1997. The recent below-average catches of bluefin in the EPO could be due to: (1) a decrease in recruitment; (2) a decrease in the overall abundance of fish greater than about 60 cm in length caused by heavy exploitation of fish during their first year of life in the WPO; (3) reduced fishing effort in the EPO; (4) a decrease in vulnerability to capture of the fish which have migrated to the EPO; and/or (5) a decrease in the availability of bluefin in the EPO (*i.e.* a decrease in the proportion of the population which has migrated to the EPO or a shorter average sojourn in the EPO of the fish which have made that migration).

In regard to Points 1 and 2 above, data compiled by the NRIFS for the age composition of the catch of bluefin tuna during 1966-1986 by Japanese vessels (Table 28) indicate that there has not been a decline in the catches of age-0 fish, which seems to rule out the first possibility, nor an increase in the proportion of age-0 to older fish, which seems to rule out the second possibility.

Proceeding now to Point 3, the numbers of smaller purse seiners, which previous to the late 1970s had been responsible for most of the catches of bluefin tuna in the EPO, declined during the late 1970s and the 1980s. In the subsection above entitled ***Abundance of juvenile bluefin in the EPO*** it was concluded that reduced effort is partly, but not entirely, responsible for the reduced catches in the EPO.

In regard to Point 4, the distribution of bluefin tuna in the EPO may have changed during this century. Prior to 1930 bluefin were caught only off California, although they probably occurred off Baja California as well. During the 1930-1947 period they were caught off both California and Baja California, but greater catches were made off California during most of those years. From 1948 to the present most of the catch has been made off Baja California. This change in the distribution of the catches could be due to increased willingness of California-based fishermen to fish further from port as they acquired larger and more seaworthy boats, however, rather to a change in the distribution of the fish. Fishermen based in California seem to direct more of their effort toward bluefin than do those based in Mexico, so if a shift in distribution occurred it could have decreased the vulnerability of bluefin to capture. If a shift in the distribution of the fish took place, however, it probably did so well before the 1980s, so it does not appear that it could be the cause of the poor catches during the 1980s and 1990s.

Tagging and age-composition data provide some useful information in regard to Point 5. It was shown in IATTC Bulletin, Vol. 20, No. 1, that during the 1980s only the 1981 year class contributed significant numbers of tag returns to the EPO fishery during Year 1. It was also shown in that Bulletin that for Year 2 nearly half the returns for the 1979 year class and more than half of those for the 1983 and 1984 year classes were from fish caught in the EPO. This information suggests that the proportion of age-1 fish which migrated to the EPO was greatest for the 1981 year class and that the proportions of

age-2 fish which migrated to the EPO were greatest for the 1983 and 1984 year classes, intermediate for the 1979 year class, and least for the 1980, 1981, 1982, and 1985 year classes.

A large proportion of the catch of bluefin tuna in the EPO in 1982 consisted of age-1 fish (Table 28). This is consistent with the evidence from tagging that a large proportion of the fish of the 1981 year class appeared in the EPO as age-1 fish in 1982. The catch of bluefin in the EPO was poor in 1983, however, perhaps because the fish of the 1981 year class experienced heavy mortalities in the EPO in 1982 or mostly began their return trip to the WPO before the start of the 1983 fishing season.

The greatest catches of bluefin tuna in the EPO in recent years were those of 1985, 1986, and 1996 (Table 27), and the catches in those years consisted mostly of age-2 fish, *i.e.* 1983-year-class fish in 1985, 1984-year-class fish in 1986 (Table 28), and 1994-year-class fish in 1996. This is consistent with the evidence from tagging that large proportions of the fish of the 1983 and 1984 year classes appeared in the EPO as age-2 fish in 1985 and 1986.

If it were certain that the fish which were tagged in the WPO were selected randomly it would be concluded that greater proportions of age-2 fish of the 1983 and 1984 year classes migrated to the EPO, and that this resulted in greater catches of bluefin tuna in the EPO in 1985 and 1986. It is possible, however, that there are separate non-migrant and migrant subpopulations, and that greater proportions of the migrant subpopulation were selected for tagging during 1979, 1981, 1983, and 1984. Thus the relatively high proportion of EPO returns for the 1979 year class, even though the catch in the EPO in 1981 was poor, might be the result of heavy concentration of tagging effort on a relatively small subpopulation of migrants. This possibility has been evaluated by examining data on migrations of tagged age-1 and -2 fish released in different locations in the WPO during different months (IATTC Bull., 20 (1): Table 7). For the most part, the proportions of migrants tended to be about the same for fish of the same year classes released in different area-time strata, so these data do not offer much support for the subpopulation hypothesis.

Age composition data (Table 28) provide further information pertinent to Point 5. Correlation coefficients were calculated for 12 pairs of data (Table 31, upper panel) from Table 28. Six of the 12 tests produced absolute values of  $r$  greater than 0.4. The numbers of age-2 fish in the EPO and WPO are negatively correlated (Test 6), indicating that the poor catches in the EPO could be due at least partly to less-than-normal proportions of the total population migrating from the WPO to the EPO. The catches of age-1 and -2 fish in the EPO are positively correlated (Test 7), indicating that the catch of age-2 fish in the EPO can be predicted, albeit poorly, from the catch of age-1 fish in the EPO one year previously. The catches of age-0 and -1 fish in the WPO are highly correlated (Test 8), indicating that the catch of age-1 fish in the WPO can be predicted from the catch of age-0 fish in the WPO one year previously.

Test 11 gave an  $r$  value which is significant at the 1-percent level, which is not surprising in view of the fact that an even higher  $r$  value was obtained from Test 8. An  $r$  value which is significant at the 5-percent level was obtained for Test 12; this, also, is not surprising in view of the fact that a value which is nearly-significant was obtained from Test 2.

The coefficient of correlation for the catches of age-0 fish in the WPO and the catches of age-2 fish in the EPO two years later is 0.442 (Table 31, Test 2). Although this relationship is not significant at the 5-percent level, it may indicate that the catch of age-2 fish in the EPO is related to recruitment two years previously, assuming that the catch of age-0 fish in the WPO is a valid index of recruitment. Since the catch of age-2 fish in the EPO appears to be related to the recruitment two years previously (Test 2) and the catch of age-2 fish in the WPO in the same year (Test 6), a multiple correlation coefficient was calculated (Test 13). The resulting coefficient of multiple determination is highly significant, indicating that 55.7 percent ( $0.746^2 \times 100$ ) of the variation of the catches of age-2 fish in the EPO is explained by (1) a positive relationship to recruitment in the WPO and (2) a negative relationship to the catch of age-2

fish in the WPO. Since the catches of age-2 fish make up the majority of the catch by weight in the EPO in most years, recruitment two years previously and emigration from the WPO appear to have major influences on the total catches in the EPO.

In general, the results of the analysis of the catch-at-age data tend to support the tentative conclusion from the studies of the tagging data that variations in the proportions of fish which migrate from the WPO to the EPO are at least partly responsible for variations in catches in the EPO.

### ***Black skipjack tuna***

Although black skipjack constitute only a minor part of the total landings of tunas caught in the eastern Pacific Ocean, they are of considerable commercial importance in a number of Latin American countries. Furthermore, they represent a resource of significant magnitude, which will be more heavily exploited as the demand for tuna increases. Accordingly, it is prudent to learn as much as possible about this species.

The present knowledge of black skipjack comes mainly from vessel logbook data, data on the weights of fish unloaded at canneries, stomachs, gonads, and measurements of fish taken at canneries, biological data gathered on one tagging cruise, gonads collected for histological studies on tagging cruises, surveys of fish larvae directed primarily at other species, recapture data for black skipjack tagged incidentally to yellowfin and skipjack, and studies conducted at the IATTC's laboratories at Achotines, Panama, and La Jolla.

Data on the landings of black skipjack by tuna boats during 1961-1997 are listed in Table 3. Additional amounts are known to have been caught but not landed, but these are not included in the statistics. Estimates of the amounts of black skipjack discarded at sea by purse-seine vessels during the 1993-1997 period range from about 1 to 4 thousand metric tons per year (Table 40). Black skipjack are also caught by small boats based in Latin America, for which data are not obtained. Therefore the actual catches are greater than those recorded in Table 3. Data on the catches recorded by observers on Class-5 and -6 purse-seine vessels during 1994-1997 are shown in Figure 80.

An analysis of the weight-length relationships of black skipjack is given in IATTC Internal Report 17. Some observations on the swimming performance, body temperatures, and gastric evacuation times of black skipjack were made on a tagging cruise conducted in 1981, and an analysis of the results was published in an outside journal (*Copeia*, 1984 (4): 1000-1005). A total of 1,502 black skipjack has been tagged, and 107 of these tagged fish have been returned. Information on the movements and growth of black skipjack, as determined from these data, is given on pages 33-34 of the IATTC Annual Report for 1982.

Information on the areas and duration of spawning, size at sexual maturity, sex ratios, fecundity, and spawning frequency of black skipjack is published in IATTC Bulletin, Vol. 19, No. 2. The measurement of reproductive potential is of considerable importance with respect to the dynamics of fish populations, since it is a basic determinant of productivity. Furthermore, since the amount of fish of catchable size available to the fishery is largely dependent on the success of spawning and survival during the earliest stages of life, studies of this nature can yield information of potential value for predictive purposes. In addition, larval and juvenile black skipjack, along with those of other species of scombrids (tunas and mackerels), have been collected, particularly off Central America and near the entrance to the Gulf of California (IATTC Spec. Rep. 2: 388-391).

The data on occurrence of larvae and juveniles, tagging data, and logbook data provide indices of abundance of black skipjack relative to the other species of scombrids. It appears, on the basis of this information, that the potential annual production of this species is far greater than the present levels of landings.

A considerable amount of work on black skipjack has been conducted at the IATTC's laboratories at Achotines and La Jolla. The results of these studies are described in scientific papers (*e.g.* U.S.

Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 88 (4): 821-828; Mar. Biol., 115 (2): 317-330; Jour. Exper. Biol., 190: 79-93; IATTC Bull., 20 (7) and 21 (3) and recent Annual Reports of the IATTC.

### ***Swordfish***

Swordfish are widely distributed in the tropical, subtropical, and temperate oceans and seas of the world, and they are the object of important commercial fisheries in most areas where they occur. Information on the catches per unit of effort (CPUEs) of swordfish in the eastern Pacific Ocean (EPO) is shown in Figure 81. This chart is probably indicative of the geographical distribution of swordfish and the areas in which it is most abundant. The world demand for swordfish has been increasing in recent years, and this has led to a rapid growth of fisheries for swordfish in various parts of the world (Table 32). In the EPO the swordfish fisheries of Chile, Costa Rica, Ecuador, and the United States grew considerably during the late 1980s and early 1990s (Table 33). Other nations bordering the EPO, such as Colombia, French Polynesia, Mexico, and Peru, are also involved in fishing for swordfish.

The catches of swordfish in the Atlantic Ocean have declined since the 1980s, apparently due to overfishing (Inter. Comm. Cons. Atlan. Tunas., Rep. for 1996-1997, Part 1, Vol. 2: 61-67). The catches of swordfish in the EPO have declined since 1992, especially off Chile, so it is important to monitor the catches and effort closely. More specifically, there is a need to collect comprehensive statistical and biological information on the developing fisheries and to continue to collect such data for the well-established fisheries. Such information is essential for assessment of the effects of the fisheries on the stock or stocks of swordfish which are exploited. Standardized methods of data collection and coordinated analysis of the data are essential for obtaining effective assessments.

### ***Fisheries***

Recreational fishermen rarely fish for swordfish, and few records of their catches are available. The catches of this species by recreational fishermen probably average less than 100 fish per year in the EPO, though recreational fishing techniques developed during 1993 and 1994 may result in a small increase in this number in the future.

The principal commercial swordfish harvests are made by longline and gillnet fisheries. Harpoon fisheries for swordfish were important in several areas in the past, but these fisheries have declined considerably in recent years. The world catches of swordfish increased from about 26,700 metric tons in 1971 to about 81,200 metric tons in 1988. The catches declined to about 68,000 metric tons in 1991, and then increased to about 80,100 metric tons in 1996 (Table 32). The catches in the Pacific Ocean increased from about 13,400 metric tons in 1971 to about 34,700 metric tons in 1992, and they have ranged between about 24,400 and 32,900 metric tons since then (Table 32). The equivalent amounts for the EPO are 2,700 metric tons for 1971, 14,000 metric tons for 1992, and about 6,900 to 10,700 metric tons for 1993-1996 (Table 33).

During the 1971-1975 period the annual catches of swordfish in the EPO averaged about 3,800 metric tons (range: 2,700 to 6,400) (Table 33 and Figure 82). During the 1976-1986 period, these averaged about 6,100 metric tons (range: 4,000 to 7,400). Then, during the 1987-1991 period, the catches increased from about 9,200 metric tons in 1987 to about 14,000 metric tons in 1991. This increase occurred during a period when the catches by vessels of Japan were declining, while those by vessels of Chile were increasing. Anticipating that the catches of swordfish in the EPO by vessels of the Republic of Korea during the 1993-1996 period will be reported at about 500 metric tons per year, the catches of swordfish in the EPO decreased an average about 1,700 metric tons per year, from the 1992 peak of about 14,300 metric tons to only about 7,400 metric tons in 1996 (Table 33).

Of the 204,500 metric tons of swordfish harvested in the Pacific Ocean during the 1990-1996 period, Japanese fisheries accounted for the greatest portion of the catch (45 percent), with considerable

amounts also taken by vessels of Chile (16 percent), the United States (15 percent), the Philippines (13 percent), and the Republic of China (6 percent) (Table 32). During the same period at least 74,600 metric tons of swordfish were taken in the EPO, with the fisheries of Chile harvesting about 44 percent of this catch, and the fisheries of Japan (27 percent), the United States (13 percent), and Mexico (9 percent) accounting for most of the remaining reported catches (Table 33).

There are many problems with the catch statistics for swordfish. The data in Tables 32 and 33 were compiled from various sources, which sometimes disagreed with one another. Several meetings on swordfish were held during 1996 and 1997, and further meetings are planned. It is anticipated that many of the problems will be resolved.

### *Japan*

Swordfish are caught in the EPO by Japanese longline vessels. Most longline sets are made early in the day, so that the gear fishes during the daylight hours, with retrieval occurring at or near dusk. It has been suggested (Nat. Coalition Mar. Cons., Proc. Second International Billfish Symposium, Part 1: 67) that most of the swordfish caught by this gear are taken while the gear is being retrieved during periods of darkness.

During the 1952-1962 period, components of the Japanese longline fleet directed their effort at swordfish by fishing at night with squid, rather than with saury or other baitfish, for bait. This practice takes advantage of the fact that swordfish tend to remain near the surface during the night and in deeper water during the day. This type of fishing was first employed in the EPO in 1963. It was possible to distinguish effort directed at swordfish from other effort with records on the type of bait used. During the late 1960s, however, this distinction was clouded by the increasing use of squid for bait in daytime sets directed at tunas.

The annual effort by Japanese longline vessels in the Pacific ranged from 275 to 300 million hooks during 1970-1975, from 327 to 400 million hooks during 1976-1985, and from 356 to 399 million hooks during 1986-1992. The effort in the EPO ranged from 67 to 107 million hooks during 1970-1975, from 107 to 140 million hooks during 1976-1985, and from 160 to 200 million hooks during 1986-1994. The effort in the EPO dropped to 125 million hooks in 1995 and then to 80 million hooks in 1996.

During the 1980s and early 1990s small amounts of swordfish were taken in the EPO by the high-seas gillnet fishery. This fishery was discontinued after 1992.

### *Chile*

The Chilean artisanal fishery for swordfish operates 15 to 150 nm off northern and central Chile. More than 90 percent of the vessels are less than 18 m (60 feet) in length and fish with gillnets. A small part of this fleet continues to fish with harpoons. As the average vessel size has increased over time, an increasing proportion of the fleet has been licensed for and has fished with both gillnet and longline gear. Most of the catch is made during January to June, with the peak occurring from March to May. Because of low catches per unit of effort (CPUEs), the fishermen switch to other species by July or August.

The increased catches of swordfish during the late 1980s and early 1990s were due to developing markets for fresh and frozen swordfish in the United States during that period. The catches and catches per day of fishing (NOAA Tech. Memo., NMFS-F/SPO-27) declined after 1992.

### *United States*

The principal U.S. swordfish fisheries in the Pacific Ocean are the gillnet fishery and the longline fishery.

Prior to the late 1970s, the only significant U.S. swordfish fishery was the harpoon fishery con-

ducted off Southern California during the late summer and fall. Since the 1978 peak catch of about 1,600 metric tons, the annual catch in this fishery has dropped to about 150 metric tons.

Since 1981 the greatest catches of swordfish by vessels based on the U.S. mainland have been made with gillnets (Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 175). This fishery was originally directed at sharks, but is now directed seasonally at swordfish. During the first few years following this shift in fishing strategy, the annual swordfish catch by gillnets increased to a peak of about 1,400 to 1,500 metric tons in 1984 and 1985. The regulations for this fishery, which is conducted primarily within the Exclusive Economic Zone (EEZ) of the United States are complex, including time and area restrictions and restrictions on gear configuration. Many of the restrictions were developed to protect other species. These restrictions result in approximately 80 percent of the gillnet catch of swordfish being made during the September-December period.

The most recent significant changes in the U.S. fishery for Pacific swordfish have been in the longline fishery operating from Hawaii and, more recently, Southern California. Most of the Southern California-based vessels had left the fishery by the end of 1995, however. Prior to 1989 swordfish were an incidental catch of the longline fishery, which was directed at tunas and took place primarily within the U.S. EEZ around Hawaii. During the early 1990s U.S.-flag vessels from the Atlantic coast and Gulf of Mexico, using fishing strategies developed for fishing for swordfish in the Atlantic Ocean, including making sets at night with shallow gear and lighted hooks, entered the Hawaii-based fleet. As the fishing effort has increased with the addition of vessels, there has also been an expansion of the fishery to include significant effort in international waters outside the U.S. EEZ around Hawaii. The catches of swordfish by the longline fleet based in Hawaii increased nearly 10-fold, from about 200 metric tons in 1989 to about 1,600 metric tons in 1990, and then trebled to about 4,500 metric tons in 1991 and 5,000 metric tons in 1992. These catches are made mostly during the January-June period. The 1994 catch of swordfish declined by nearly 50 percent relative to the previous few years, due partly to reduced effort directed at swordfish and partly to reduced CPUEs. The CPUEs returned to normal in 1995, however. During the 1994-1996 period the catch of swordfish by this fleet averaged about 2,500 metric tons. On average, less than about 20 percent of the catches of swordfish by these vessels have been made in the EPO, with catches of about 700 metric tons of swordfish made in the EPO in 1995, and about 400 metric tons in 1996 and 1997.

### *Mexico*

The Mexican swordfish fishery began after Mexico's adoption of a 200-nm EEZ and restriction of foreign fishing operations within that zone. Prior to this time, large catches of billfish, including swordfish, were taken by the longline fisheries of other nations in what is now Mexico's EEZ. During the 1980-1989 period Mexico authorized joint-venture longline fisheries operating under the Mexican flag. During the early 1980s the effort exerted by this fishery was low, but by the end of the decade about 10 to 15 vessels were participating in the fishery. The fishing effort (number of hooks set) varied widely during the period of this fishery, ranging from about 260 thousand hooks in 1984 to about 3.8 million hooks in 1988. The total swordfish catch made during the period this fishery existed was about 5,800 metric tons, with annual catches ranging from about 18 metric tons in 1985 to about 1,600 metric tons in 1981.

Since the elimination of the joint-venture longline fisheries for billfish, a gillnet fishery for billfish within the Mexican EEZ has developed. It is estimated that by 1990 about 25 vessels were operating, and since then most of the catch of swordfish has been taken by this method.

### *Stock assessment*

Three general types of models, age-structured models, spawner-recruit models, and production models, all of which are described in the section of this report dealing with stock assessment of yellowfin,

are used to assess the condition of stocks of fish. All three types of models require that the analyses be done with a discrete stock of fish. Little is known of the stock structure of swordfish in the Pacific Ocean, so a cooperative research project, involving collection of tissue samples for to test hypotheses of the structure of swordfish stocks in the EPO, using genetic analysis techniques, is being carried out. This work will not be completed until 1998, so the results presented below should be regarded as provisional.

Production models, using data from the Japanese longline fishery for 1952 through 1980, have been applied to swordfish in the Pacific Ocean by several investigators. Their results were only tentative, for at least two reasons. First, due to lack of data on tag returns, meristic and morphometric characteristics, genetic characteristics, *etc.*, the investigators had to make assumptions regarding stock structure based on the distribution of catches of the fish. Second, due to lack of data which could be used to make adjustments for differences in the vulnerability of the fish to capture, they had to assume that swordfish were equally vulnerable to capture by longline gear in all years, seasons, and areas. They concluded that the swordfish were capable of supporting greater catches than those which were taken during that period. The fisheries have changed since then, however. By 1992, the swordfish catch in the Pacific Ocean had reached about 34,700 metric tons, a 69-percent increase since 1986. The Japanese share of this catch declined from about 69 percent to about 45 percent, so the Japanese fishery may no longer provide coverage adequate to monitor the entire fishery. Data for the coastal fisheries of Chile, Costa Rica, Ecuador, Mexico, the Philippines, the United States, and other nations should be included in future analyses. Because the fisheries are expanding, it is important that such analyses be conducted.

The Deriso-Schnute delay-difference population model (Hilborn and Walters, 1992, *Quantitative Fisheries Stock Assessment*, Chapman and Hall, New York and London: 330-348) was used with catch and effort data for 1962-1987 by the IATTC staff to investigate the dynamics of swordfish in the EPO. It was assumed that this area was inhabited by a single stock of swordfish. The data which were available at the time of the analysis, which showed declining CPUEs with increasing fishing effort, provided a minimal amount of information with which to model the dynamics of the population. Preliminary examination of catch and effort data for 1988-1992 indicated that the CPUEs had continued to decline, but were still greater than the CPUEs which correspond to the average maximum sustainable yield (AMSY), so it appeared that swordfish were not overfished in the EPO. These and more recent data will be incorporated into future analyses of the status of swordfish in the EPO. Preliminary data suggest that there may be two stocks, a northern one and a southern one, in the EPO, so analyses based on the assumption that there are two stocks, as well as analyses based on the single-stock assumption, should be carried out. Until such analyses are completed, it is not possible to estimate the current level of the swordfish stock(s) in the EPO with respect to the level to be expected at AMSY.

#### ***Additional studies required for adequate stock assessment***

Comprehensive catch and effort data are necessary for application of production models. For each fishery, data are needed on the catches for small areas and short time intervals, along with measures of fishing effort, such as numbers of vessels operating, numbers of hooks set per day, or hours of deployment for gillnets. Corresponding information for recreational fisheries, if and when the catches by those fisheries became important, is also necessary. A practical way to collect such information for commercial fisheries is through the establishment of a logbook system to be maintained by vessel captains or crew members, complemented by an observer program. Other systems, such as monitoring of important landing locations, could be developed for smaller vessels. With this sort of data, analyses utilizing production models could be carried out. Although limited in scope, these models could provide initial estimates of potential catches and early warnings of overfishing.

Measurements of the lengths and/or weights of the fish in the catch, plus catch data, are necessary for application of age-structured models. The size and catch data can be used to estimate the rates of



growth and of natural and fishing mortality. In addition, information on reproductive characteristics, such as sex ratio, fecundity, frequency of spawning, and location of spawning areas, should be collected. A program to collect such data would have to include sampling at many of the major landing sites of the commercial fisheries. Samples would have to be collected on a regular basis for an extended period of time.

The information required for application of spawner-recruit models is essentially the same as that required for application of age-structured models.

Longlines and gillnets take the greatest amounts of swordfish in the Pacific Ocean. Longlines and gillnets normally capture a variety of large pelagic fishes, such as tunas, marlins, and sharks, along with swordfish. Tunas and marlins are less common in the catches of gillnet vessels than in those of longline vessels. In addition, turtles are occasionally taken by longline and gillnet gear, seabirds are sometimes taken by longlines, and a few marine mammals are caught by gillnets. The catches of swordfish can be maximized and those of other species can be minimized by selecting the locations in which the gear is deployed, the configuration of the gear, *etc.*, but in no case can catches of only swordfish be assured.

The actual and perceived capture of marlins and sailfish, sharks, marine mammals, turtles, and seabirds by longlines and/or gillnets has resulted in action on the part of some groups to limit the use of these types of gear. It is imperative, if this perceived problem is to be resolved, that information be collected on the numbers and kinds of animals taken as bycatches. (Information on the bycatches of gillnet vessels operating off California has been published (Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 175).) Along with these efforts to collect data, it would be desirable to design, develop, and implement modifications to the fishing gear and/or its deployment which would reduce the bycatches, if it is shown that the gear has significant impacts on the species making up the bycatches.

#### ***Discussion and conclusions***

After a decline in the catches of swordfish in the Pacific Ocean during the early 1960s, when the Japanese longline fleet in the northwestern Pacific began to direct its effort toward species other than swordfish, the Pacific-wide catch began to increase. During the 1970s and 1980s, due to increased demand for swordfish, fishing effort increased in the Atlantic Ocean. At first the catches increased, but then, presumably due to overexploitation, they decreased. The catches in the Pacific Ocean increased during the late 1980s and early 1990s and then began to decrease, especially off Chile. This could be due to overexploitation, but there is not enough information available to determine whether this is the case.

#### **TUNA-DOLPHIN PROGRAM**

Yellowfin tuna in the size range of about 10 to 40 kg (22 to 88 pounds) 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 83. 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 which 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. Unfortunately, particularly during the 1960s and 1970s, many dolphins became entangled in the nets and suffocated.

The IATTC's responsibilities were broadened in 1976 to address the problems arising from the incidental mortality in purse-seines of dolphins which associate with tunas 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 fishing through the collection of data aboard tuna purse seiners fishing in the EPO, (2) to analyze these data and make appropriate recommendations for the conservation of dolphins, (3) to study the causes of mortality of dolphins during fishing operations and encourage fishermen to adopt fishing techniques which minimize the mortalities of dolphins, and (4) to study the effects of different modes of fishing on the various fish and other animals of the pelagic ecosystem.

## **DATA COLLECTION**

### ***Coverage***

The design for placement of observers during 1997 called for 100-percent coverage of fishing trips in the EPO by all Class-6 purse seiners (carrying capacity greater than 400 short tons (363 metric tons)) and by all Class-5 purse seiners (carrying capacity 301-400 short tons (273-363 metric tons)) which participated in the International Dolphin Conservation Program (IDCP). All trips by vessels of fleets other than that of Mexico were to be sampled by the IATTC Tuna-Dolphin Program. Two-thirds of the trips of vessels of the Mexican fleet were to be sampled by observers of its national program (Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD)) and the remainder by IATTC observers. (The Agreement for the Conservation of Dolphins states that sampling of a national fleet should be equally shared between the pertinent national observer program and the IATTC program. However, Mexico announced in late 1996 that it was suspending its active participation in the Agreement, but would continue to allow IATTC observers on its vessels (IATTC Annual Report for 1996, Appendix 2). Mexico later informed the IATTC that it would be permitted to sample one third of the trips of Mexican vessel trips during 1997.)

During 1997 observers from the IATTC and Mexican programs departed on 591 fishing trips by Class-6 vessels and 26 fishing trips by Class-5 vessels which were participating in the IDCP. In addition, 65 Class-6 vessels whose last trip of 1996 carried over into 1997 had observers aboard, bringing the total to 656 trips by Class-6 vessels sampled in 1997 by the IATTC and Mexican programs. The IATTC sampled vessels operating under the jurisdictions of Belize, Colombia, Ecuador, Honduras, Mexico, Panama, Spain, the United States, Vanuatu, and Venezuela. Also, sampling was conducted aboard one vessel whose manager claimed it was registered in the Federated States of Micronesia; it was later determined that the vessel had no valid registry, so it was categorized as "unknown" flag.

The sampling coverage of vessels of the international fleet by the IATTC and Mexican programs is summarized in Table 34. Over 78 percent of all trips of Class-6 vessels were sampled by the IATTC program, and 100 percent of them were sampled by the two programs combined.

### ***Training***

Three courses for training observers in the collection of data aboard tuna vessels were held during 1997 (Table 35). The attendees were instructed in the identification of tunas and other large pelagic fishes, marine mammals, turtles, and seabirds, the requirements and procedures for data collection, methods for estimating the sizes of herds of marine mammals, fishing gear and operations, and ship-board protocol and safety.

## **GEAR PROGRAM**

### ***Services***

During 1997 the IATTC staff conducted alignments of dolphin safety panels (DSPs) and inspec-

tions of dolphin rescue gear aboard 36 vessels, 33 registered in Mexico, 2 registered in Vanuatu, and 1 registered in Venezuela. A trial set, during which an IATTC employee observes the performance of the net from an inflatable raft during backdown, is made to check the alignment of the DSP. The IATTC employee transmits his observations, comments, and suggestions to the captain of the vessel, and attempts are made to resolve any problems which may arise. Afterward a report is prepared for the vessel owner or manager. This report contains a summary of the IATTC employee's observations and, if necessary, suggestions for improving the vessel's dolphin safety gear and/or procedures.

The IATTC also offers other services to help governments and fleet managers and operators of individual vessels to reduce dolphin mortality. Publications and video tapes on the subject are available at IATTC field offices. *Trip Analyses*, detailed reports of observed fishing trips, are prepared upon request and, after the required authorizations are obtained, provided to the governments and vessel operators to allow them to assess the performances of the vessels and captains. *Trip Analyses* were prepared for all trips of Mexican and Venezuelan vessels accompanied by IATTC observers during 1997.

#### ***“Dolphin-safe” certificates***

The IATTC provides “dolphin-safe” certificates to purse-seine vessels for fishing trips during which an IATTC observer was on board and for which the observer's data indicated that no dolphins were intentionally chased or encircled. These certificates are issued only at the request of vessel management. In 1997 the IATTC issued 245 of these certificates to vessels under the jurisdictions of Belize, Colombia, Ecuador, Honduras, Mexico, Panama, Spain, the United States, Vanuatu, and Venezuela. Two of the certificates were issued to the vessel of unknown flag mentioned above under **DATA COLLECTION**.

#### ***Statements of Participation***

*Statements of Participation*, which were initially requested by representatives of some nations, verify that vessels have been participating in the IDCP at the observer coverage level of 100 percent. In other words, it states that an observer has been aboard the vessel during each trip since it began its participation in the IDCP. A statement can also state that the vessel is equipped with all the dolphin safety equipment recommended by the IATTC and that the IATTC staff has verified the proper alignment and condition of the vessel's dolphin safety gear during a trial set. During 1997 the IATTC issued, on request, statements for 72 fishing trips by vessels under the jurisdictions of Colombia, Honduras, Mexico, Panama, the United States, Vanuatu, and Venezuela.

### **RESEARCH**

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

In 1997 the incidental mortality of dolphins increased to 3,004 animals (Table 36), an 18-percent increase relative to the mortality of 2,547 animals recorded in 1996. In addition, one unidentified baleen whale was accidentally killed. The number of sets on dolphin-associated schools of tuna increased by 20.2 percent, from 7,483 in 1996 to 8,995 in 1997 and the proportion of the total sets made which were made on dolphins increased slightly, from 43.9 percent in 1996 to 45.4 percent in 1997. The average mortality per set on dolphins decreased from 0.34 animals in 1996 to 0.33 animals in 1997. The trends in the numbers of sets on dolphin-associated fish, mortality per set, and total mortality in recent years are shown in Figure 84. As in previous years, most of the progress toward the goal of eliminating the mortality is due to the success of fishermen in their efforts to release all the dolphins encircled.

The catches of dolphin-associated yellowfin increased relative to 1996. The percentage of the catch of yellowfin taken in sets on dolphins increased from 63.1 percent of the total catch in 1996 to 66.6 percent of the total catch in 1997; however, the average catch of yellowfin per set on dolphins decreased

from 18.5 to 17.0 metric tons per set. The mortality per metric ton of yellowfin increased from 0.018 animals in 1996 to 0.020 animals in 1997.

The above figures include data from trips by tuna vessels covered by observers from the IATTC and Mexican programs, but the comparisons in the next two paragraphs are based only on the IATTC data bases for 1996 and 1997.

The decrease in the mortality per set is the result of actions by the fishermen to better manage the factors which bring about incidental mortalities. Indicative of this effort is the number of sets in which no mortalities occurred; there was zero mortality in 87.7 percent of the sets on dolphin-associated fish in 1997, as compared to 87.6 percent in 1996. Factors in control of the fishermen which are thought likely to affect the mortality of dolphins per set include the occurrence of malfunctions, especially those which lead to net canopies and net collapses, the time it takes to complete the backdown maneuver, and the size of the herd captured. The percentage of sets with major mechanical malfunctions decreased from 7.1 percent in 1996 to 6.6 percent in 1997, the percentage of sets with net collapses from 7.3 to 6.1 percent, and the percentage of sets with net canopies from 4.9 to 4.6 percent. The average backdown time in 1997 was 14.3 minutes, as compared to 13.6 minutes in 1996, and the average number of animals left in the net after backdown was 0.2 in 1997, the same as in 1996. The average size of the herds of dolphins captured increased from 477 animals in 1996 to 538 animals in 1997.

The average numbers of dolphins (by stock) in captured schools and the average mortalities per captured school in 1997 were similar to those of previous years. The greatest average number of animals captured per set occurred for common dolphins. In 1997 the average numbers of spotted dolphins, eastern spinner dolphins, whitebelly spinner dolphins, and common dolphins captured per set were 489, 130, 158, and 570 animals, respectively. However, the average number of animals in captured schools was greatest for mixed schools of spotted and spinner dolphins. The average captures per set for mixed schools of spotted and whitebelly spinner dolphins and for mixed schools of spotted, whitebelly spinner, and eastern spinner dolphins were 931 and 857 animals, respectively. The average mortality per captured school for spotted dolphins, eastern spinner dolphins, whitebelly spinner dolphins, and common dolphins in 1997 was less than 3 animals per 1000.

#### ***Estimates of the relative abundance of dolphins***

Observers are placed aboard tuna vessels with the primary objectives of monitoring the incidental mortality of dolphins and collecting data which could lead to further reductions in dolphin mortality. They also collect information on the searching activities of the vessels and the frequency of encounters with marine mammals. These data can be used to obtain estimates of the abundance of dolphins by applying a technique known as line transect analysis, with which adjustment factors are estimated from the data on sightings. These factors provide a way to account for dolphins not seen from the vessel.

Unfortunately, the assumptions necessary for line transect analyses to yield unbiased estimates of absolute abundance are violated in various ways, but primarily by the fact that tuna vessels tend to concentrate their operations in areas of greatest dolphin abundance. The analytical procedures applied should therefore be as insensitive as possible to those violations. The procedures used, developed by the IATTC staff and described in IATTC Annual Reports for previous years and in papers published in various scientific journals, are unlikely to remove all biases, and so, at best, the estimates might be treated as indices of relative abundance. However, recent analyses have produced evidence of biases which vary over time, so the staff is revising the estimation procedures used. For that reason estimates equivalent to those presented in previous Annual Reports are not presented here.

#### ***Bycatches and discards in the purse-seine fishery for tunas***

IATTC observers began to collect information on bycatches and discards during purse-seine fish-

ing operations in late 1992, and this program continued through 1997. In this report "bycatches" are defined as the fish or other animals, other than commercially-important tunas (yellowfin, skipjack, bigeye, bluefin, and albacore), which are discarded dead at sea and "discards" are defined as the commercially-important tunas which are discarded dead at sea. During 1997 the data collected during previous years were reviewed and revised when appropriate. Information on the coverage of sets on dolphins, on free-swimming schools, and on floating objects is given in Table 37. Column 3 of this table includes all sets in the IATTC bycatch data base, Column 4 includes all sets in the IATTC Tuna-Dolphin data base, and Column 5 includes the data in Column 4, plus equivalent data from the U.S. NMFS and the PNAAPD data bases. (The numbers of sets in Column 5 of this table do not match those in Table 5 because Table 5, which is based on the IATTC's catch statistics data base, does not include data for sets by vessels for which usable logbook data were not obtained, whereas Table 37, which is based on the three tuna-dolphin data bases, does not include data for trips by vessels of Classes 1-4, nor for most trips by Class-5 vessels, as these were not accompanied by observers.) The coverage is incomplete, but more than adequate for most statistical purposes.

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

$$\text{BYCATCHES} = (\text{bycatches/sets}) \times \text{SETS}, \text{ and}$$

$$\text{DISCARDS} = (\text{discards/sets}) \times \text{SETS}$$

where BYCATCHES = bycatches for all trips with observers aboard, bycatches = bycatches for all sets for which IATTC observers collected bycatch data, sets = all sets for which IATTC observers collected bycatch data (Table 37, Column 3), SETS = all sets for trips with observers aboard (Table 37, Column 5), DISCARDS = discards for all trips with observers aboard, and discards = discards for all sets for which IATTC observers collected discard data. These estimates are less than they would be if data for smaller vessels, which fish almost entirely on free-swimming 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 are shown in Table 38. These discards have increased as the numbers of sets on floating objects (Table 37) have increased, due to the fact that small tunas are caught most often in this type of set.

Discards are always wasteful, as they reduce the recruitment, yield per recruit, or both. Furthermore, as was shown previously in this report, catching small yellowfin, even if they are retained, reduces the yield per recruit of this species. The same could be the case for bigeye, but lack of information on the age-specific natural mortality of this species makes it impossible to determine the effect of the increases in the catches of small bigeye. Nevertheless, these increases are of considerable concern, as the market value of larger bigeye, which are caught almost exclusively by longlining, is much greater than that of surface-caught bigeye (or yellowfin or skipjack).

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

Estimates of the bycatches of animals other than commercially-important tunas are shown in Tables 39 and 40. The bycatches of some species have increased as the numbers of sets on floating objects (Table 37) have increased. The bycatches of nearly all species except dolphins are greatest in sets on floating objects, intermediate in sets on free-swimming schools, and least in sets on dolphins. 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, are caught by purse-seine vessels. (Most of these are released in viable condition; Table 40 includes only the turtles which were killed or had sustained injuries which were judged likely to lead to death.) The information available on the biology of the species of fish listed in Table 40

is insufficient to determine the effects of their capture by the purse-seine fishery. If any of them are seriously affected, it is most likely to be one or more species of sharks or rays, as their fecundities are low, and removing substantial amounts of these is likely to reduce their recruitment in subsequent years.

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

The events which led to the establishment of the IDCP and its objectives and functions are described on pages 60-62 of the IATTC Annual Report for 1993.

The overall dolphin mortality limit (DML) established for the international fleet in 1997 was 7,500 animals. Forty-two vessels were allocated individual DMLs of 94 animals each. The individual-vessel DML was calculated by including the number of Mexican vessels that would likely have requested DMLs if Mexico had continued its active participation in the Agreement for the Conservation of Dolphins. The total of the individual-vessel DMLs, plus the allowance for Mexican vessels, was 7,482. Nine of the vessels forfeited their DMLs, six because they did not utilize them by June 1, and three voluntarily. The government of the nation in which one of the vessels of the latter group was registered was allowed to transfer that DML to a vessel which entered its fleet later in the year. Nine vessels, including four which forfeited their original DMLs, were allocated second-semester DMLs of 47 animals each. The total mortality of dolphins caused by the fishery in 1997 was 3,004 animals.

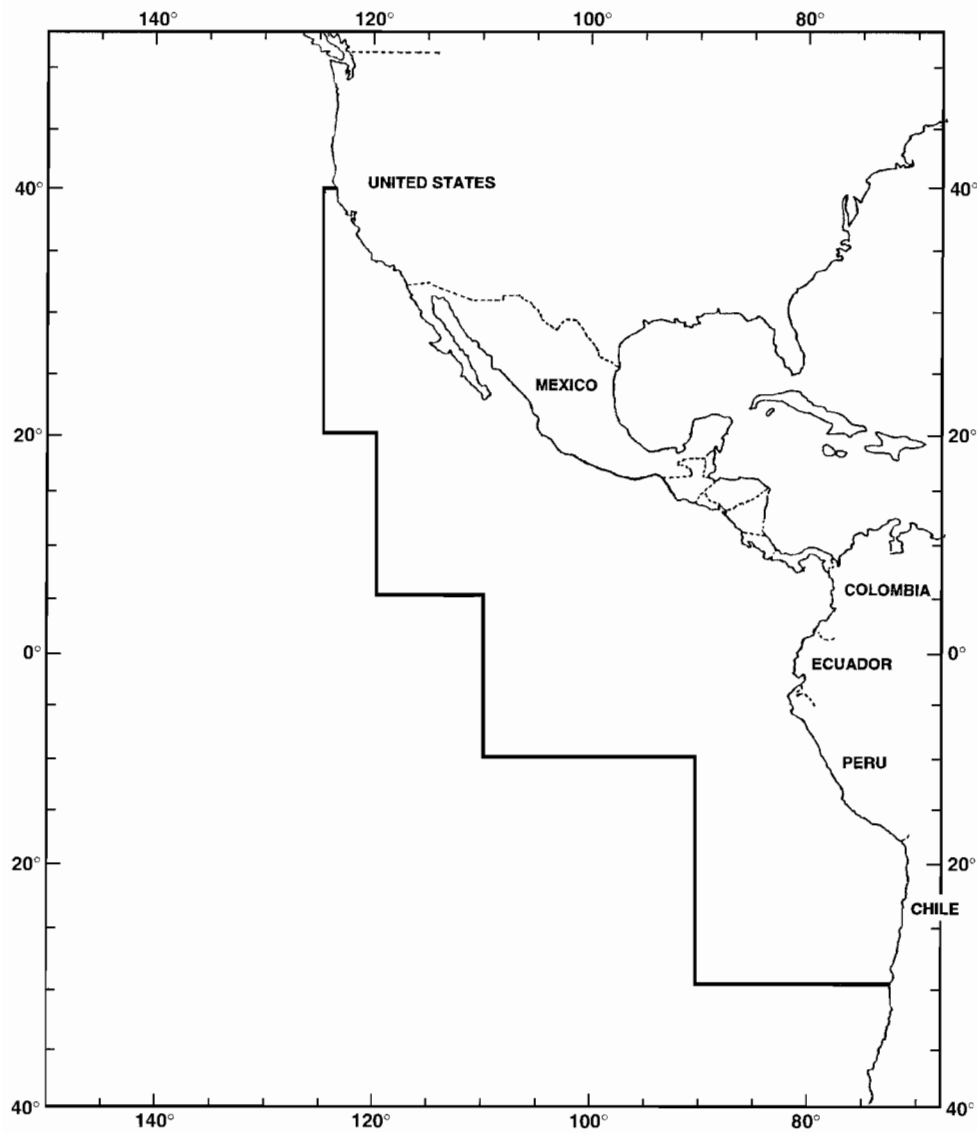
#### ***International Review Panel***

The International Review Panel (IRP) held its 14th, 15th, and 16th meetings during 1997. The 14th meeting was held in Santa Marta, Colombia, on February 19-20, the 15th meeting in Puntarenas, Costa Rica, on June 1-3, and the 16th meeting in La Jolla, California, USA, on October 27. The agendas of these meetings appear on pages 11-13 of this report, and details of what took place are described in the Annual Report of the IRP for 1997, available on request from the IATTC.

The IRP follows a general procedure for reporting the compliance by vessels with laws and regulations established for minimizing the mortalities of dolphins during fishing operations to the governments concerned. The observers who accompany the vessels on their fishing trips prepare summaries of information pertinent to dolphin mortalities, and these are sent to the governments having jurisdiction of the vessels by the Secretariat of the IRP (IATTC staff members) soon after the fishing trips are completed. The IRP reviews the observer data for all completed trips at its meetings, and after each meeting reports of possible infractions are sent to the governments of the nations which have jurisdiction over the vessels in question. The governments report back to the IRP on actions taken regarding infractions. The IRP then informs the governments of compliance and non-compliance by means of an annual report presented to the governments at the next meeting of the IATTC.

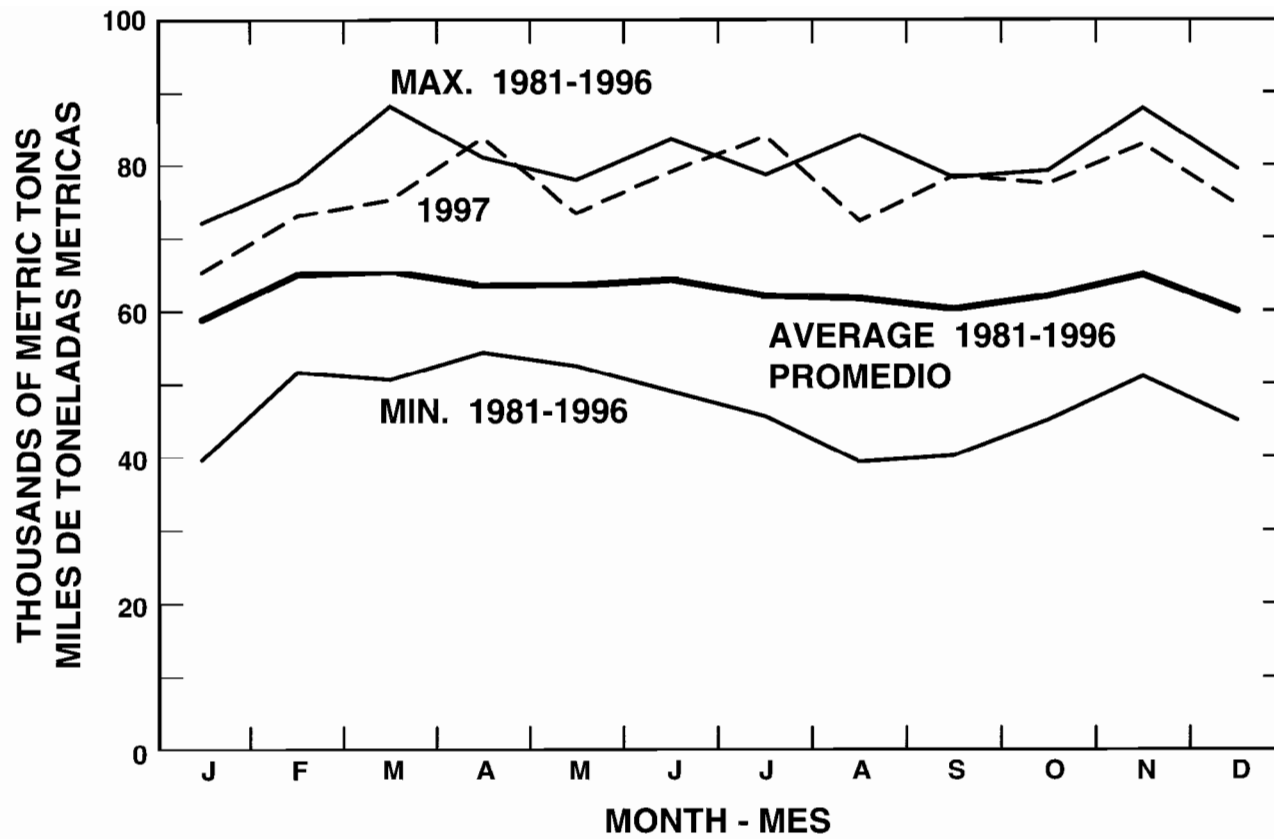
#### ***Scientific Advisory Board***

Due to lack of funds, there were no meetings of the Scientific Advisory Board during 1997.



**FIGURE 1.** The eastern Pacific Ocean (EPO) and the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

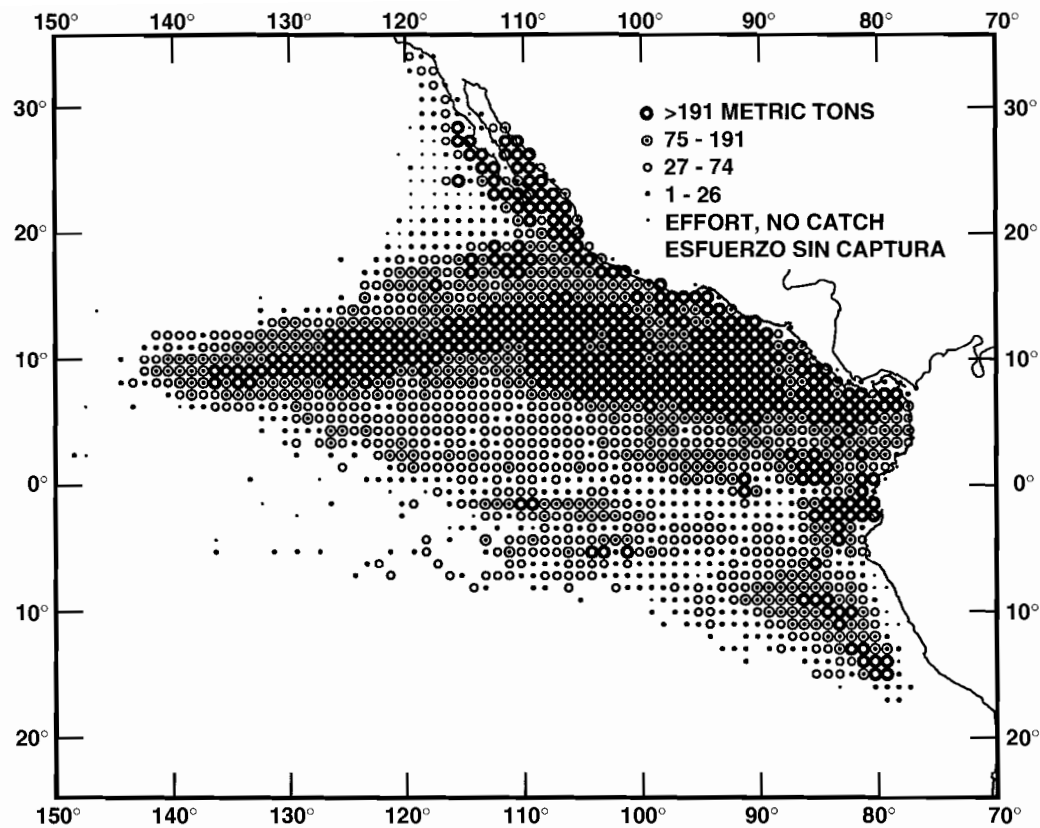
**FIGURA 1.** El Océano Pacífico oriental (OPO) y el Área Reglamentaria de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA).



**FIGURE 2.** Average, minimum, and maximum values for monthly capacity of purse seiners and baitboats at sea in the EPO during 1981-1996, and the 1997 monthly values.

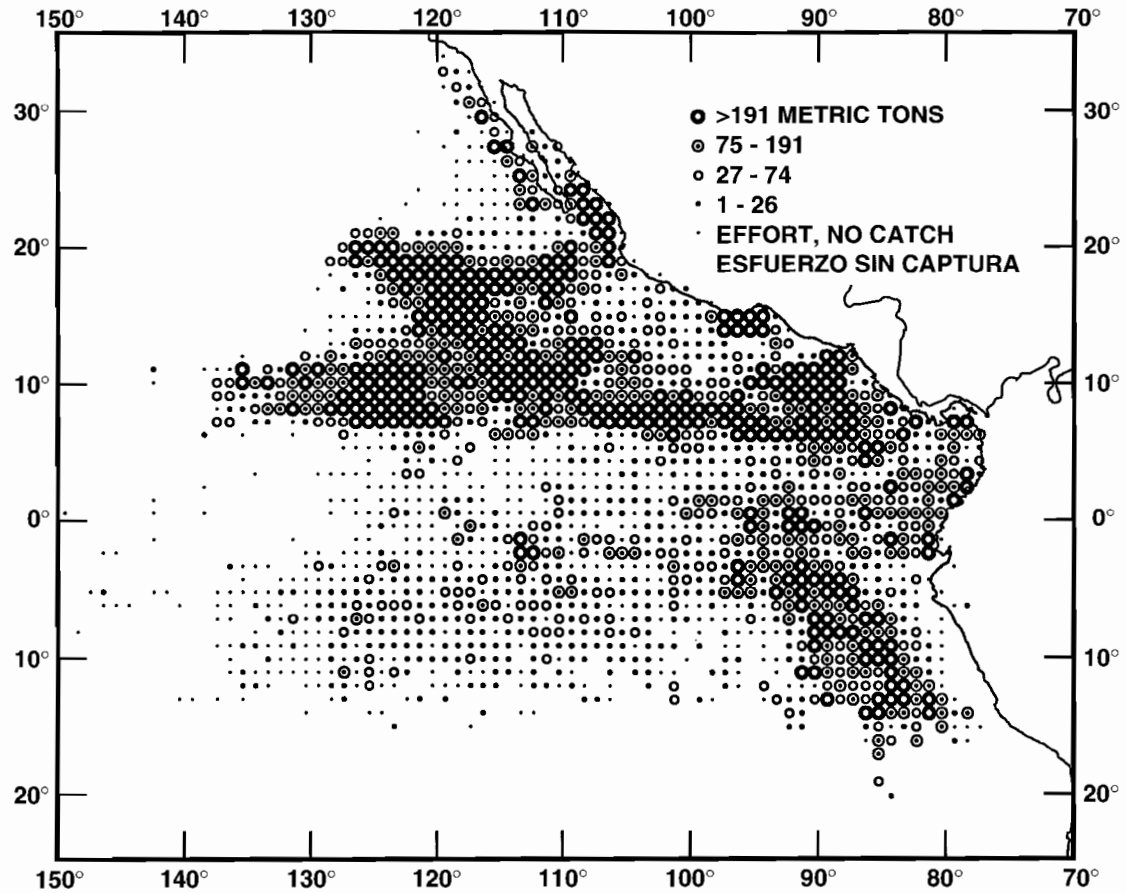
**FIGURA 2.** Valores mensuales medios, mínimos, y máximos de la capacidad de barcos cerqueros y de carnada en el mar en el OPO durante 1981-1996, y los valores mensuales de 1997.





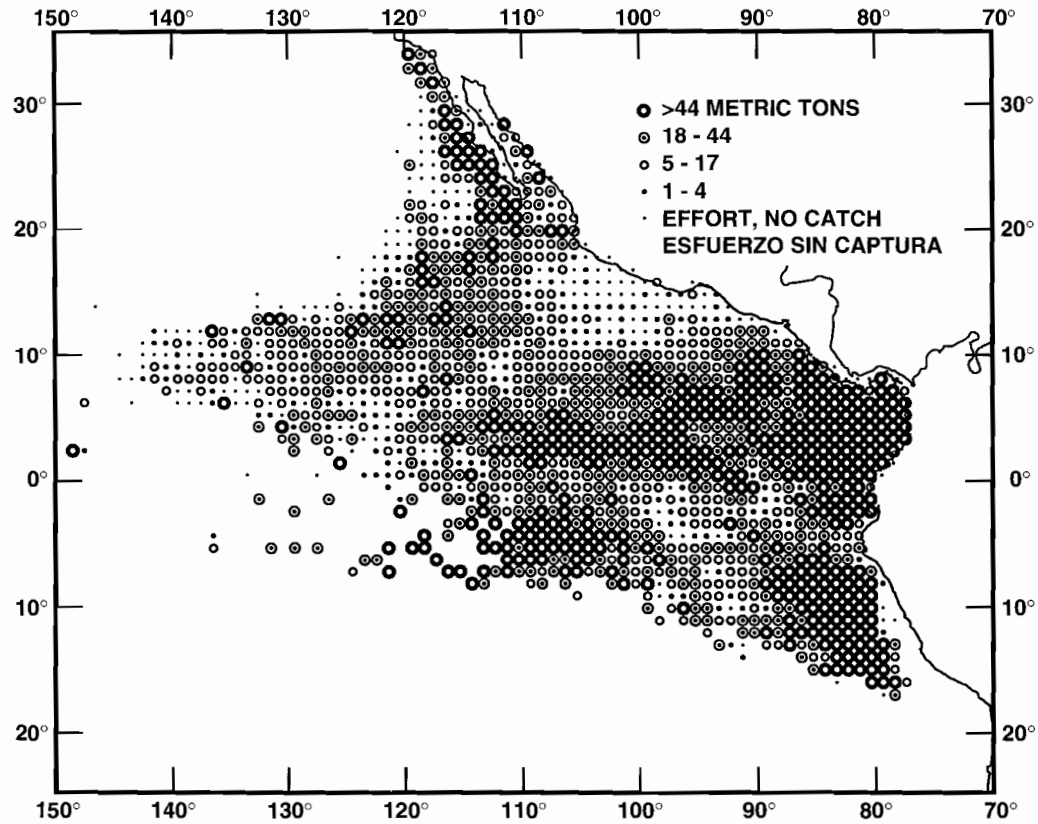
**FIGURE 3.** Average annual catches of yellowfin in the EPO during 1981-1996 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained. The averages were calculated only for 1-degree areas for which three or more years of data were available.

**FIGURA 3.** Capturas medias anuales de aleta amarilla en el OPO durante 1981-1996, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables. Se calcularon promedios solamente para las áreas de 1° para las cuales se disponía de tres años o más de datos.



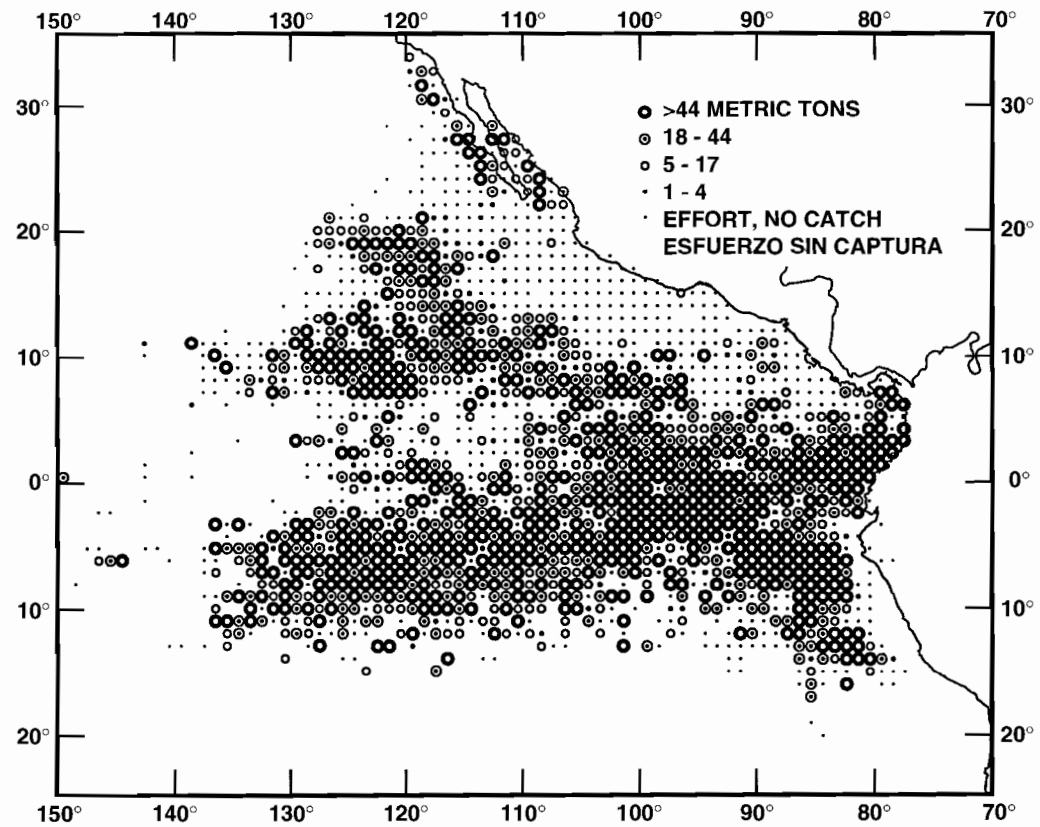
**FIGURE 4.** Catches of yellowfin in the EPO in 1997 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained.

**FIGURA 4.** Capturas de aleta amarilla en el OPO en 1997, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables.

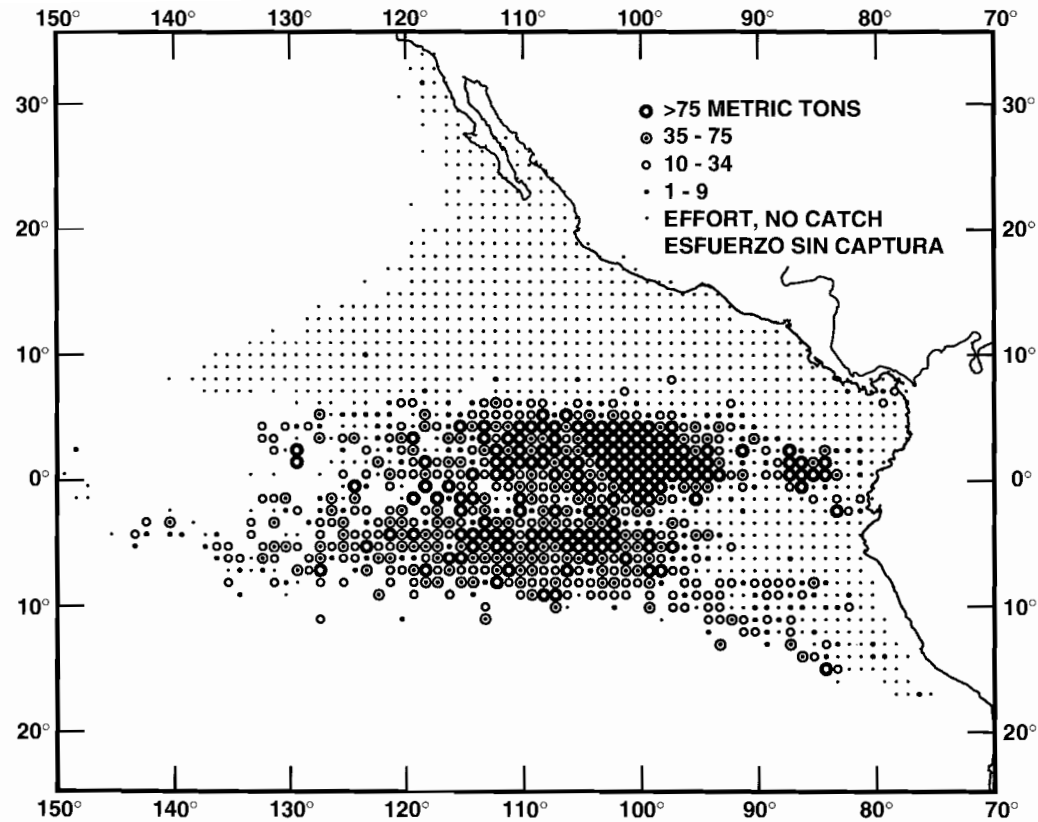


**FIGURE 5.** Average annual catches of skipjack in the EPO during 1981-1996 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained. The averages were calculated only for 1-degree areas for which three or more years of data were available.

**FIGURA 5.** Capturas medias anuales de barrilete en el OPO durante 1981-1996, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables. Se calcularon promedios solamente para las áreas de 1° para las cuales se disponía de tres años o más de datos.



**FIGURE 6.** Catches of skipjack in the EPO in 1997 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained.  
**FIGURA 6.** Capturas de barrilete en el OPO en 1997, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables.



**FIGURE 7.** Catches of bigeye in the EPO during 1994-1996 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained. The averages were calculated only for 1-degree areas for which two or more years of data were available.

**FIGURA 7.** Capturas de patudo en el OPO durante 1994-1996, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables. Se calcularon promedios solamente para las áreas de 1° para las cuales se disponía de dos años o más de datos.

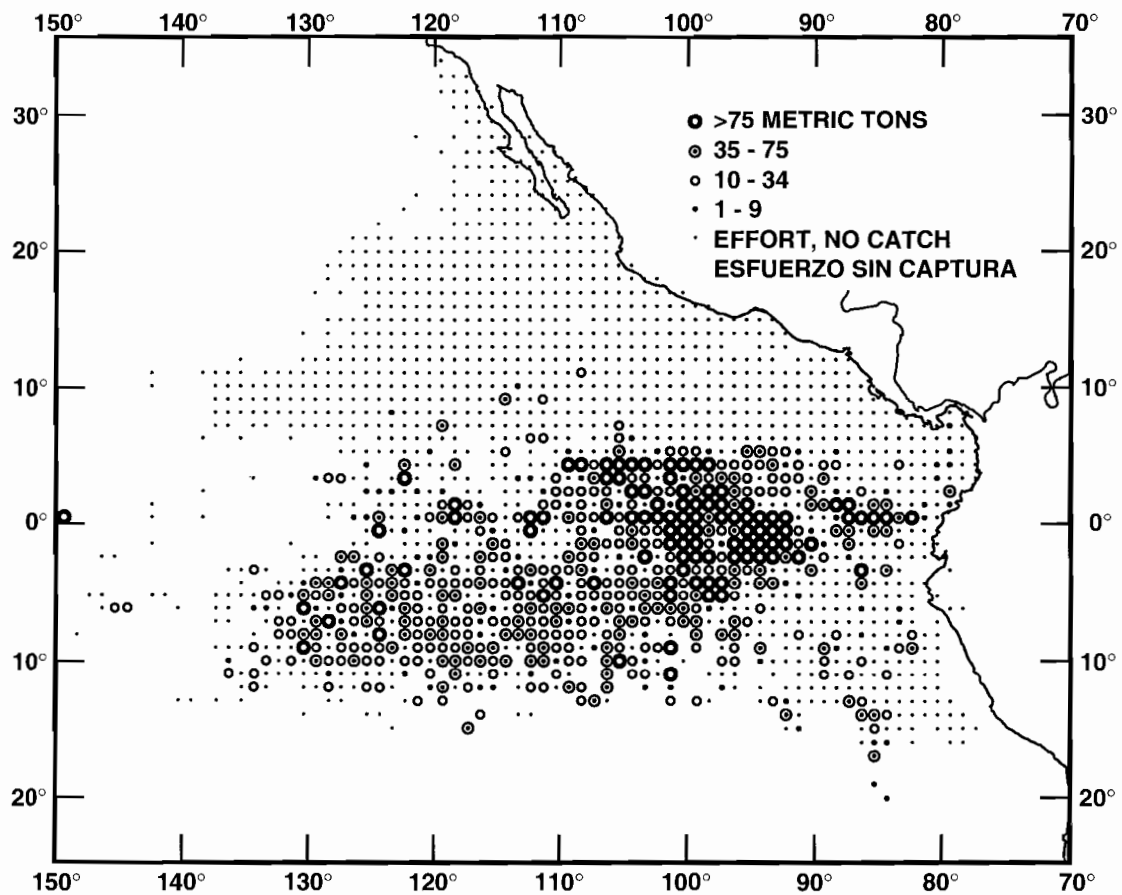


FIGURE 8. Catches of bigeye in the EPO during 1997 for all purse-seine trips for which usable logbook data were obtained.  
 FIGURA 8. Capturas de patudo en el OPO en 1997, de todos los viajes de barcos cerqueros de los que se obtuvieron datos de bitácora utilizables.

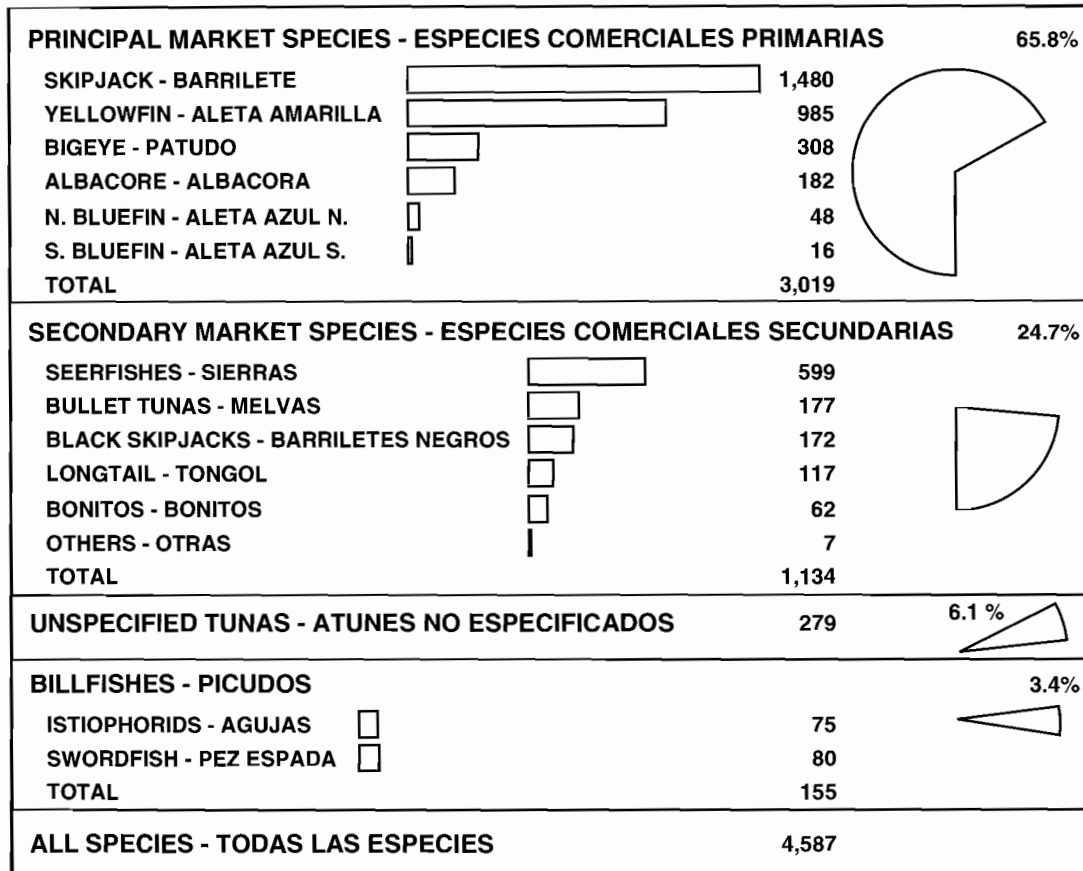


FIGURE 9. World catches of tunas and tuna-like species in 1996, in thousands of metric tons (data from FAO).

FIGURA 9. Capturas mundiales de atunes y especies afines en 1996, en miles de toneladas métricas (datos de FAO).

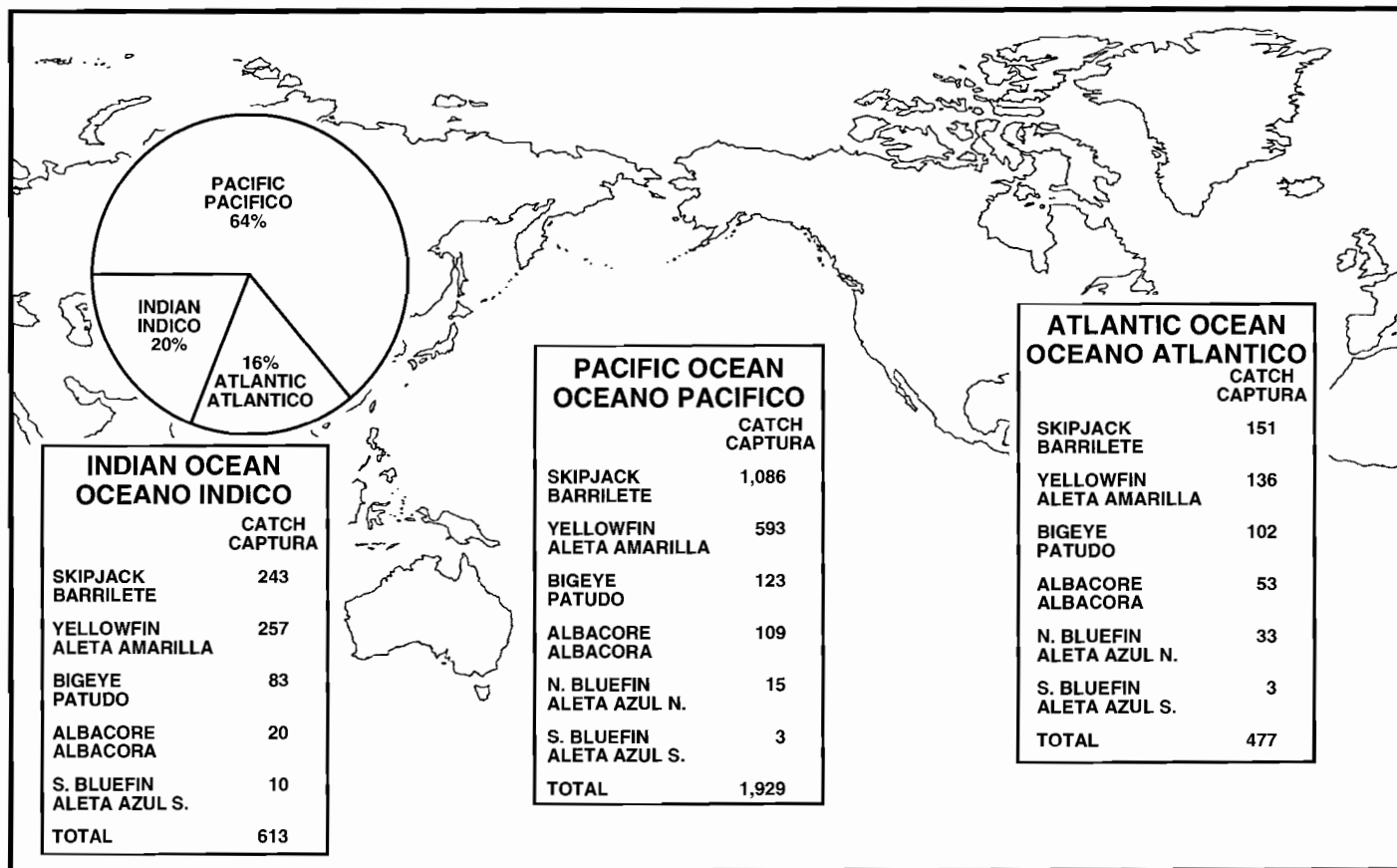
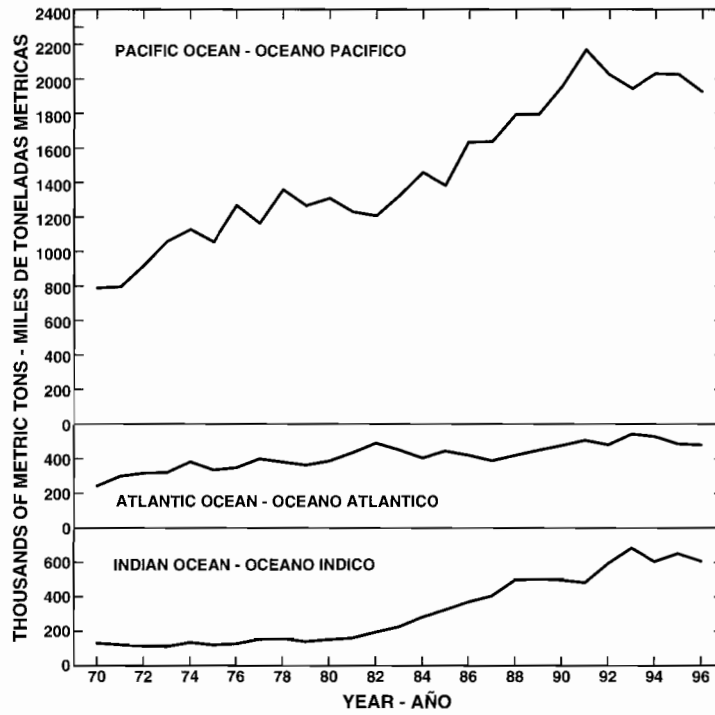


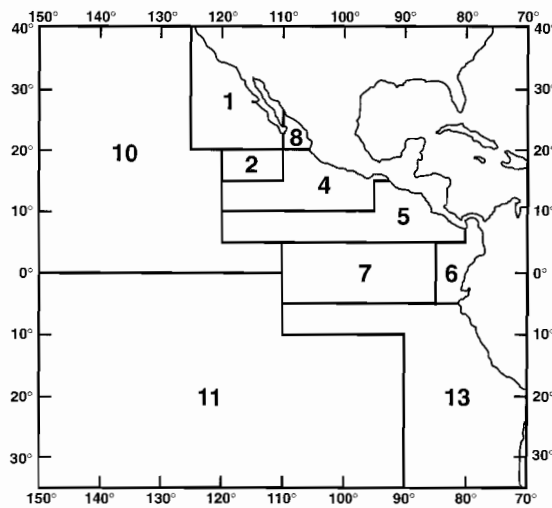
FIGURE 10. World catches of the principal market species of tunas in 1996, in thousands of metric tons (data from FAO).

FIGURA 10. Capturas mundiales de las principales especies comerciales de atunes en 1996, en miles de toneladas métricas (datos de FAO).

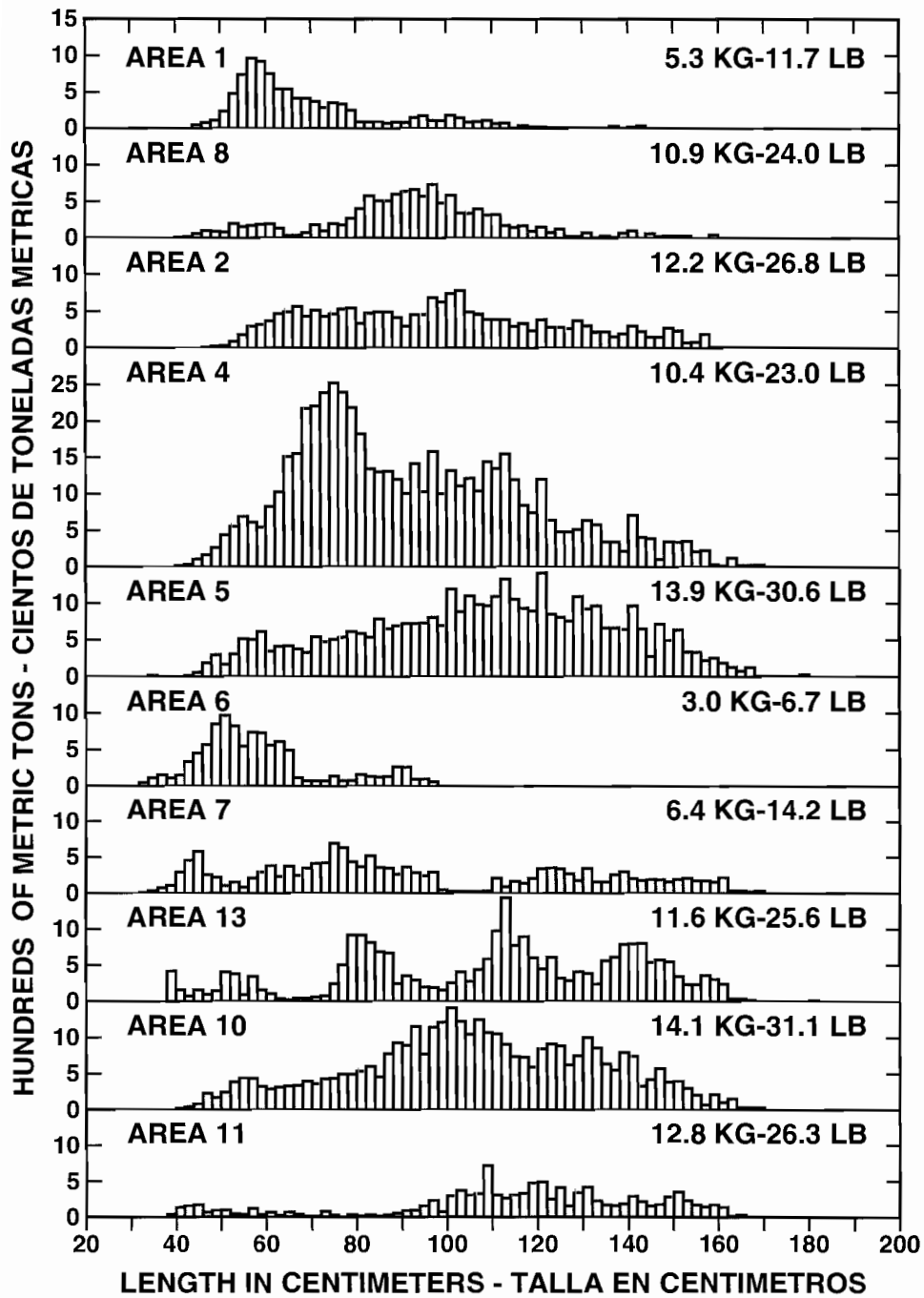




**FIGURE 11.** World catches of the principal market species of tunas (data from FAO).  
**FIGURA 11.** Capturas mundiales de las principales especies comerciales de atunes (datos de FAO).

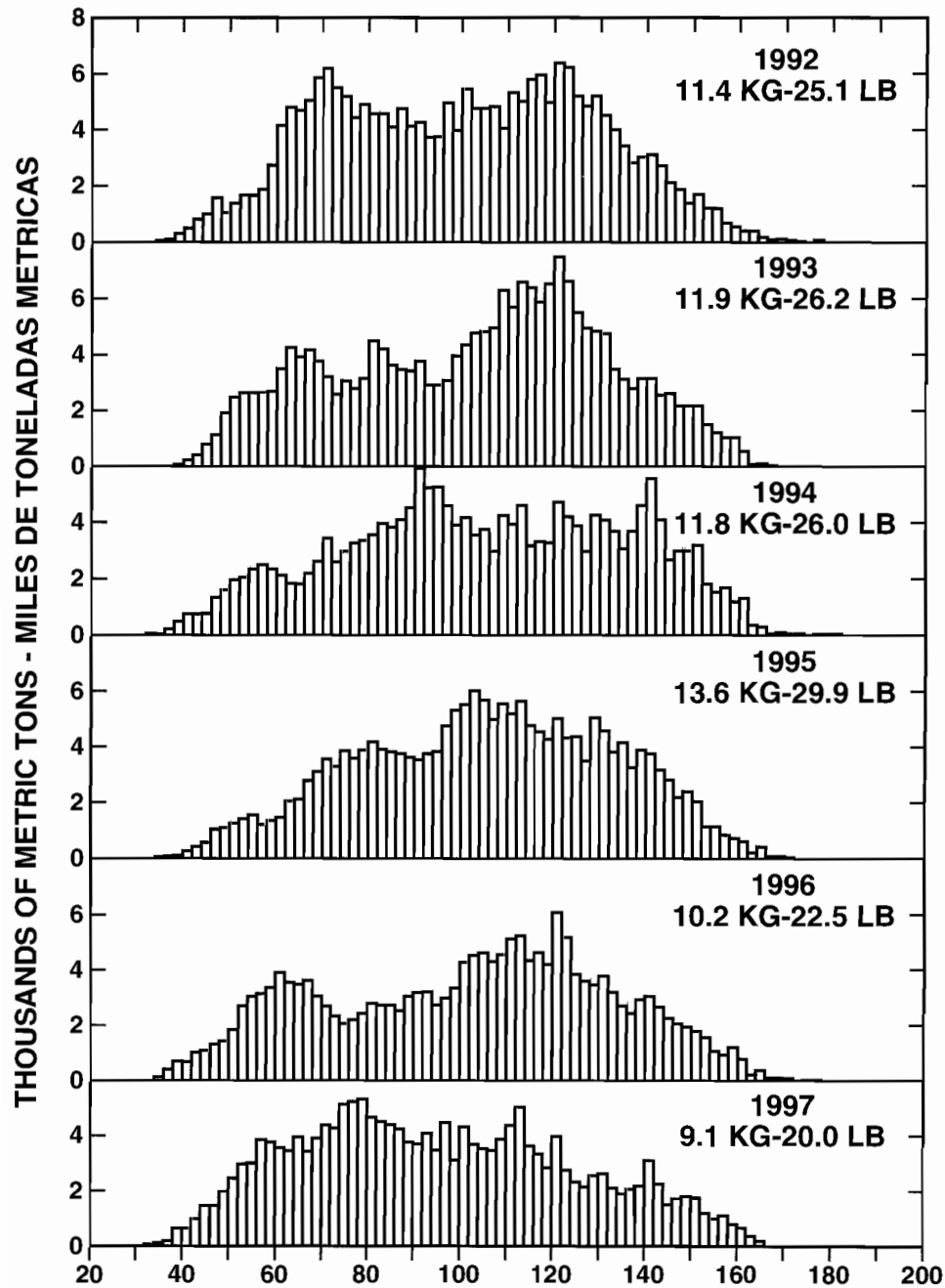


**FIGURE 12.** Areas used for sampling lengths of surface-caught tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO).  
**FIGURA 12.** Areas usadas para el muestreo de longitud de atunes capturados con artes de superficie en el Océano Pacífico oriental (OPO).



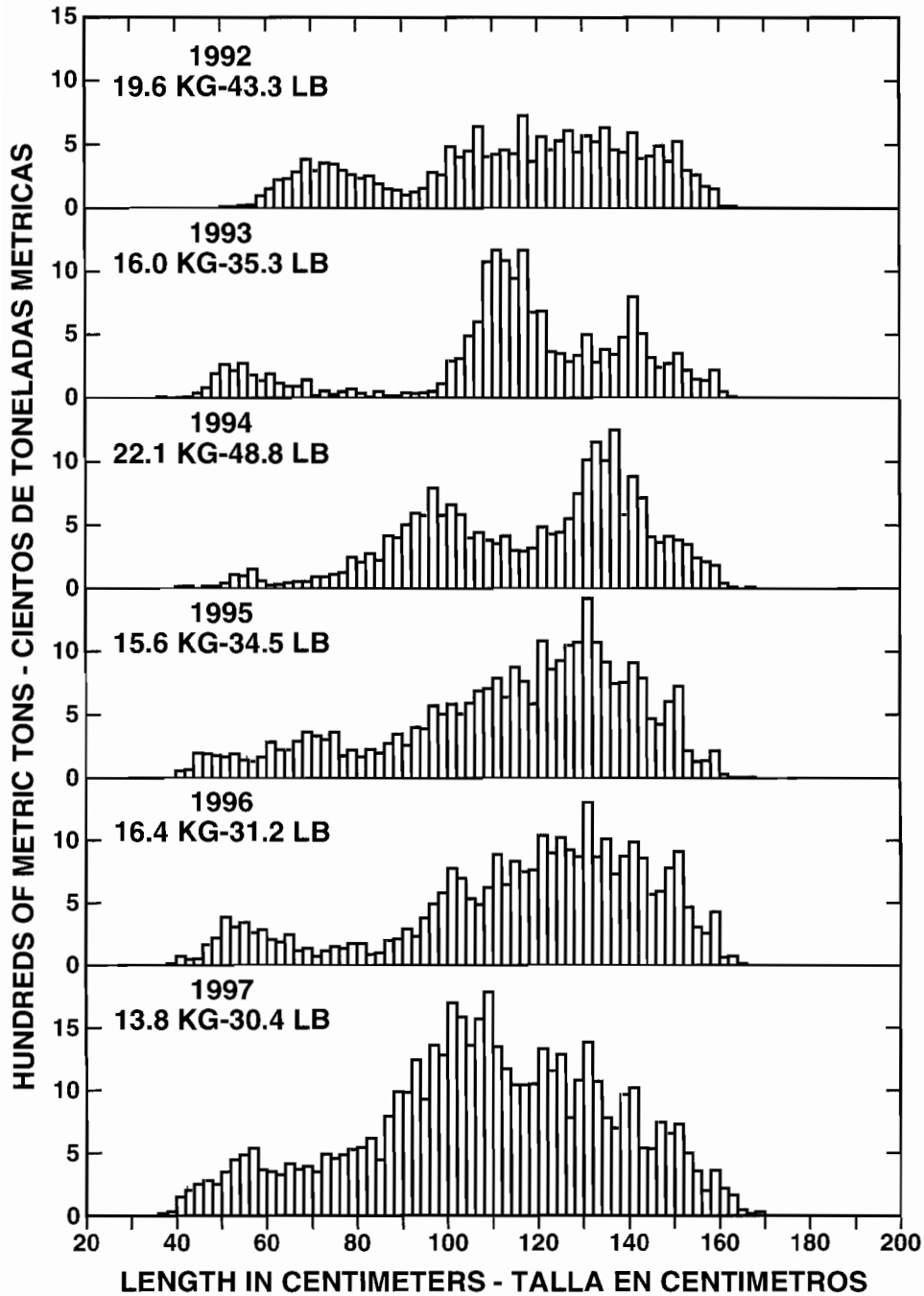
**FIGURE 13.** Estimated catches of yellowfin by surface gear in the market-measurement areas of the EPO in 1997. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 13.** Captura estimada de aleta amarilla por artes de superficie en las zonas de medición del OPO en 1997. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



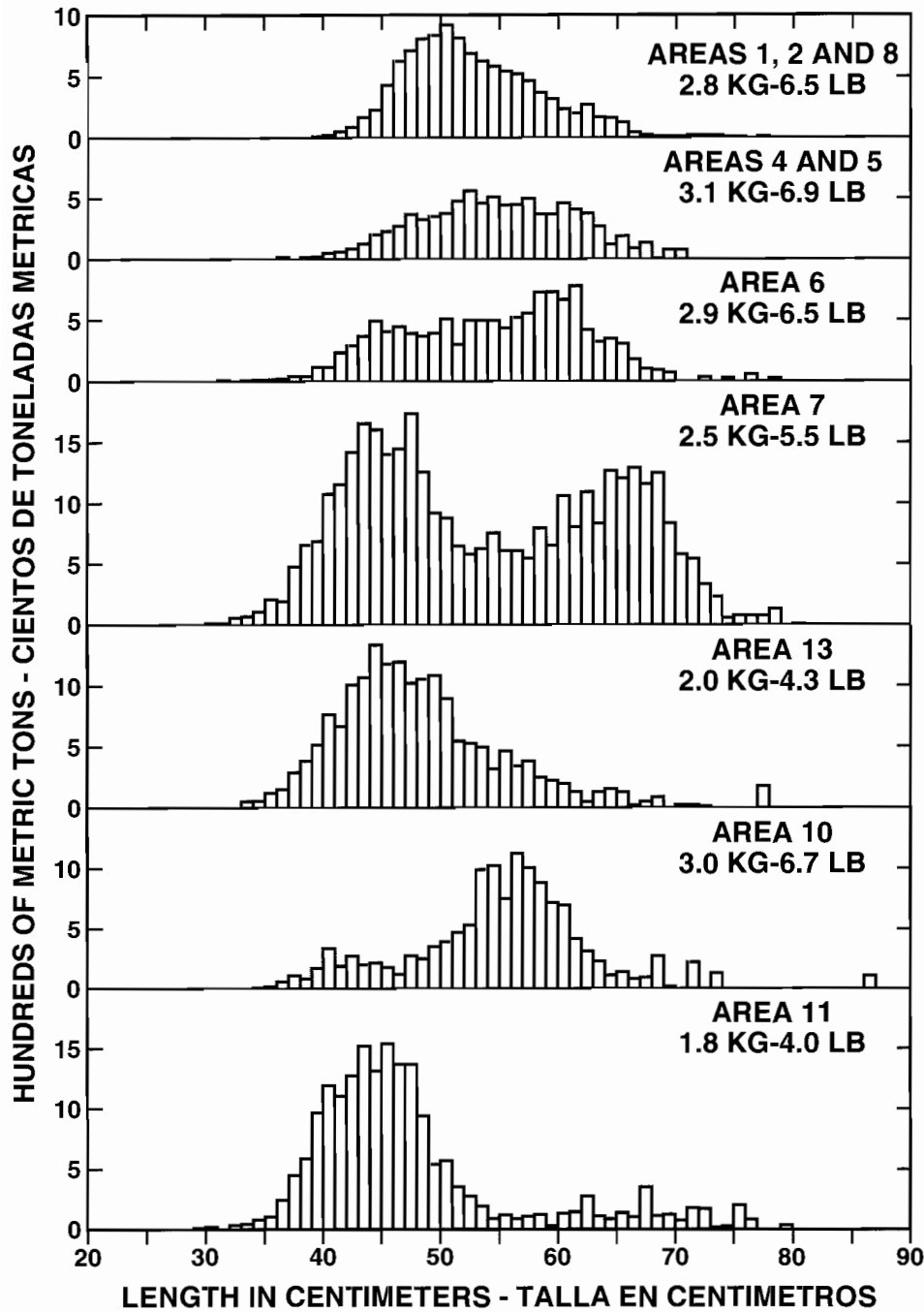
**FIGURE 14.** Estimated catches of yellowfin by surface gear in the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA). The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 14.** Captura estimada de aleta amarilla en el Area Reglamentaria de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA) por artes de superficie. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



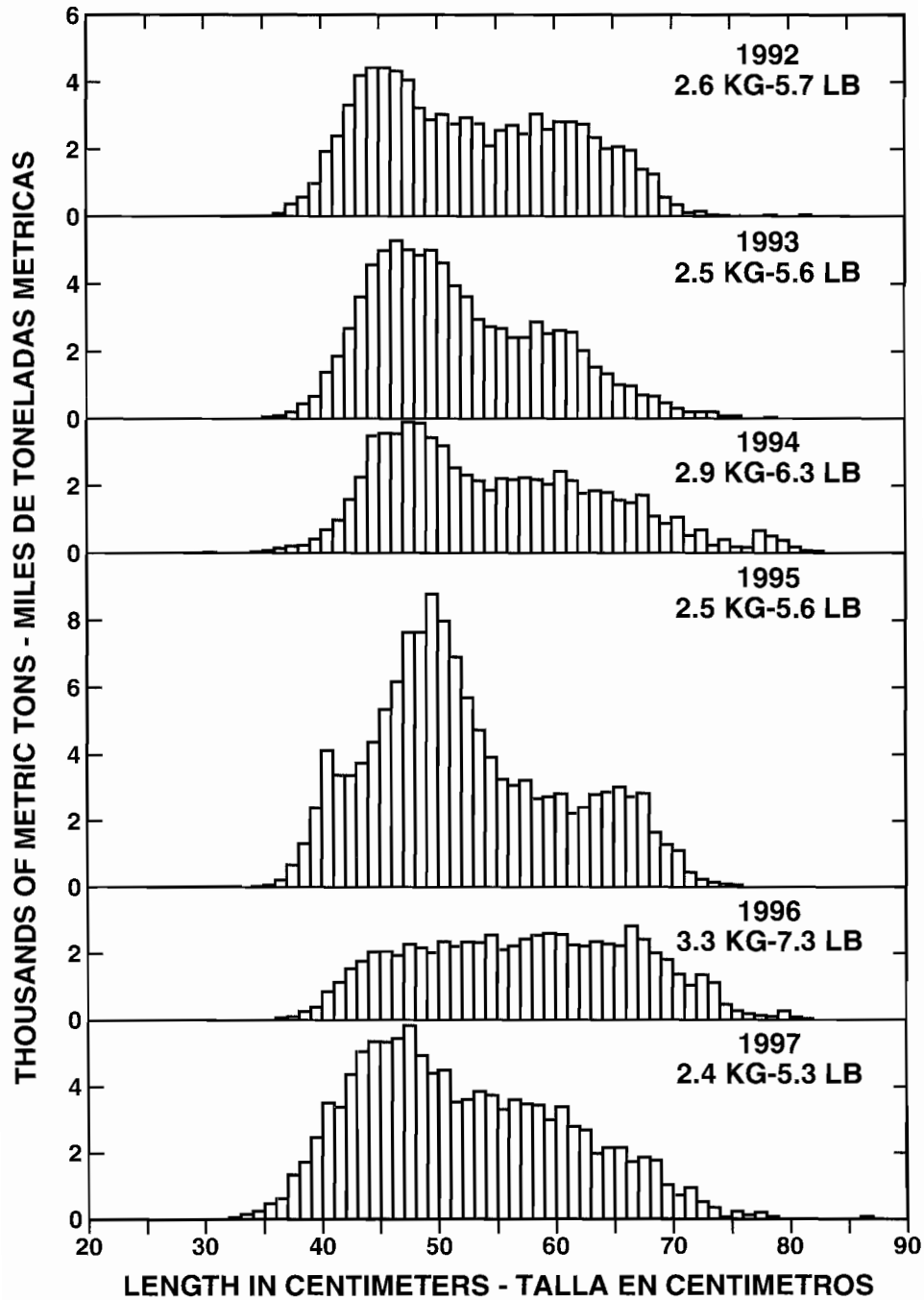
**FIGURE 15.** Estimated catches of yellowfin by surface gear in the area between the CYRA boundary and 150°W. The values in the upper left corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 15.** Captura estimada de aleta amarilla por artes de superficie en la zona entre el límite del ARCAA y 150°W. El valor en la esquina superior izquierda de cada recuadro representa el peso promedio.



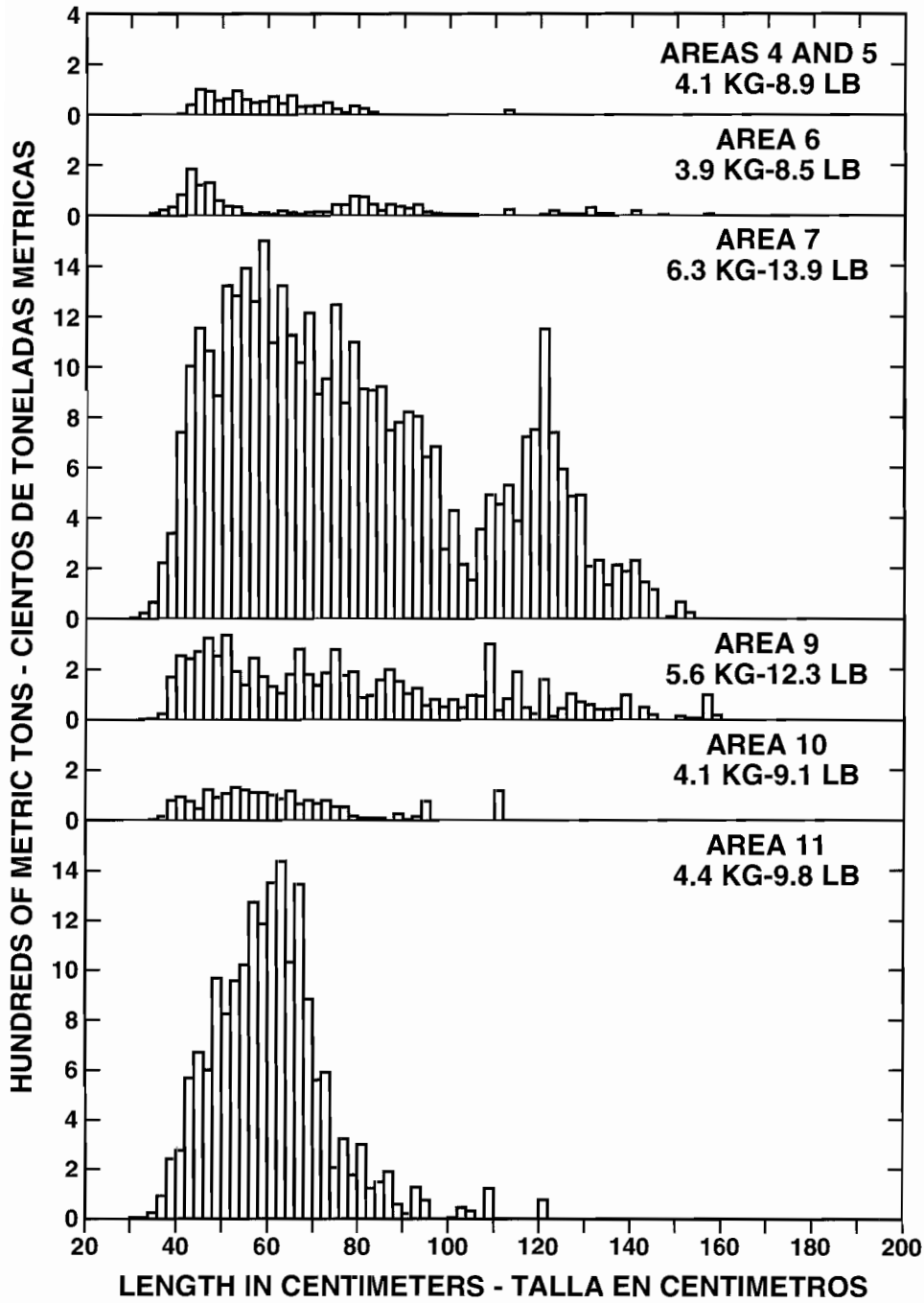
**FIGURE 16.** Estimated catches of skipjack in selected areas of the EPO in 1997. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 16.** Captura estimada de barrilete en áreas seleccionadas del OPO en 1997. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



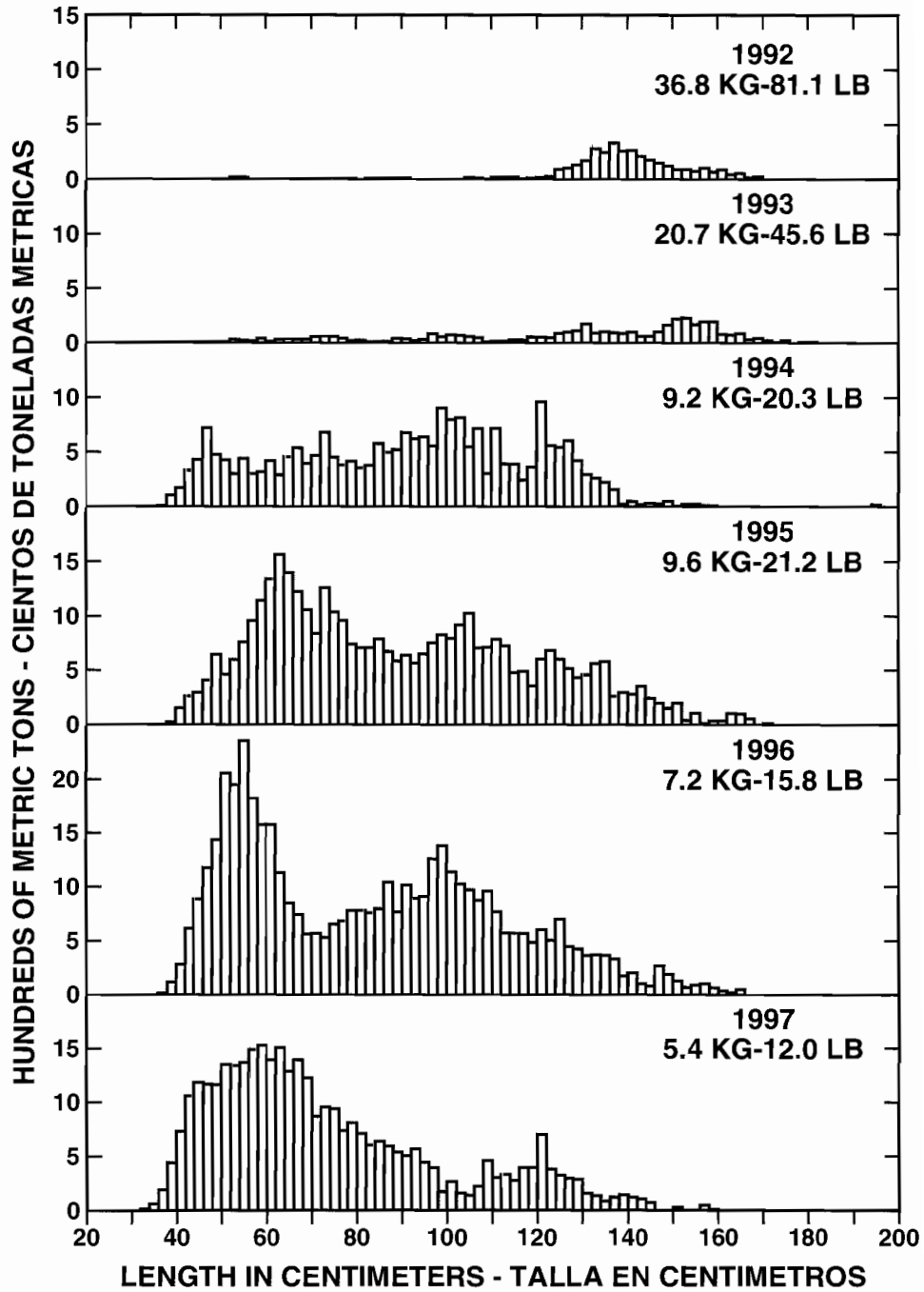
**FIGURE 17.** Estimated catches of skipjack in the EPO. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 17.** Captura estimada de barrilete en el OPO. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



**FIGURE 18.** Estimated catches of bigeye by surface gear in the market-measurement areas of the EPO in 1997. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 18.** Captura estimada de patudo por artes de superficie en las zonas de medición del OPO in 1997. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



**FIGURE 19.** Estimated catches of bigeye by surface gear in the EPO. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 19.** Captura estimada de patudo por artes de superficie en el OPO. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



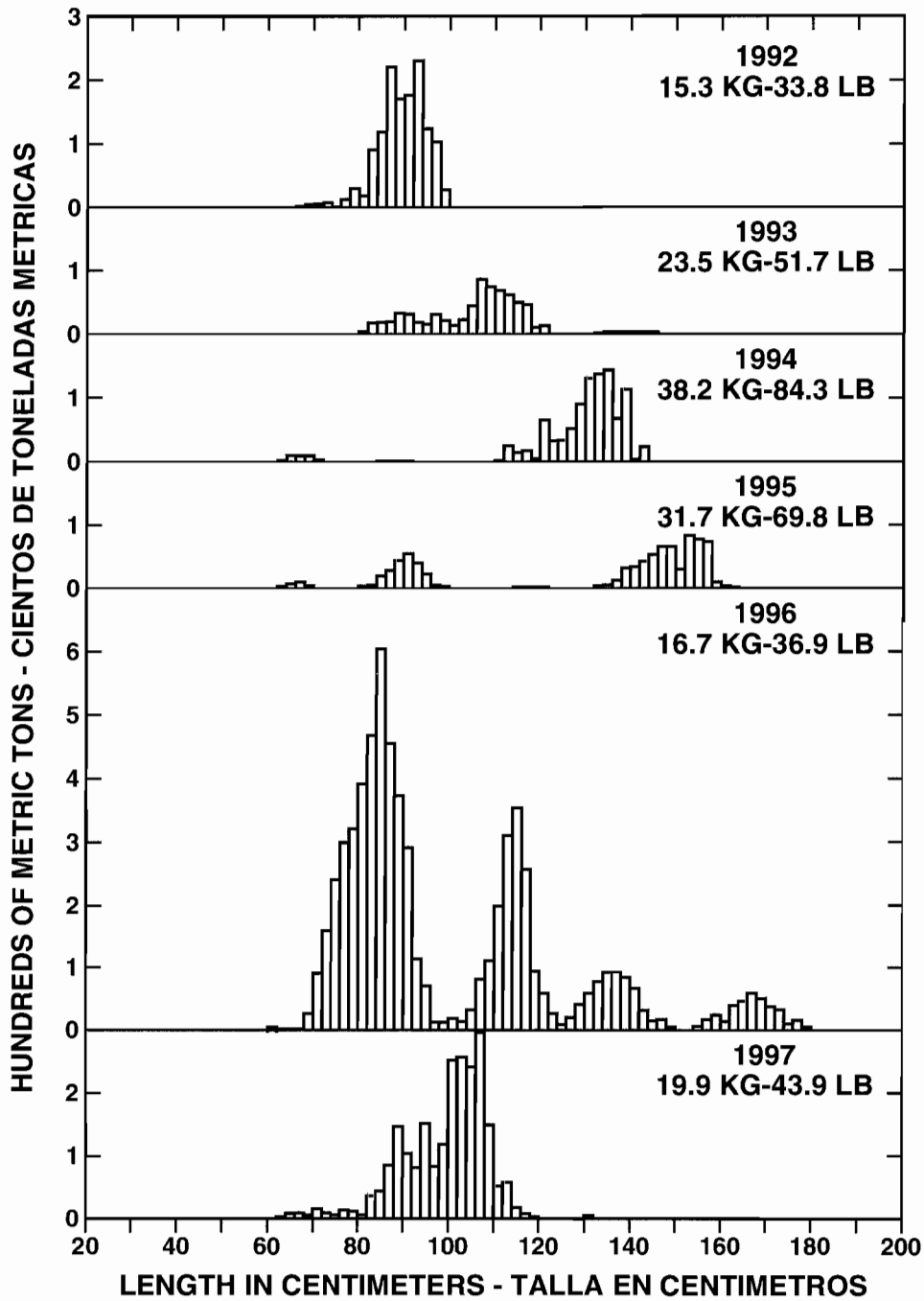
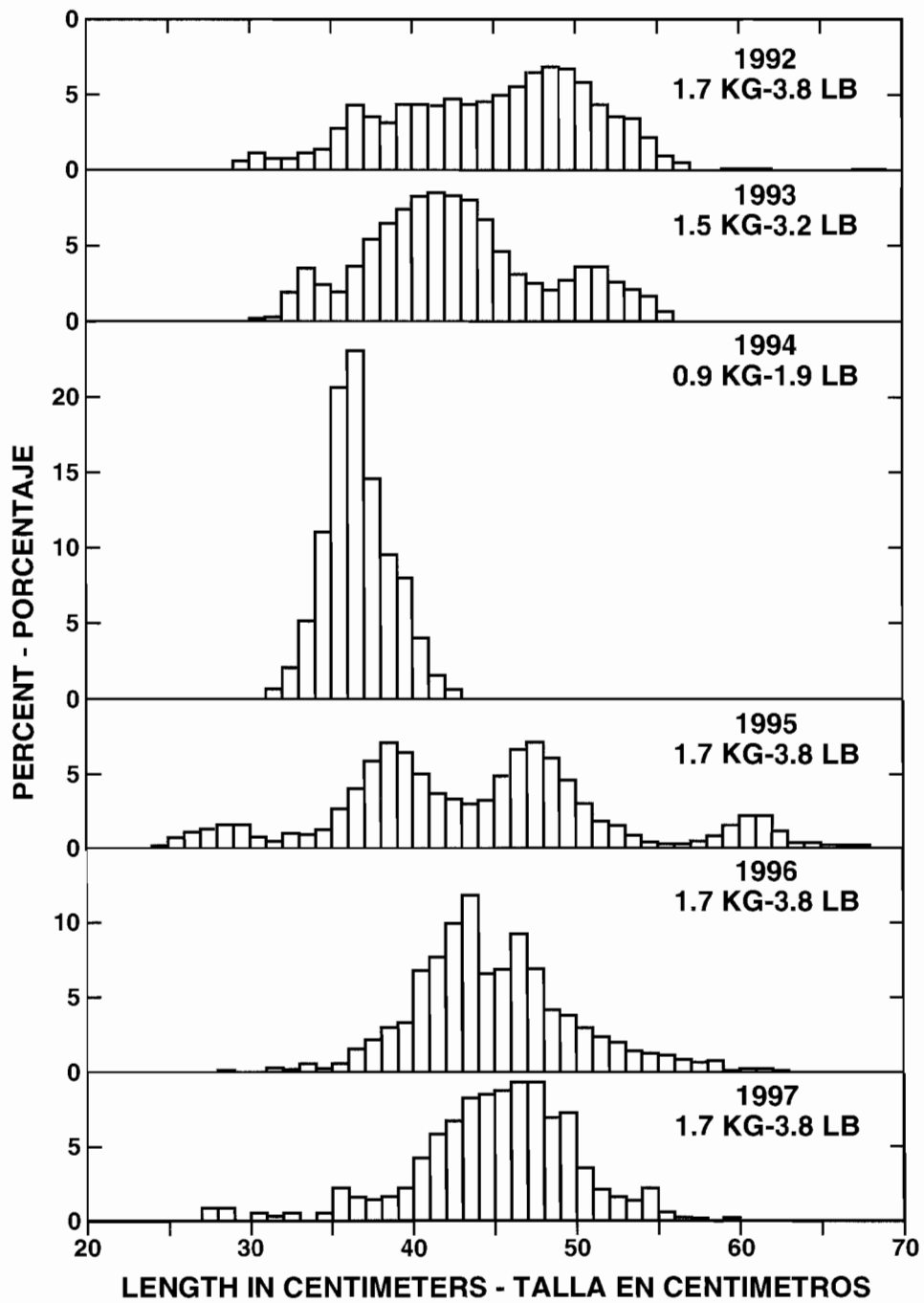


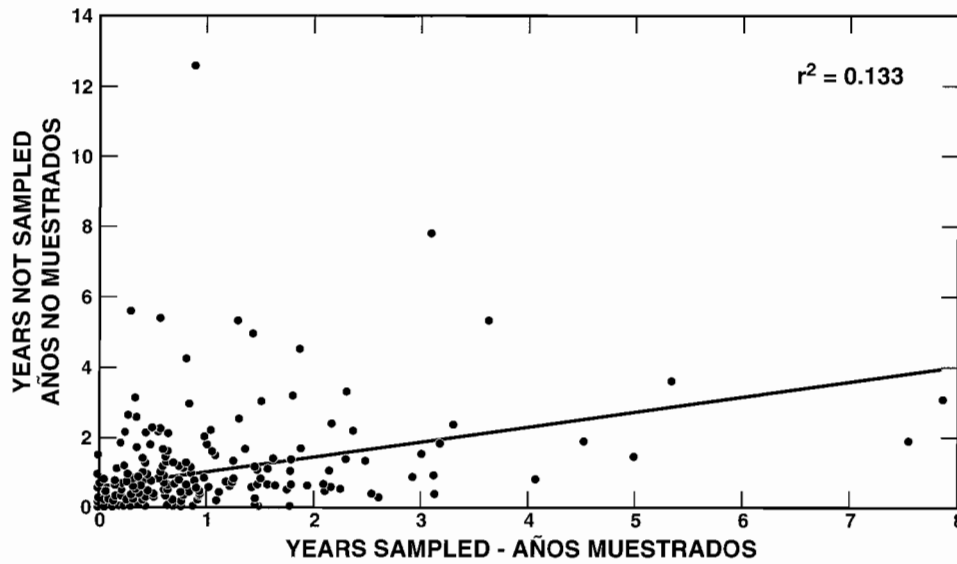
FIGURE 20. Estimated catches of northern bluefin by surface gear in the EPO. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

FIGURA 20. Captura estimada de aleta azul del norte por artes de superficie en el OPO. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



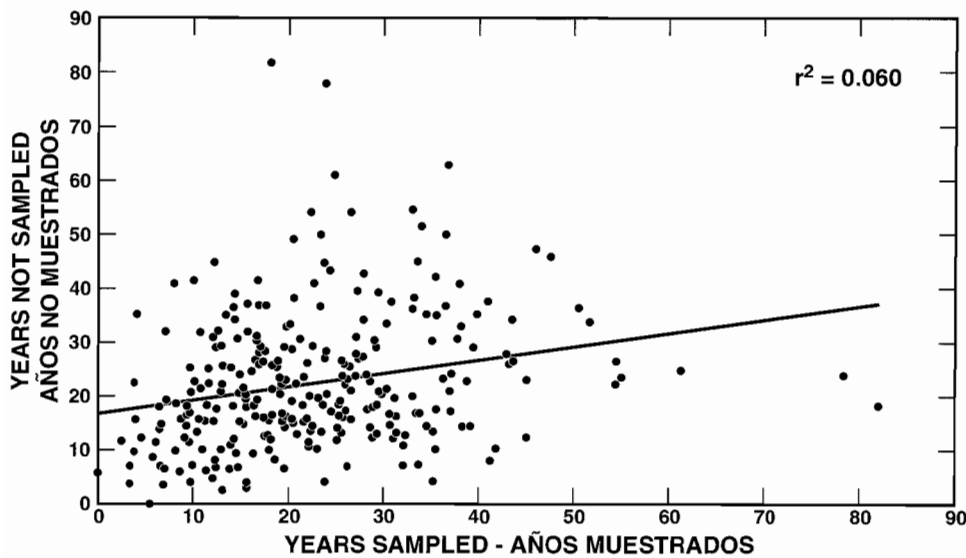
**FIGURE 21.** Length frequencies of black skipjack caught in the EPO. The values in the upper right corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 21.** Distribución de la frecuencia de longitud de barriletes negros capturados en el OPO. El valor en la esquina superior derecha de cada recuadro representa el peso promedio.



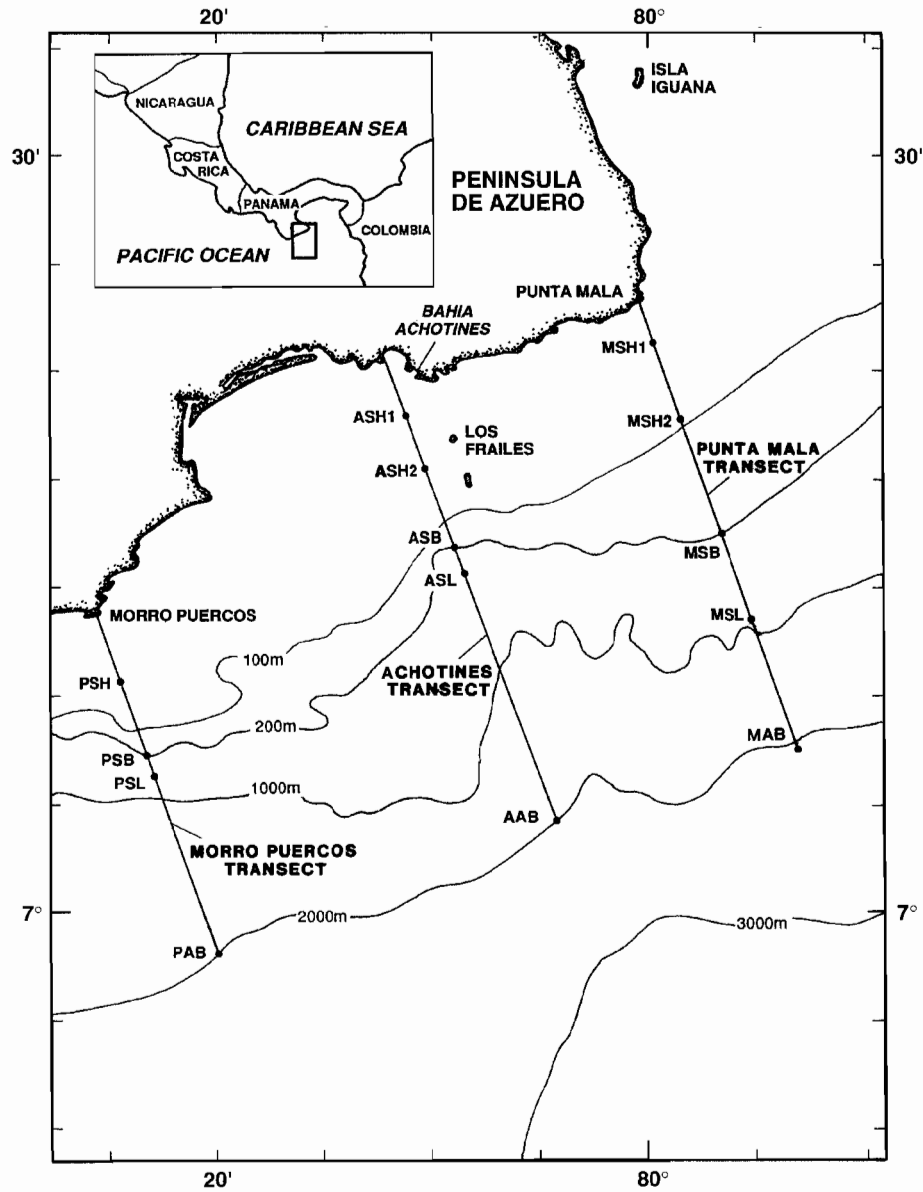
**FIGURE 22.** Ratios of catches of bigeye in the eastern Pacific Ocean (EPO) to the retained catches of other tunas during the years not sampled plotted against those during the years sampled.

**FIGURA 22.** Razones de las capturas de patudo en el Océano Pacífico oriental (OPO) a las capturas retenidas de otros atunes en los años no muestreados graficados contra aquéllas en los años muestreados.



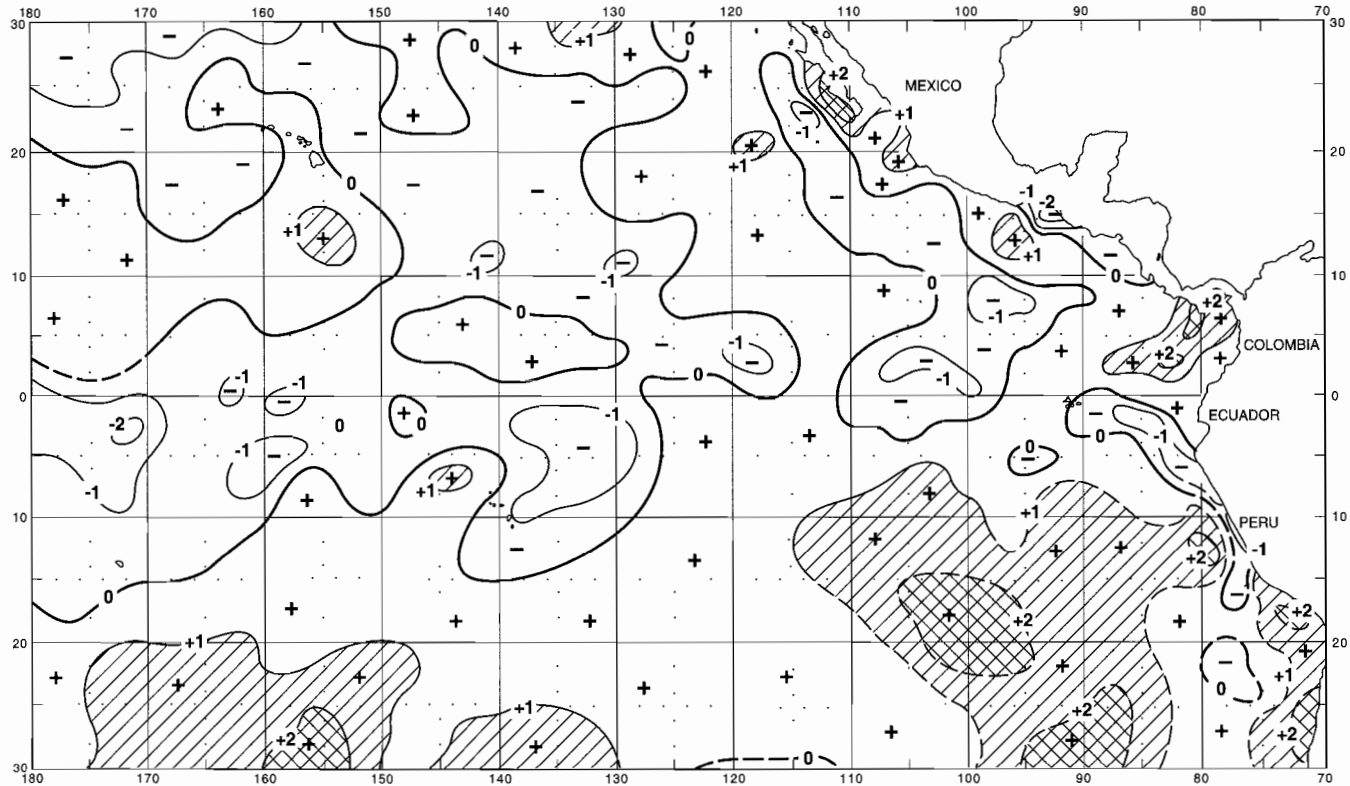
**FIGURE 23.** Weights of tunas other than bigeye retained per set in the EPO during the years not sampled plotted against those during the years sampled.

**FIGURA 23.** Pesos de atunes aparte de patudo retenidos por lance en el OPO en los años no muestreados graficados contra aquéllos en los años muestreados.



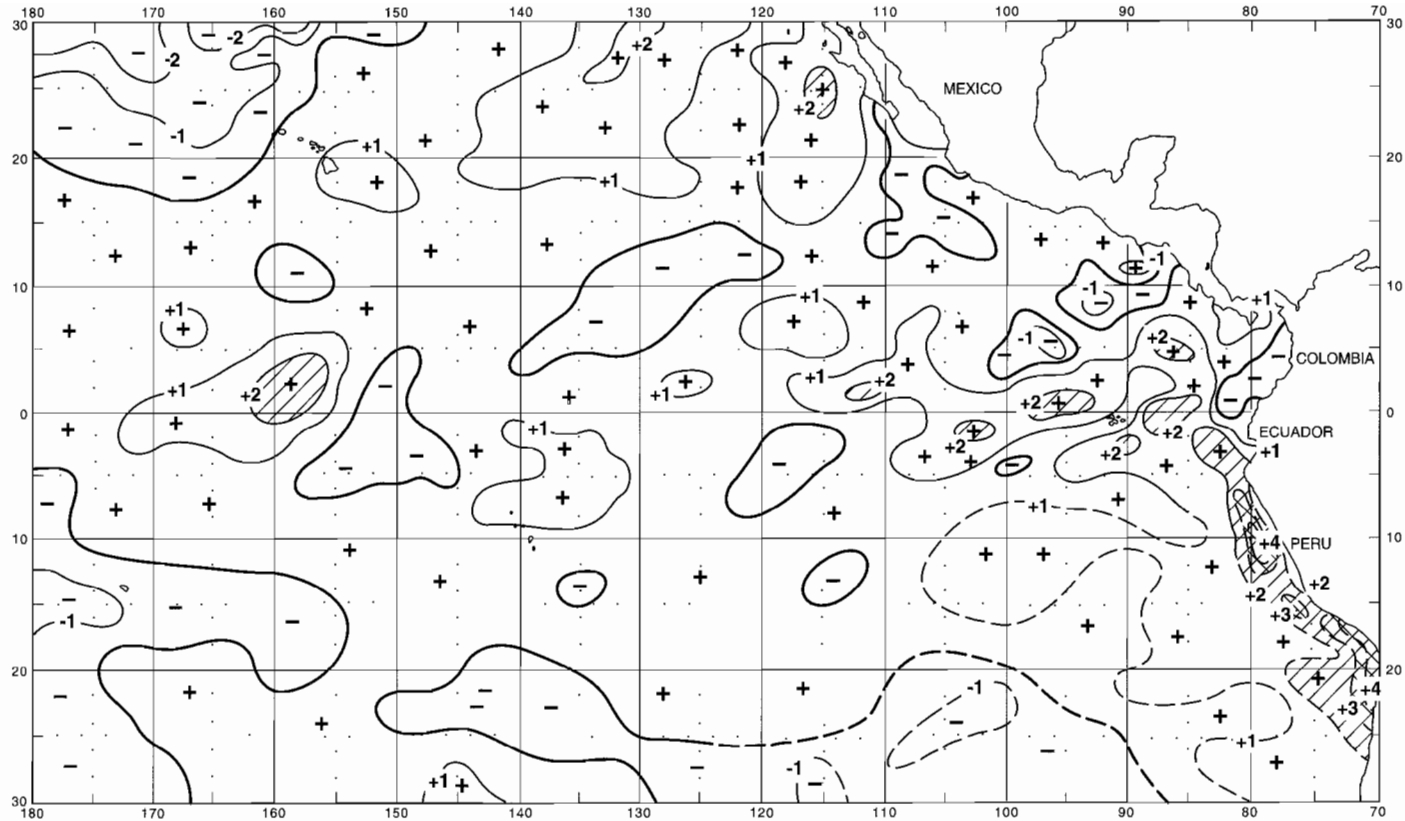
**FIGURE 24.** Location of Achotines Bay, Panama. The Achotines Laboratory is located on the east side of the bay. The dots on the transects represent sampling stations.

**FIGURA 24.** Situación de la Bahía de Achotines, Panamá. El laboratorio está situado al borde este de la bahía. Los puntos en los transectos representan estaciones de muestreo.



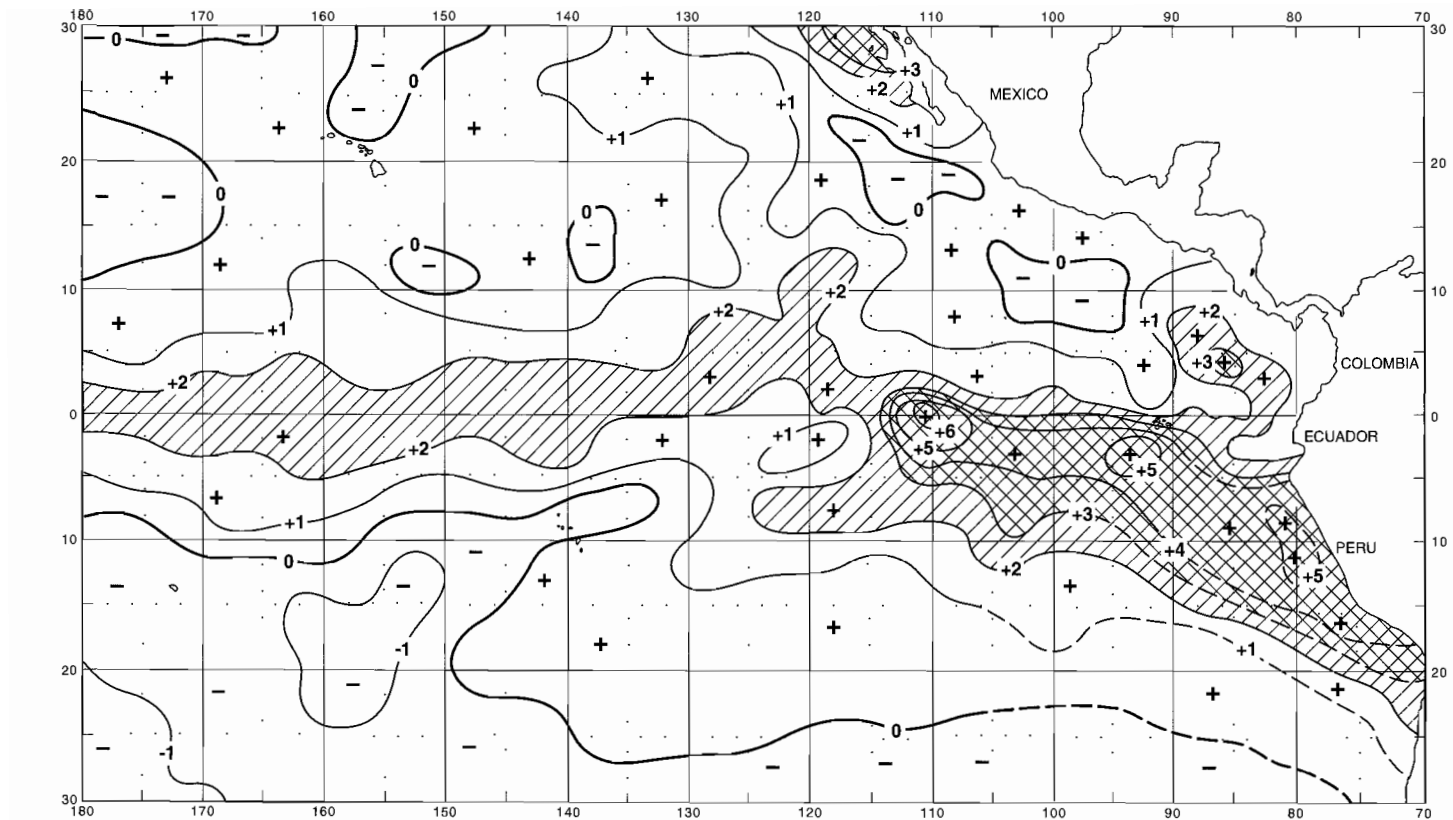
**FIGURE 25.** Sea-surface temperature (SST) anomalies (departures from long-term normals) for March 1997, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels. The areas with SSTs more than 1°C above normal are hatched, and those with SSTs more than 2°C above normal are cross-hatched.

**FIGURA 25.** Anomalías (desviaciones del nivel normal a largo plazo) de la temperatura de superficie del mar (TSM) en marzo de 1997, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y buques comerciales de otros tipos. Las áreas sombreadas mostraron TSM más de 1°C superiores a lo normal, y aquellas doblemente sombreadas TSM más de 2°C superiores a lo normal.



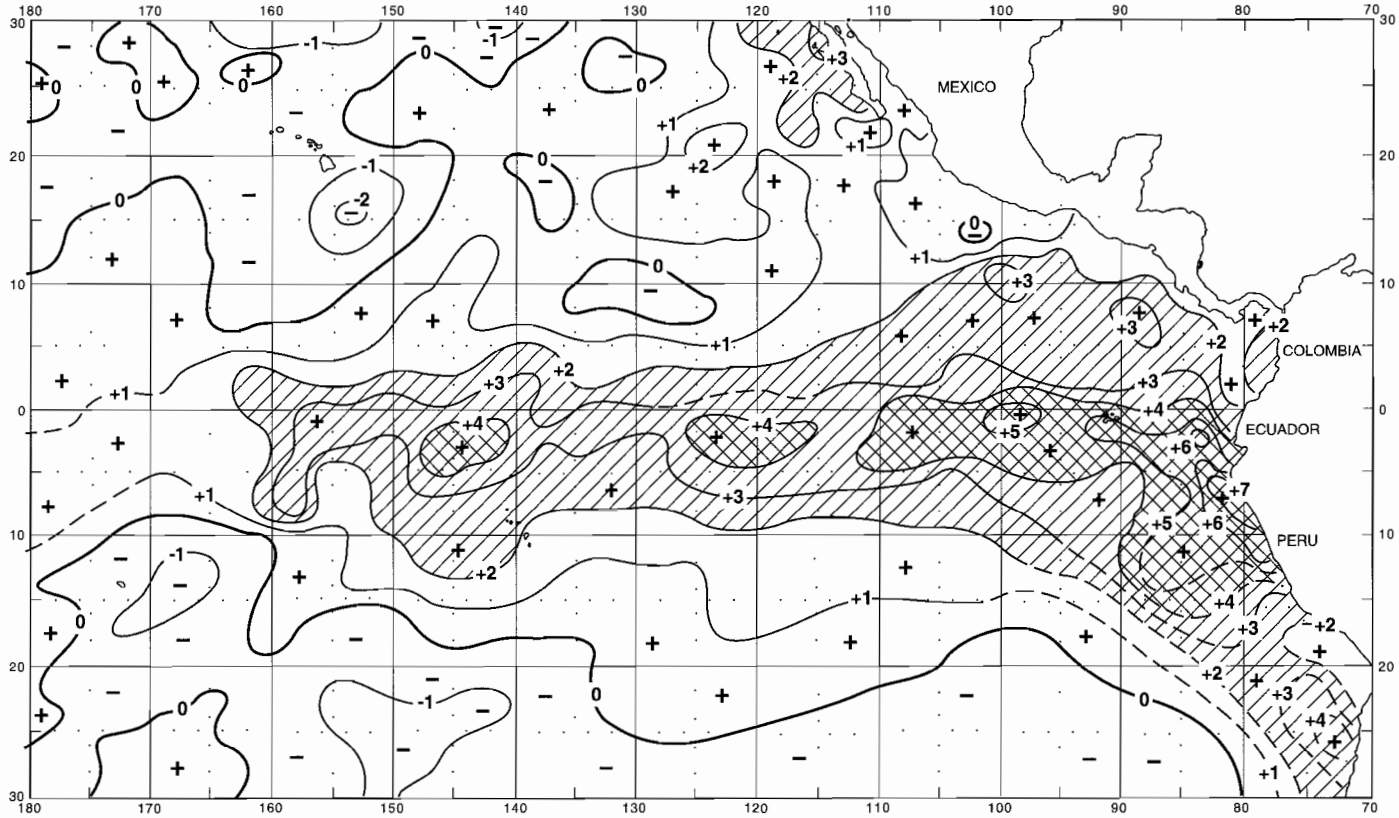
**FIGURE 26.** SST anomalies for May 1997, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels. The areas with SSTs more than 2°C above normal are hatched, and those with SSTs more than 4°C above normal are cross-hatched.

**FIGURA 26.** Anomalías de la TSM en mayo de 1997, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y buques comerciales de otros tipos. Las áreas sombreadas mostraron TSM más de 2°C superiores a lo normal, y aquellas doblemente sombreadas TSM más de 4°C superiores a lo normal.



**FIGURE 27.** SST anomalies for September 1997, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels. The areas with SSTs more than 2°C above normal are hatched, and those with SSTs more than 4°C above normal are cross-hatched.

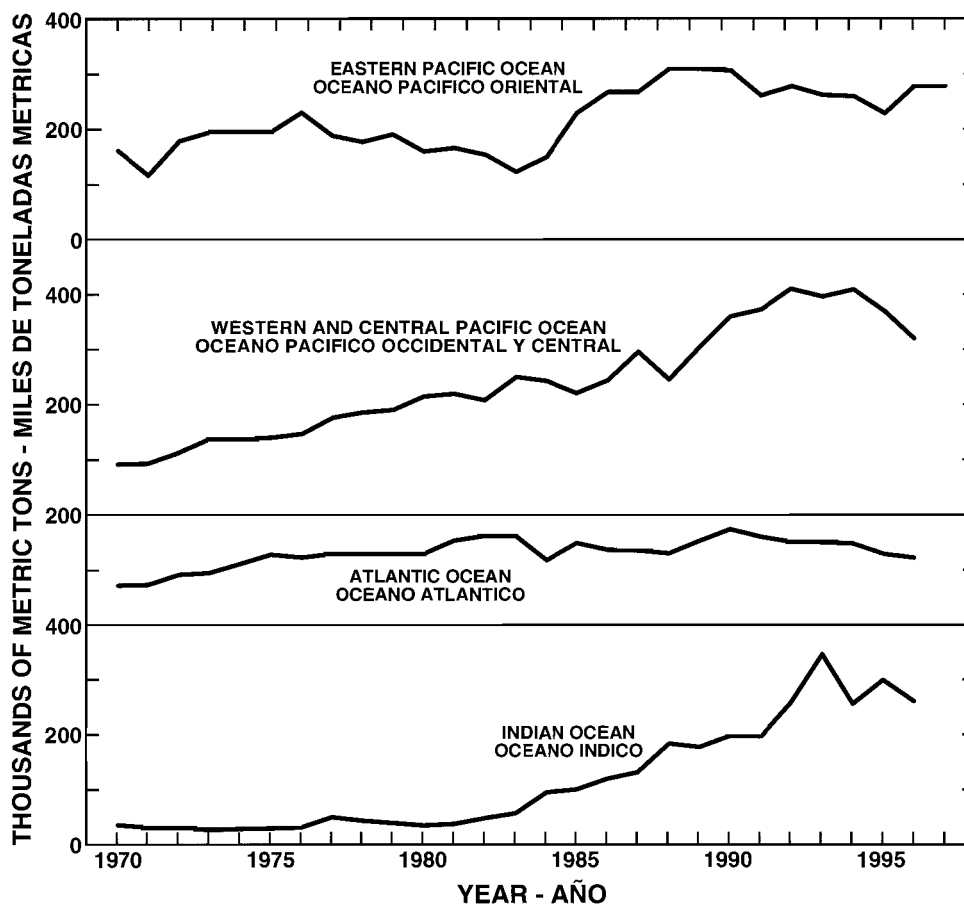
**FIGURA 27.** Anomalías de la TSM en septiembre de 1997, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y buques comerciales de otros tipos. Las áreas sombreadas mostraron TSM más de 2°C superiores a lo normal, y aquéllas doblemente sombreadas TSM más de 4°C superiores a lo normal.



**FIGURE 28.** SST anomalies for December 1997, based on data from fishing boats and other types of commercial vessels. The areas with SSTs more than 2°C above normal are hatched, and those with SSTs more than 4°C above normal are cross-hatched.

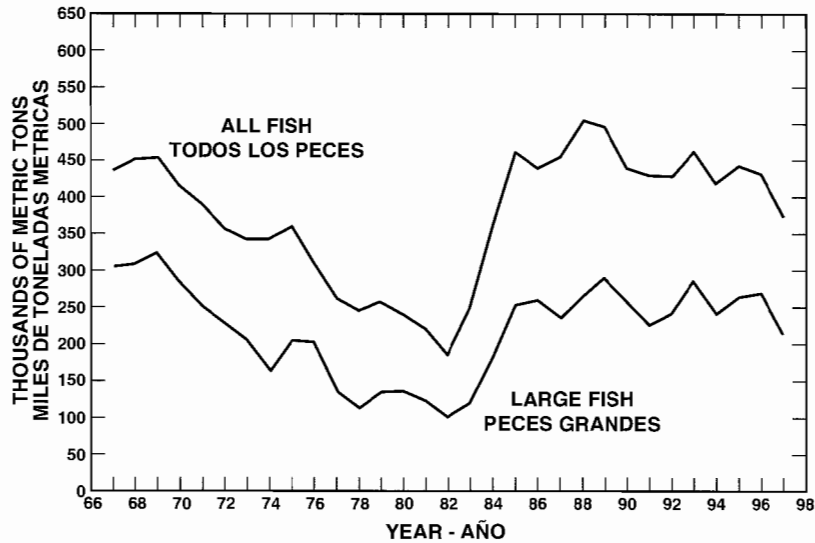
**FIGURA 28.** Anomalías de la TSM en diciembre de 1997, basadas en datos tomados por barcos pesqueros y buques comerciales de otros tipos. Las áreas sombreadas mostraron TSM más de 2°C superiores a lo normal, y aquellas doblemente sombreadas TSM más de 4°C superiores a lo normal.





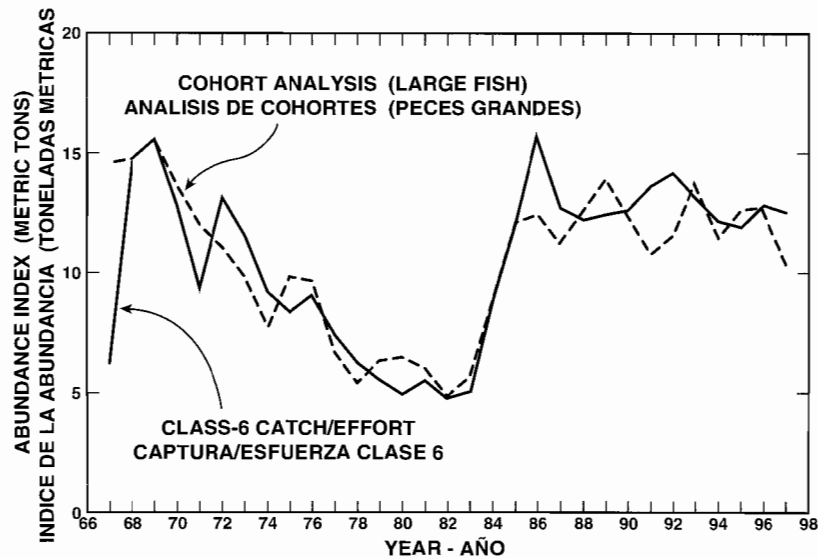
**FIGURE 29.** Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean (EPO), western and central Pacific Ocean, Atlantic Ocean, and Indian Ocean. The data for 1970-1996 were obtained from FAO, and those for 1997 from Table 14.

**FIGURA 29.** Capturas de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental (OPO), Océano Pacífico occidental y central, Océano Atlántico, y Océano Indico. Los datos de 1970-1996 provienen de FAO, y los de 1997 de la Tabla 14.



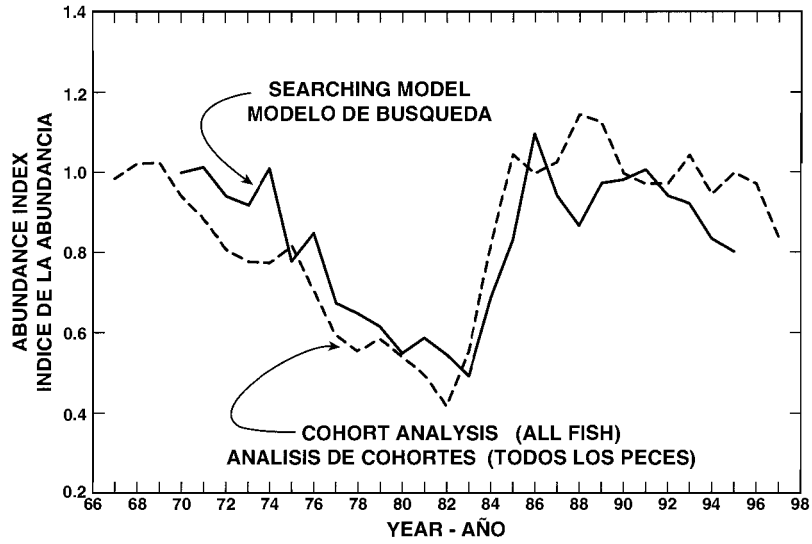
**FIGURE 30.** Estimates of the average biomass of yellowfin in the EPO for all fish and for larger fish only.

**FIGURA 30.** Estimaciones de la biomasa media del aleta amarilla en el OPO correspondientes a todos los peces y a los peces mayores solamente.



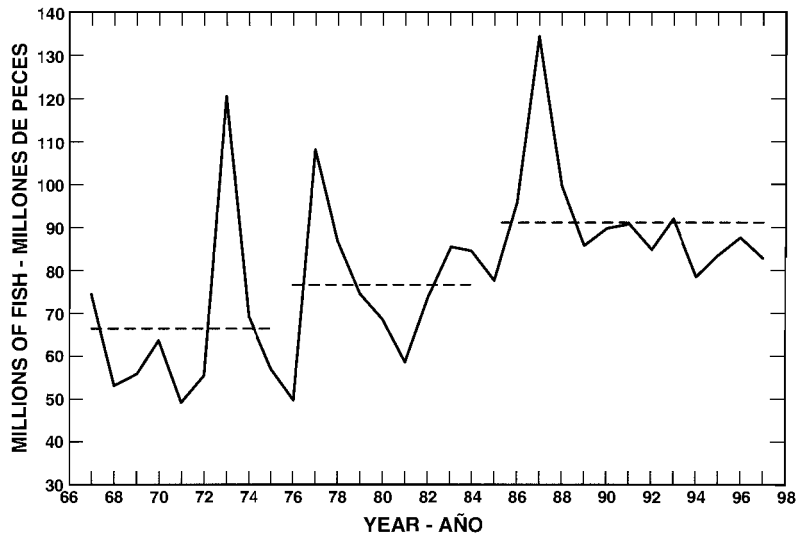
**FIGURE 31.** Indices of abundance of yellowfin in the EPO derived from catch-per-day's-fishing (CPDF) data, together with estimates for the biomass of larger fish obtained from the cohort analyses (adjusted so that the mean is the same as that for the CPDF).

**FIGURA 31.** Indices de abundancia del aleta amarilla en el OPO derivados de datos de captura por día de pesca (CPDP), junto con estimaciones de la biomasa de los peces de mayor tamaño obtenidas de los análisis de cohortes (ajustadas para que el promedio coincida con el de la CPDP).



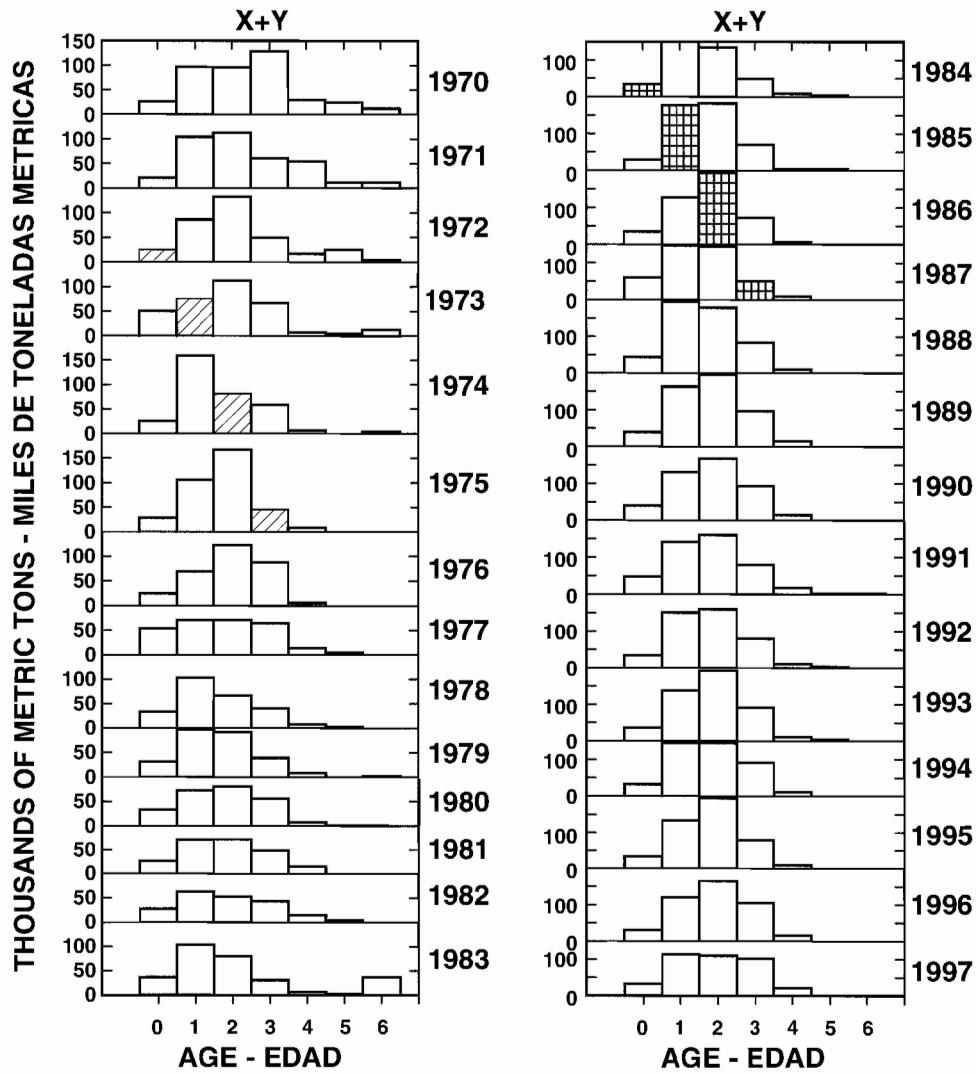
**FIGURE 32.** Indices of abundance of yellowfin in the EPO derived from searching-time data, together with estimates of the biomass of all fish obtained from the cohort analyses (adjusted so that the mean is the same as that for the searching method).

**FIGURA 32.** Indices de abundancia del aleta amarilla en el OPO derivados de datos de tiempo de búsqueda, junto con estimaciones de la biomasa de todos los peces obtenido de los análisis de cohortes (ajustadas para que el promedio coincida con el del método de tiempo de búsqueda).

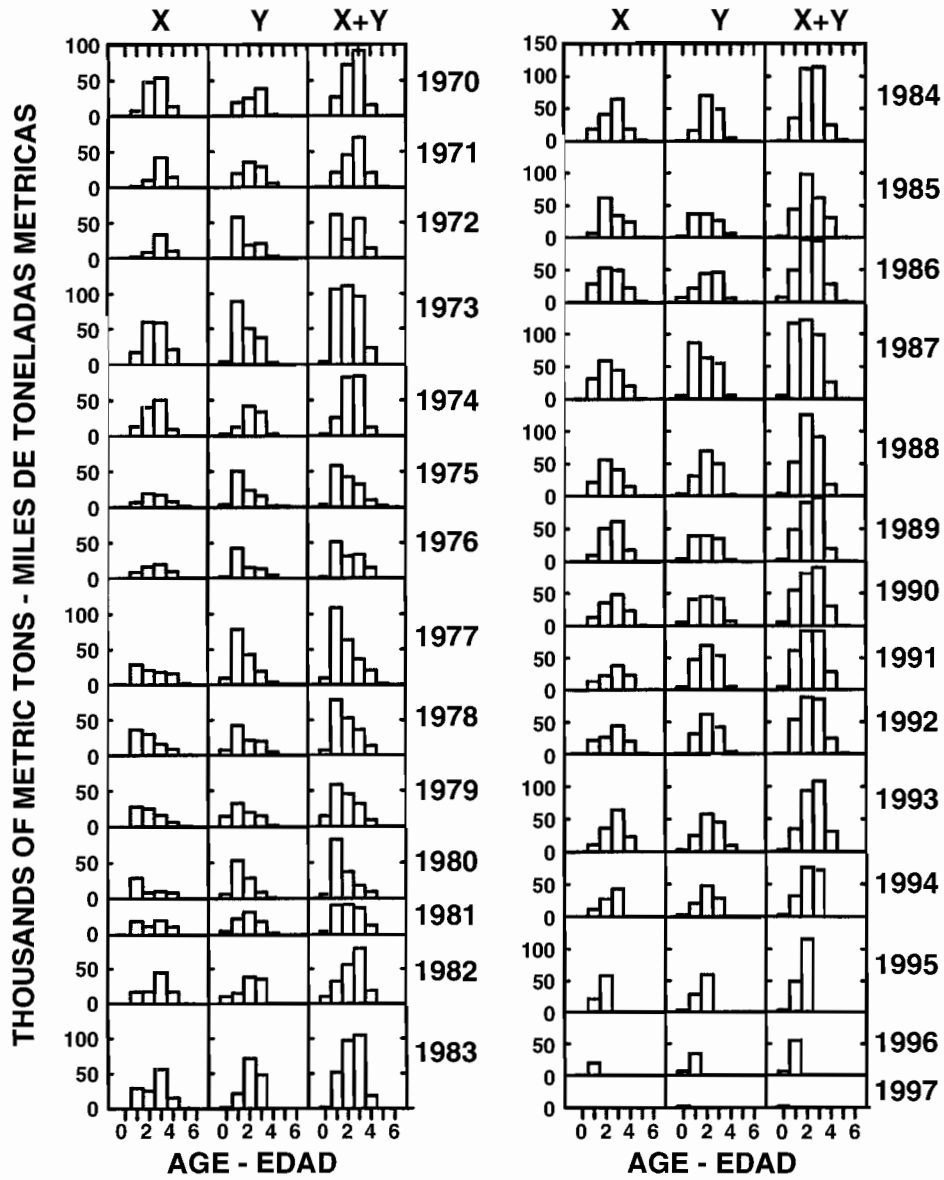


**FIGURE 33.** Indices of recruitment of yellowfin in the EPO, with the average indices for 1967-1975, 1976-1984, and 1985-1997.

**FIGURA 33.** Indices de reclutamiento del aleta amarilla en el OPO, con los índices medios de 1967-1975, 1976-1984, y 1985-1997.

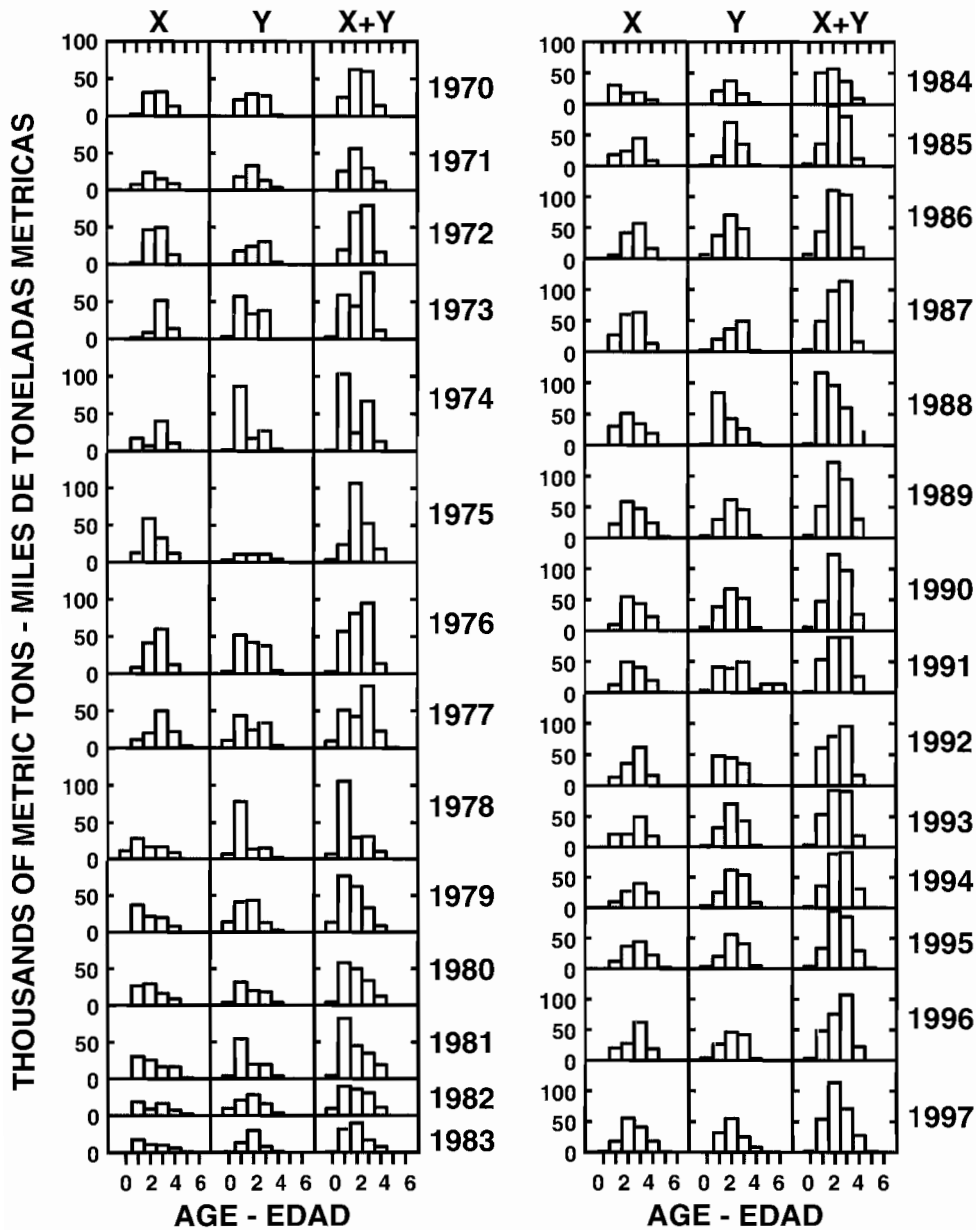


**FIGURE 34.** Estimates of the annual average biomasses, by age group, of yellowfin in the EPO.  
**FIGURA 34.** Estimaciones de la biomasa anual media del aleta amarilla en el OPO, por grupo de edad.



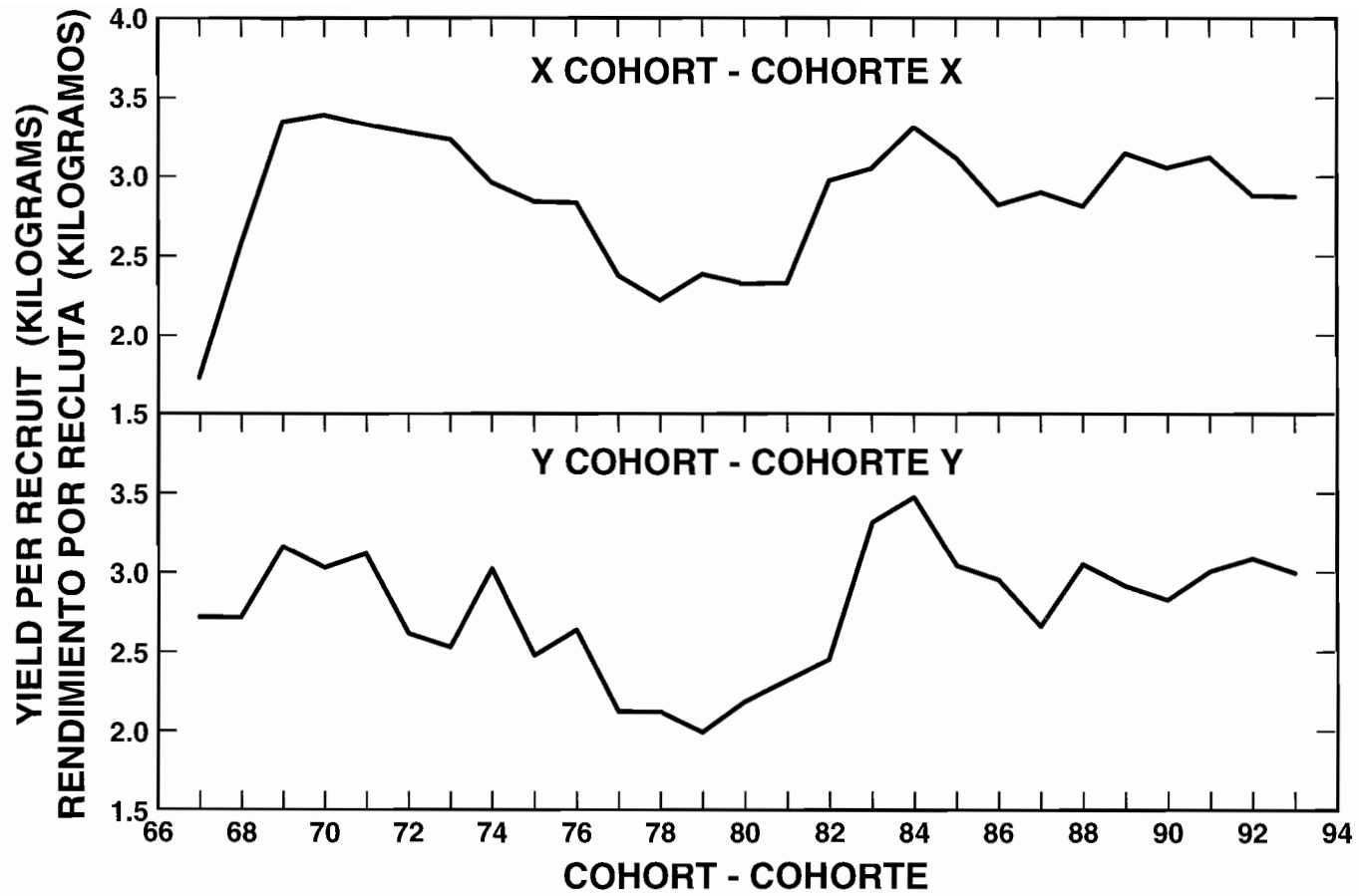
**FIGURE 35.** Estimated catches of yellowfin of the 1969 through 1997 cohorts at ages 0 through 6, by X and Y groups, in the EPO.

**FIGURA 35.** Capturas estimadas de aletas amarillas de 0 a 6 años de edad de las cohortes de 1969 a 1997, por grupos X e Y, en el OPO.

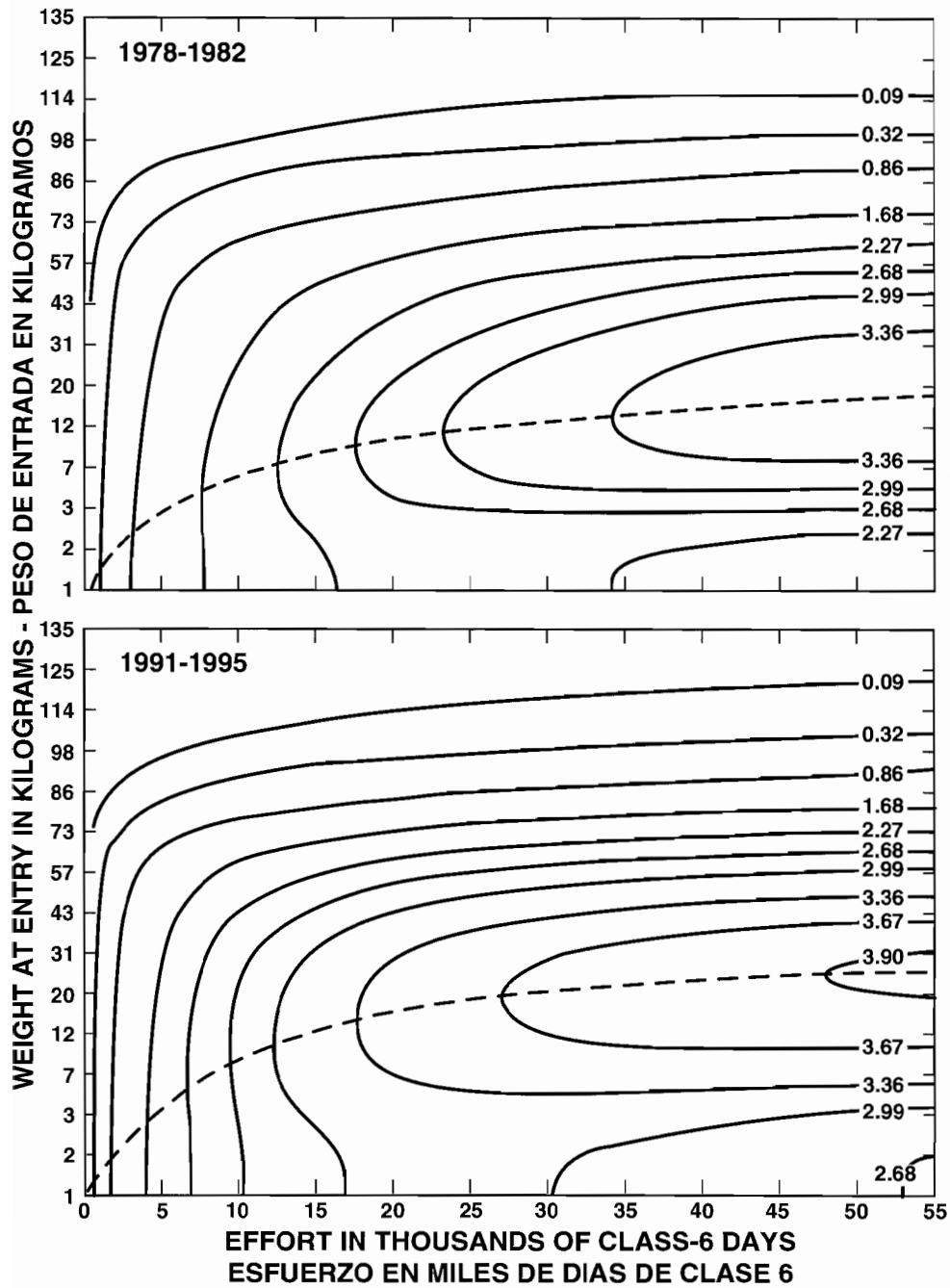


**FIGURE 36.** Estimated catches of yellowfin of ages 0 through 6 during 1969 through 1997, by X and Y cohorts, in the EPO.

**FIGURA 36.** Capturas estimadas de aletas amarillas de 0 a 6 años de edad entre 1969 y 1997, por cohortes X e Y, en el OPO.



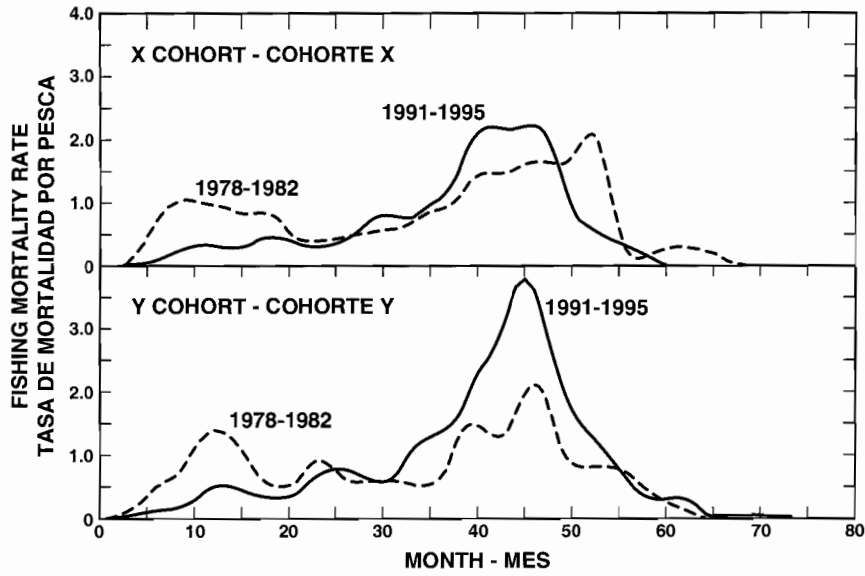
**FIGURE 37.** Yields per recruit of yellowfin of the X and Y cohorts in the EPO.  
**FIGURA 37.** Rendimientos por recluta de aletas amarillas de las cohortes X e Y en el OPO.



**FIGURE 38.** Relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit for yellowfin in the EPO for two different patterns of age-specific fishing mortality.

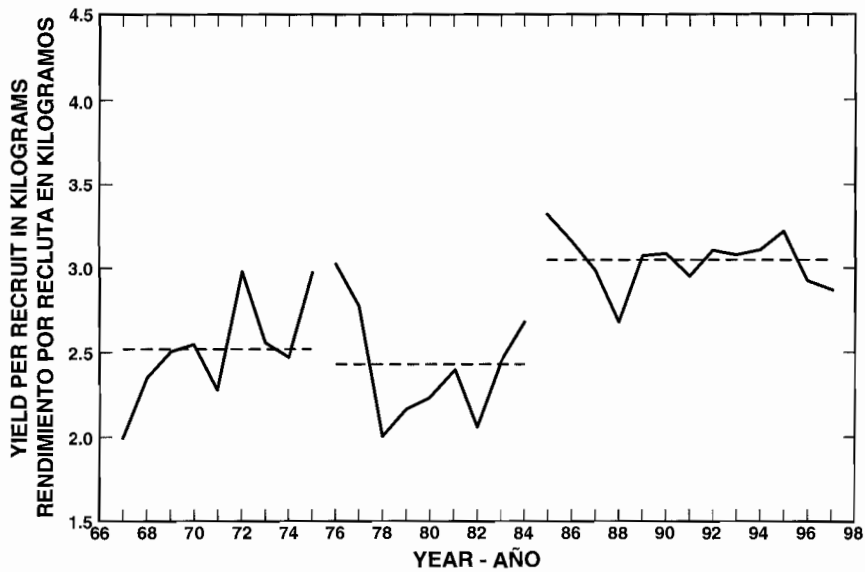
**FIGURA 38.** Relación entre tamaño de ingreso, esfuerzo de pesca, y rendimiento por recluta del aleta amarilla en el OPO, correspondiente a dos patrones diferentes de mortalidad por pesca por edad.





**FIGURE 39.** Smoothed age-specific annual fishing mortality rates of X- and Y-cohort yellowfin in the EPO during the 1978-1982 and 1991-1995 periods.

**FIGURA 39.** Tasas anuales suavizadas de mortalidad por pesca por edad de aletas amarillas de las cohortes X e Y en el OPO en los periodos de 1978-1982 y 1991-1995.



**FIGURE 40.** Yields per recruit of yellowfin in the EPO during the 1967-1975, 1976-1984, and 1985-1997 periods.

**FIGURA 40.** Rendimientos por recluta del aleta amarilla en el OPO durante los periodos de 1967-1975, 1976-1984, y 1985-1997.

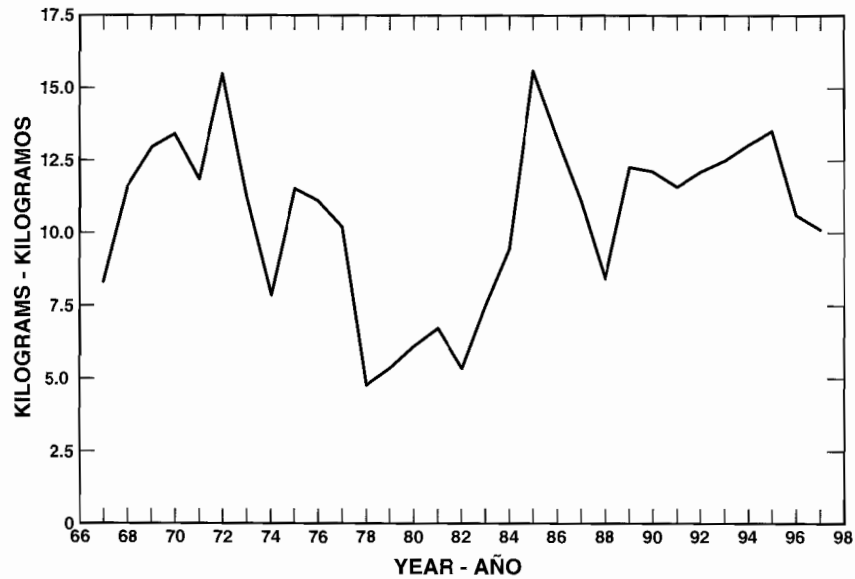


FIGURE 41. Average weights of yellowfin caught in the EPO.  
 FIGURA 41. Peso promedio de aletas amarillas capturados en el OPO.

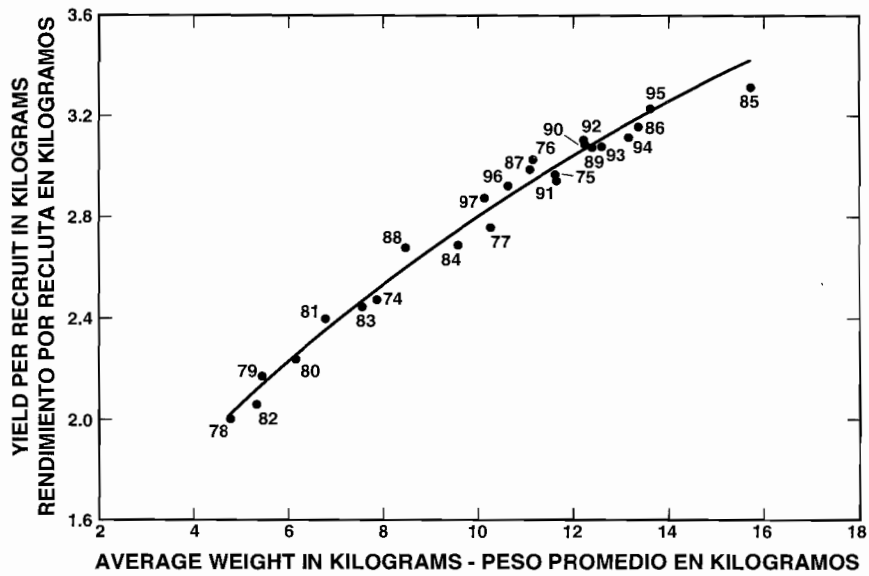
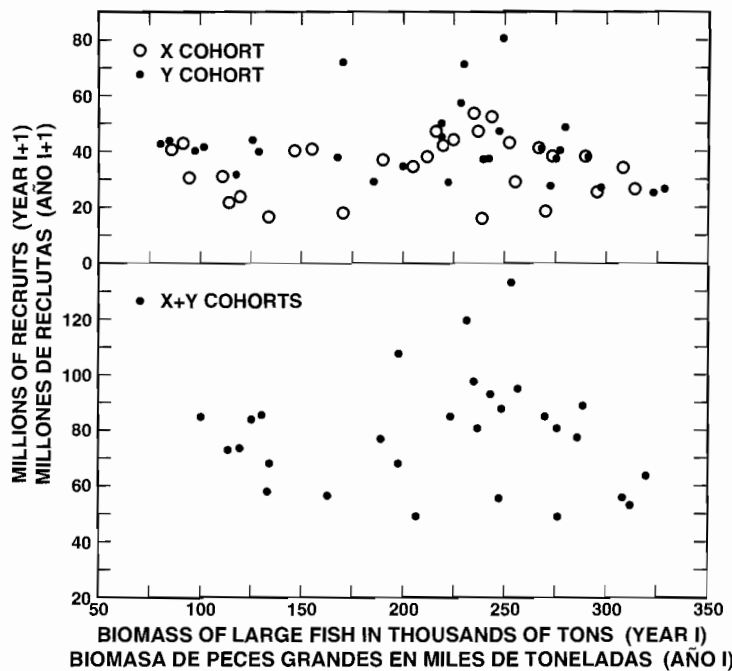
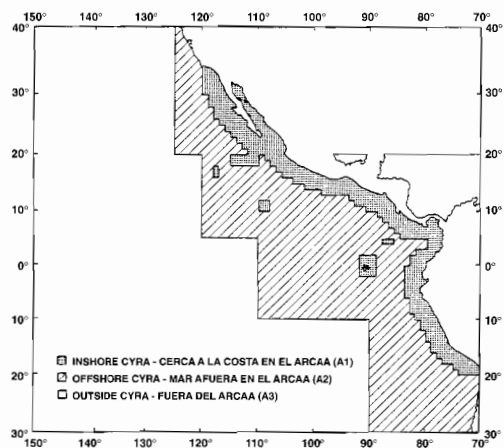


FIGURE 42. Relationship between yield per recruit and average weight at capture for yellowfin in the EPO.  
 FIGURA 42. Relación entre el rendimiento por recluta y el peso medio de captura de aleta amarilla en el OPO.



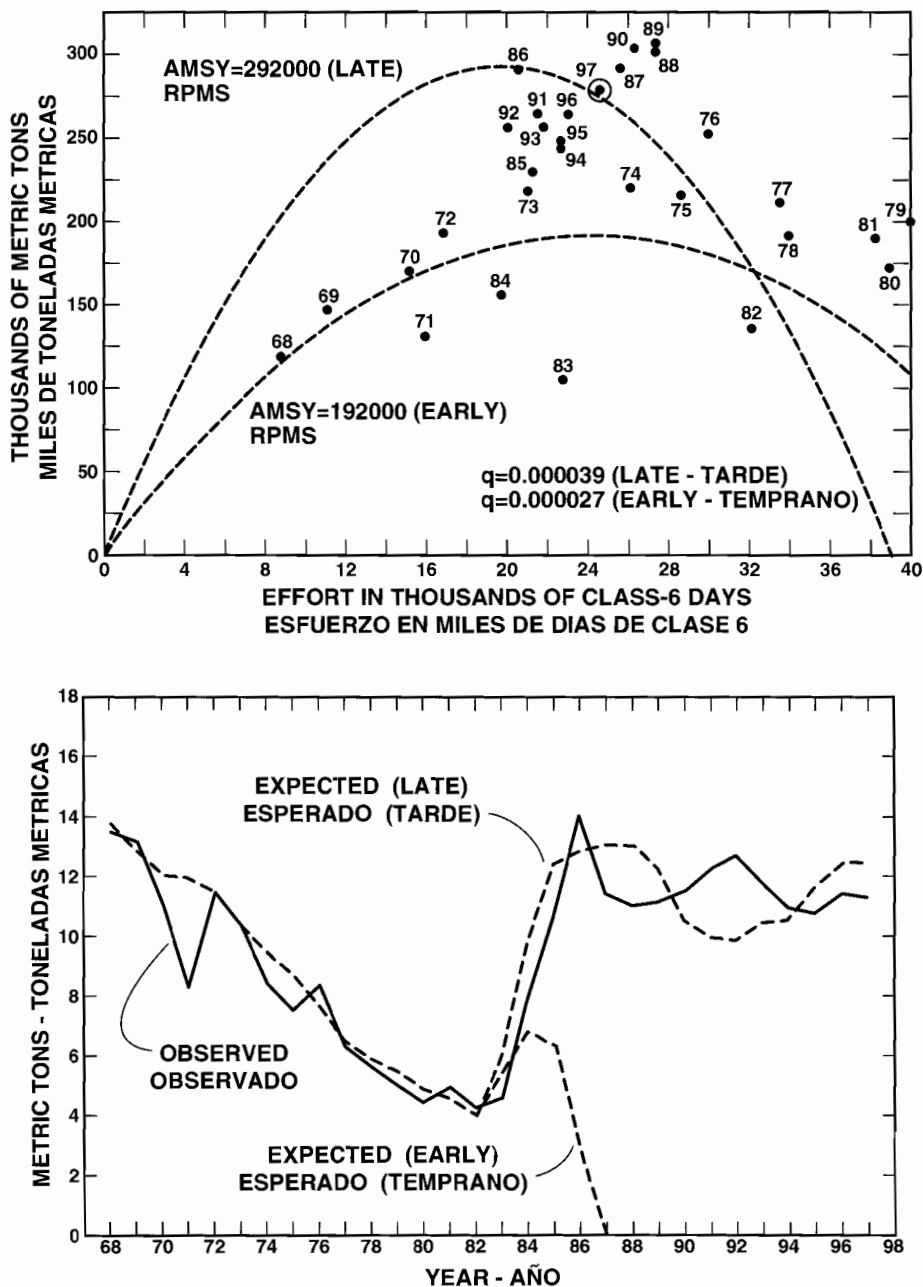
**FIGURE 43.** Relationships between stock and recruitment for yellowfin in the EPO for 1967 through 1997.

**FIGURA 43.** Relación entre stock y reclutamiento para el aleta amarilla en el OPO entre 1967 y 1997.



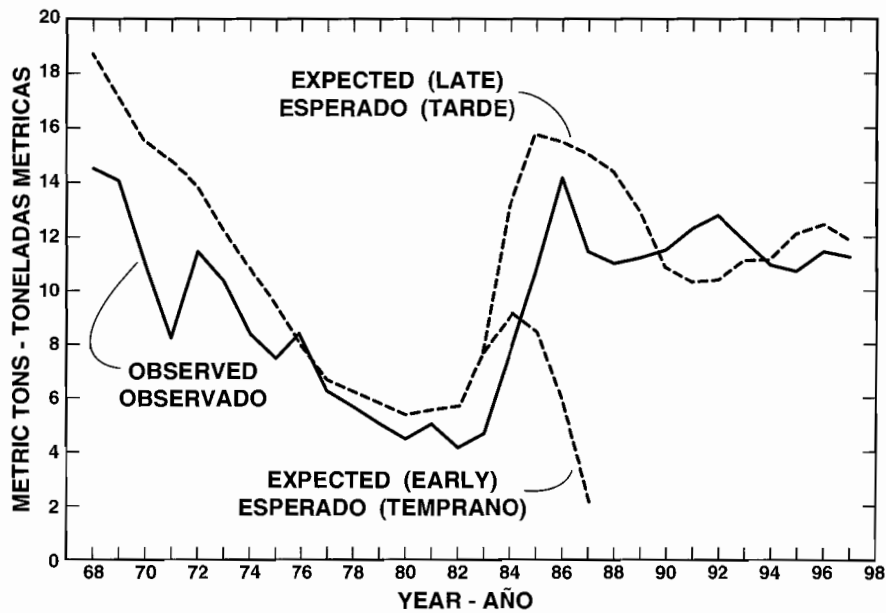
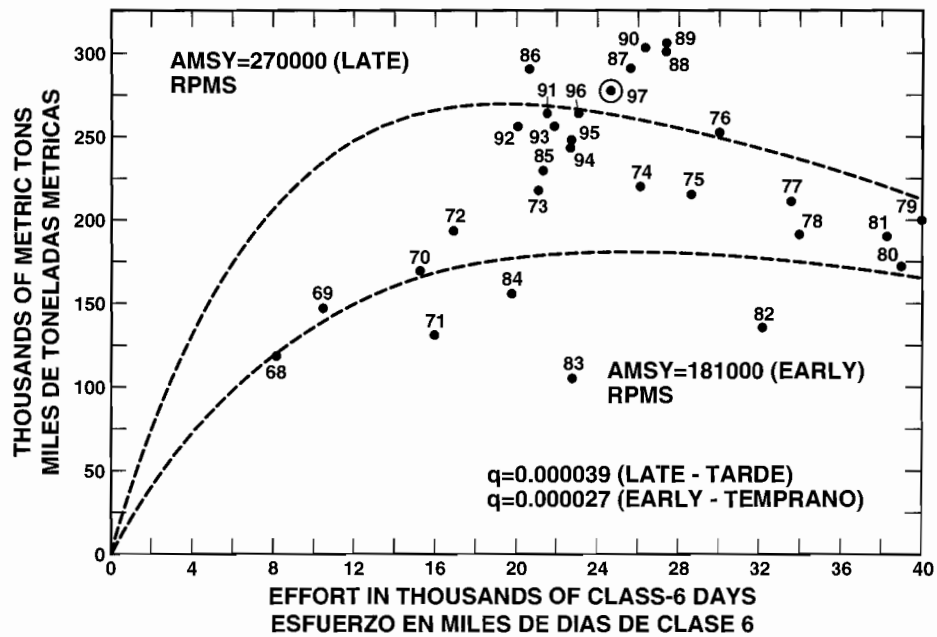
**FIGURE 44.** The EPO, showing the historical areas of the fishery for yellowfin, A1, the more recently fished areas within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), A2, and the area outside the CYRA, A3.

**FIGURA 44.** El OPO. Se indican las zonas históricas de pesca de aleta amarilla (A1), las zonas de pesca más recientes en el Area Reglamentaria de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA) (A2), y la zona fuera del ARCAA (exterior) (A3).



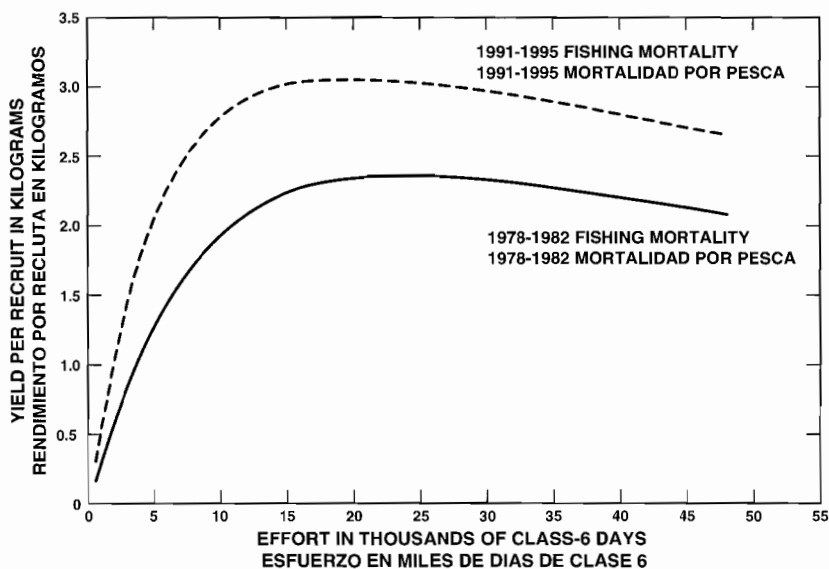
**FIGURE 45.** Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery in the EPO during 1968-1997, for the logistic (symmetrical) model with  $m$  set at 2.0 (upper panel), and observed and predicted values of the CPDF (lower panel).

**FIGURA 45.** Relación entre esfuerzo y captura en la pesquería de aleta amarilla en el OPO durante 1968-1997, según el modelo logístico (simétrico) con  $m$  fijado en 2,0 (recuadro superior), y valores de CPDP observados y predichos (recuadro inferior).



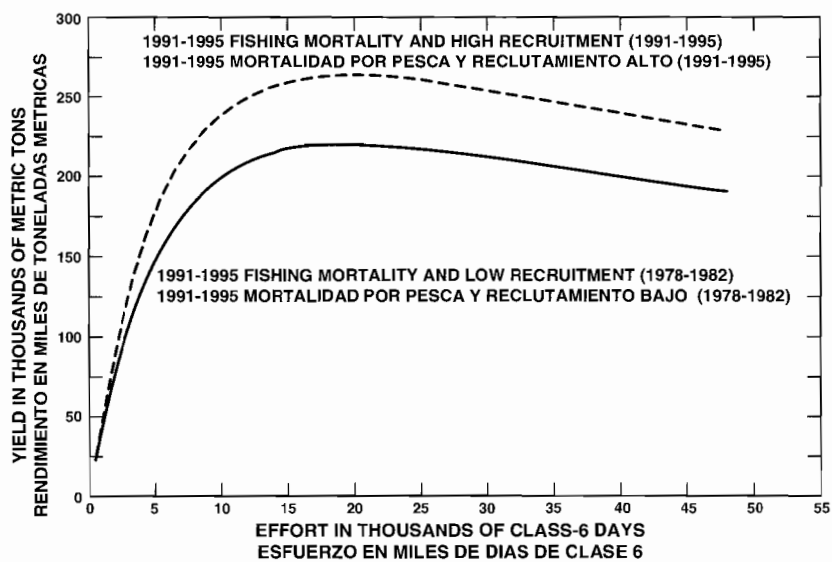
**FIGURE 46.** Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery in the EPO during 1968-1997, for the generalized stock production (asymmetrical) model with  $m$  set at 0.8 (upper panel), and observed and predicted values of CPDP (lower panel).

**FIGURA 46.** Relación entre esfuerzo y captura en la pesquería de aleta amarilla en el OPO durante 1968-1997, según el modelo generalizado de producción del stock (asimétrico) con  $m$  fijado en 0,8 (recuadro superior), y valores de CPDP observados y predichos (recuadro inferior).



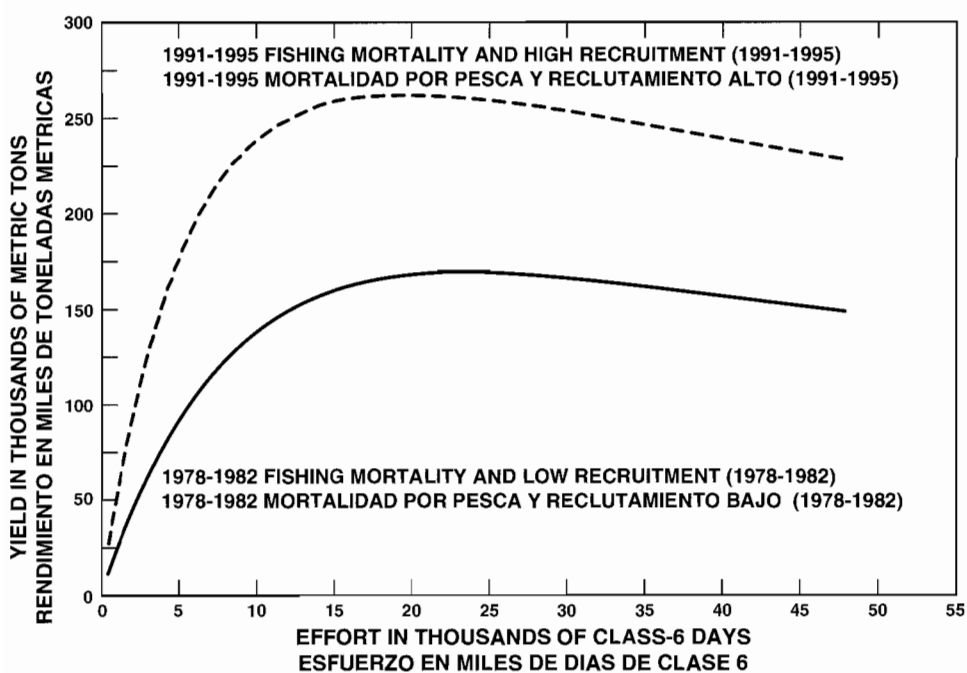
**FIGURE 47.** Yields per recruit of yellowfin in the EPO for age-specific mortality rates of 1978-1982 and 1991-1995.

**FIGURA 47.** Rendimientos por recluta de aleta amarilla en el OPO correspondientes a las tasas de mortalidad por edad de 1978-1982 y 1991-1995.

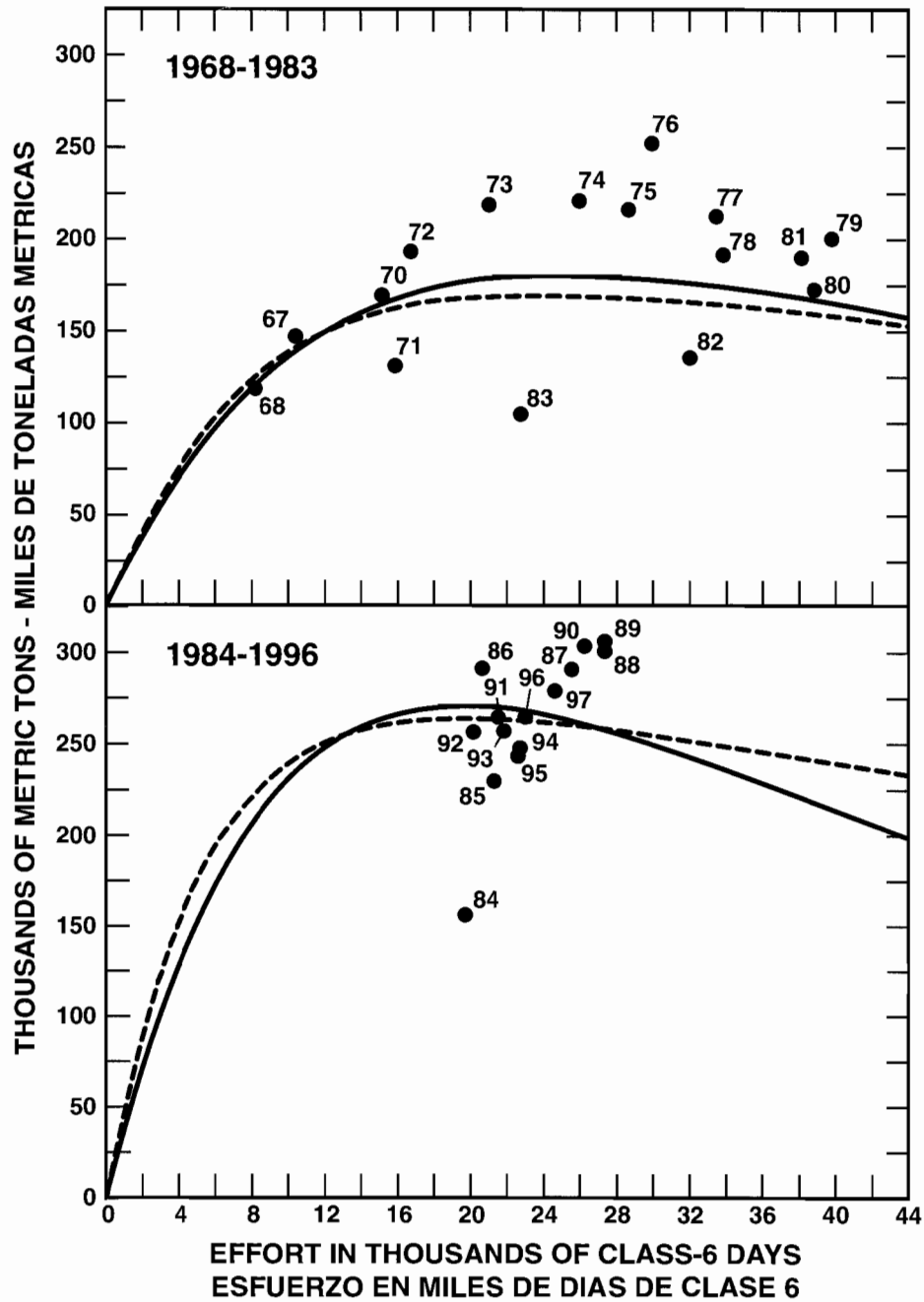


**FIGURE 48.** Yields of yellowfin in the EPO for high and low recruitments and age-specific fishing mortality similar to that of 1991-1995.

**FIGURA 48.** Rendimientos de aleta amarilla en el OPO correspondientes a reclutamientos elevados y bajos, y mortalidad por pesca por edad similar a aquélla del período de 1991-1995.

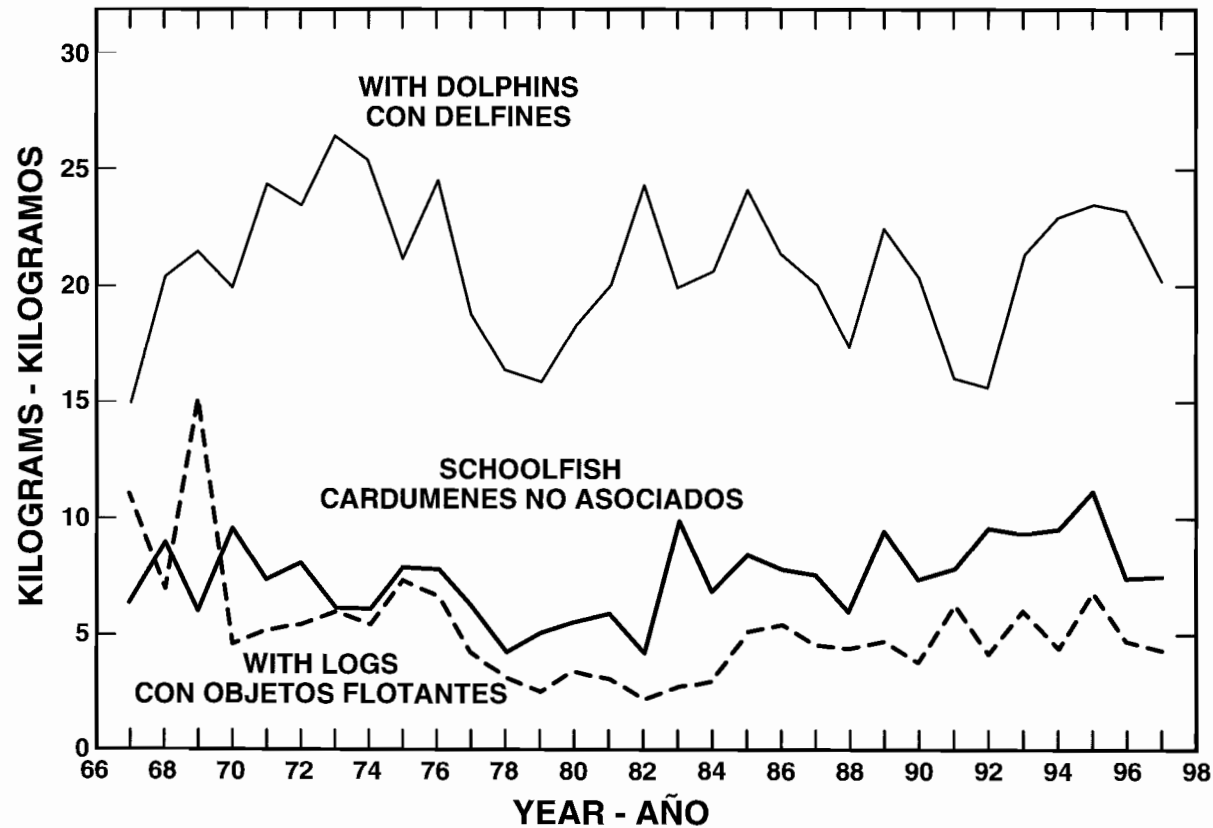


**FIGURE 49.** Yields of yellowfin in the EPO for low recruitment and age-specific fishing mortality similar to that of 1978-1982 and for high recruitment and age-specific mortality similar to that of 1991-1995.  
**FIGURA 49.** Rendimientos de aleta amarilla en el OPO correspondientes al reclutamiento normal y mortalidad por pesca por edad similar a aquella de 1978-1982, y al reclutamiento elevado y mortalidad por edad e similar a aquella de 1991-1995.

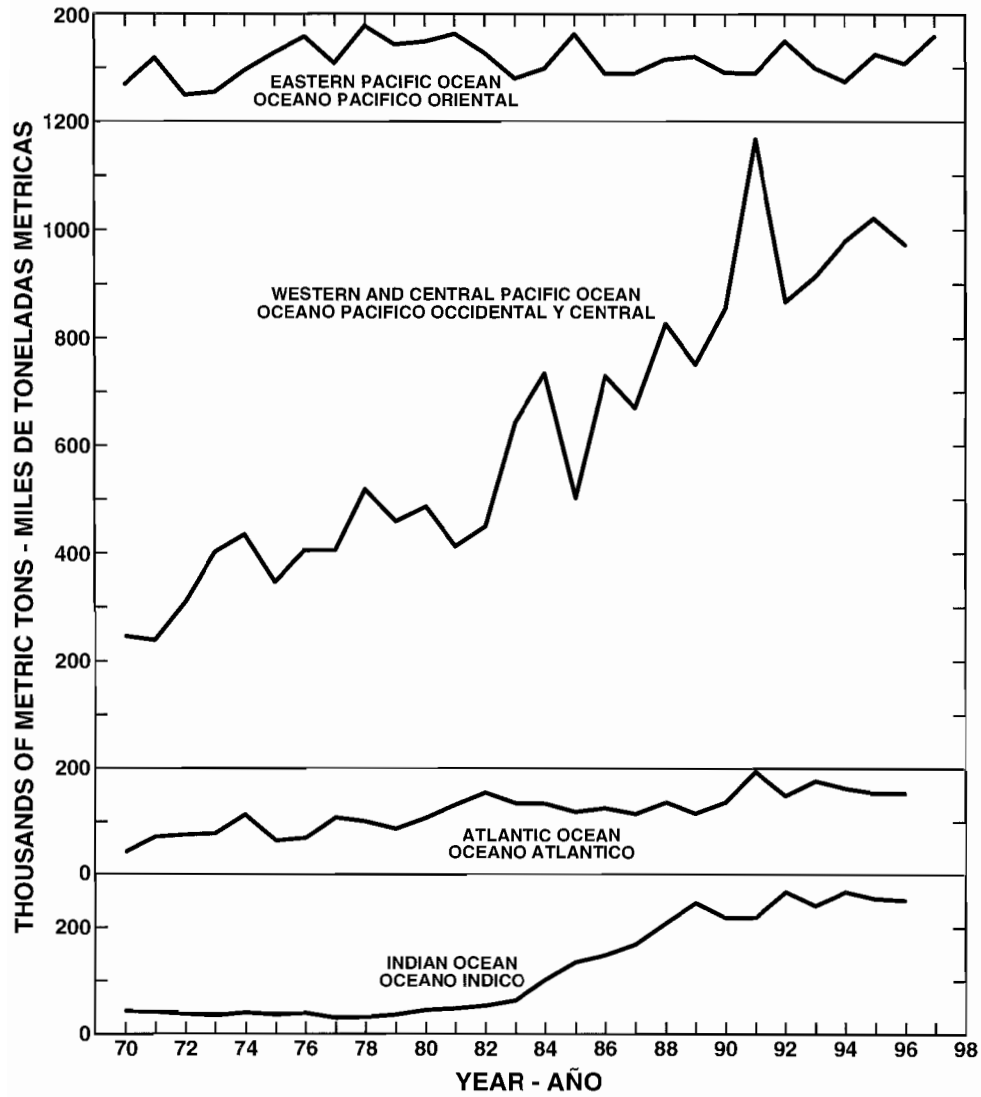


**FIGURE 50.** Yields of yellowfin in the EPO corresponding to conditions during the 1968-1983 and 1984-1997 periods estimated from YPR (dashed curves) and production models (solid curves).  
**FIGURA 50.** Rendimientos de aleta amarilla en el OPO correspondientes a las condiciones en los periodos de 1968-1983 y 1984-1997 estimados con los modelos de RPR (curvas líneas cortadas) y producción (curvas sólidas).





**FIGURE 51.** Average weights of dolphin-associated yellowfin, log-associated yellowfin, and “schoolfish” (yellowfin associated only with other fish) in the EPO.  
**FIGURA 51.** Peso promedio de aletas amarillas asociados con delfines, con objetos flotantes, y no asociados (asociados solamente con otros peces) en el OPO.



**FIGURE 52.** Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean (EPO), western and central Pacific Ocean, Atlantic Ocean, and Indian Ocean. The data for 1970-1996 were obtained from FAO, and those for 1997 from Table 3.

**FIGURA 52.** Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental (OPO), Pacífico occidental y central, y Océanos Atlántico e Índico. Los datos de 1970-1996 provienen de la FAO, y los de 1997 de la Tabla 3.

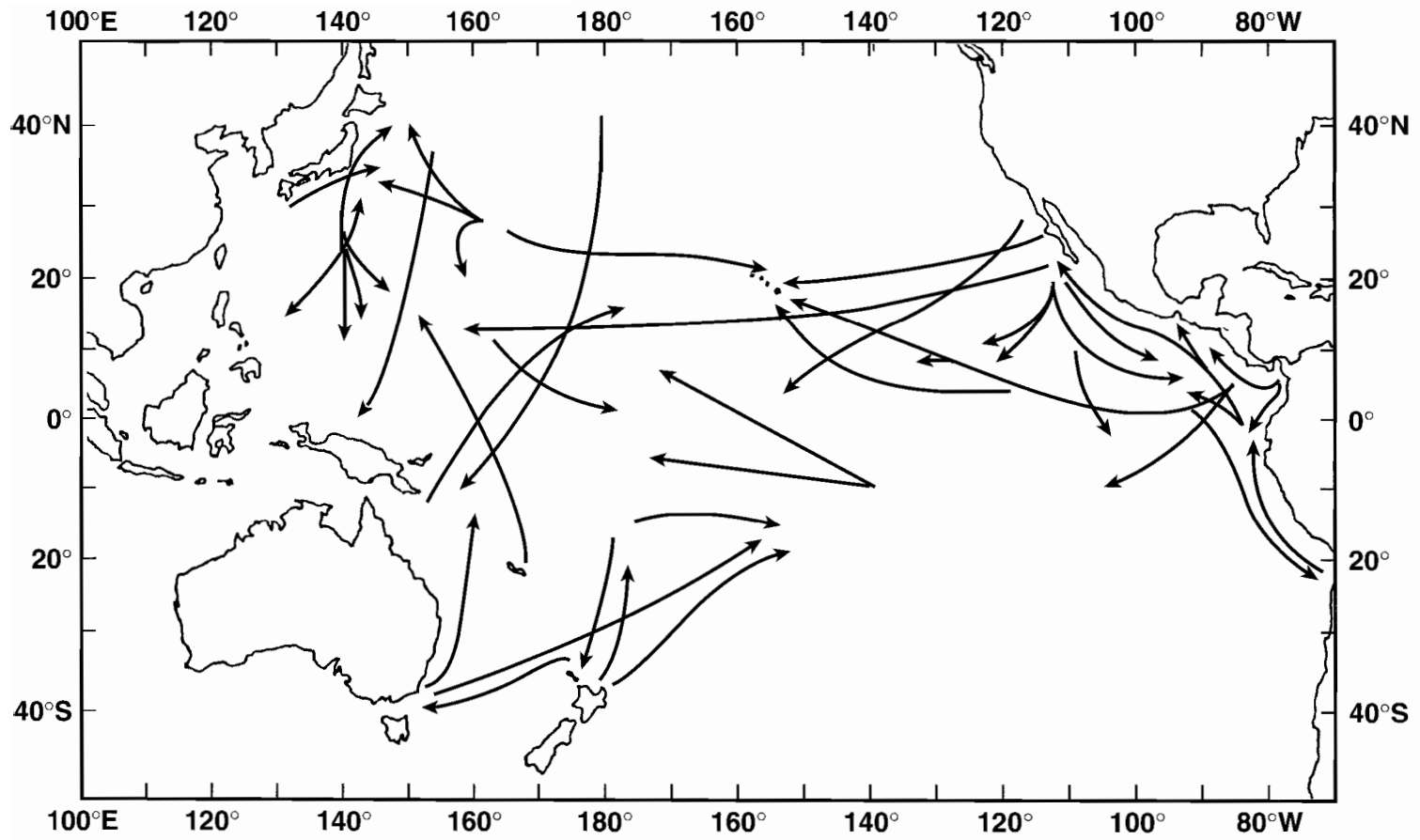
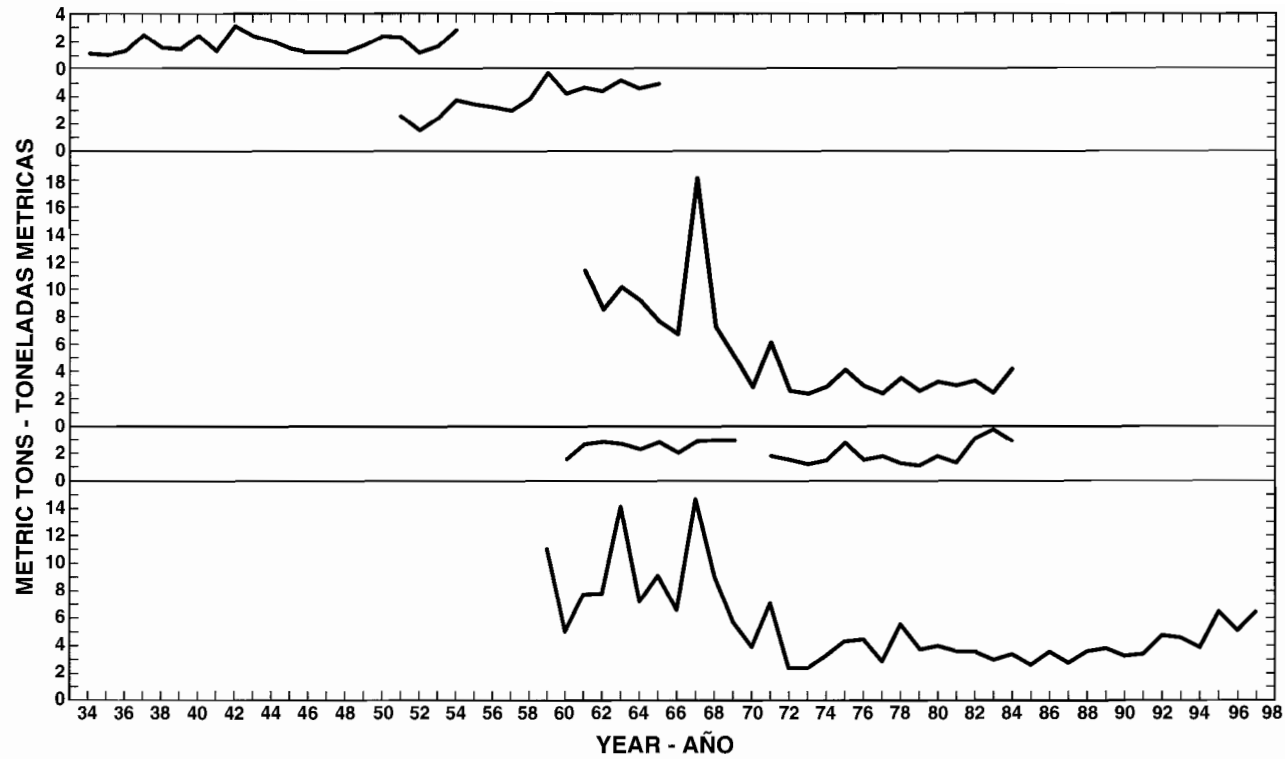


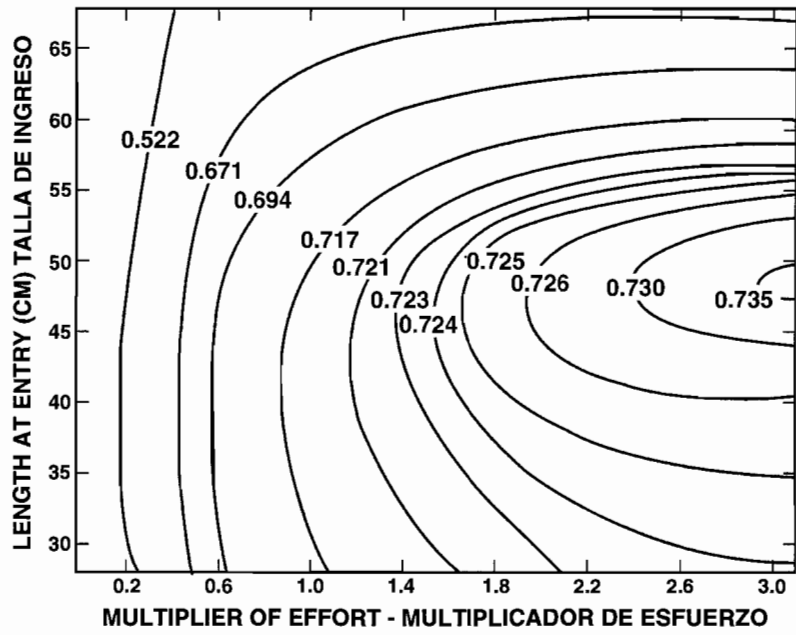
FIGURE 53. Some long-distance movements which have been recorded for tagged skipjack in the Pacific Ocean.

FIGURA 53. Algunas migraciones a larga distancia registradas para barriletes marcados en el Océano Pacífico.



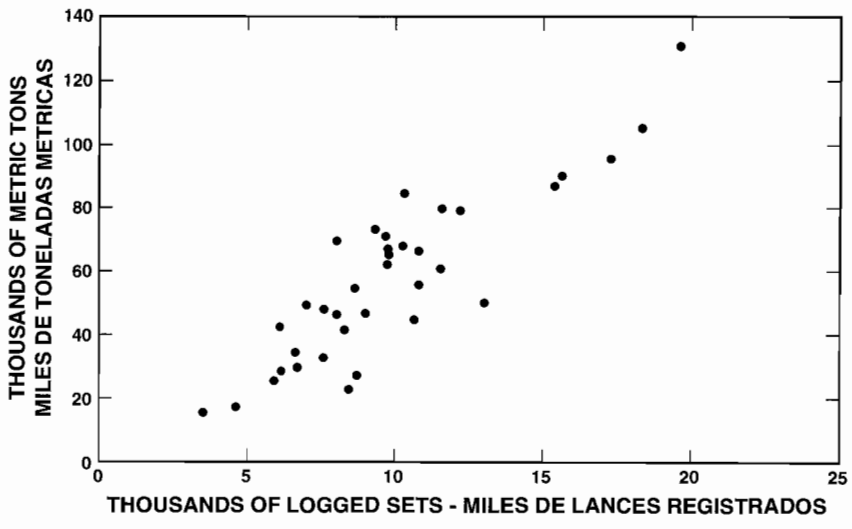
**FIGURE 54.** Indices of abundance of skipjack in the EPO. The sources of the data are as follows: top panel, IATTC Bulletin, Vol. 1, No. 7, Table 20; second panel, IATTC Bulletin, Vol. 13, No. 1, Table 7; third panel, IATTC Bulletin, Vol. 19, No. 6, Table 10; fourth panel, IATTC Bulletin, Vol. 19, No. 6, Table 29; fifth panel, unpublished (equivalent to IATTC Annual Report for 1994, Figure 10, bottom panel).

**FIGURA 54.** Indices de abundancia del barrilete en el OPO. Las fuentes de los datos son: recuadro superior, Boletín de la CIAT, Vol. 1, N° 7, Tabla 20; segundo recuadro, Boletín de la CIAT, Vol. 13, N° 1, Tabla 7; tercer recuadro, Boletín de la CIAT, Vol. 19, N° 6, Tabla 10; cuarto recuadro, Boletín de la CIAT, Vol. 19, N° 6, Tabla 29; quinto recuadro, inédito (equivalente al Informe Anual de la CIAT de 1994, Figura 10, recuadro inferior).



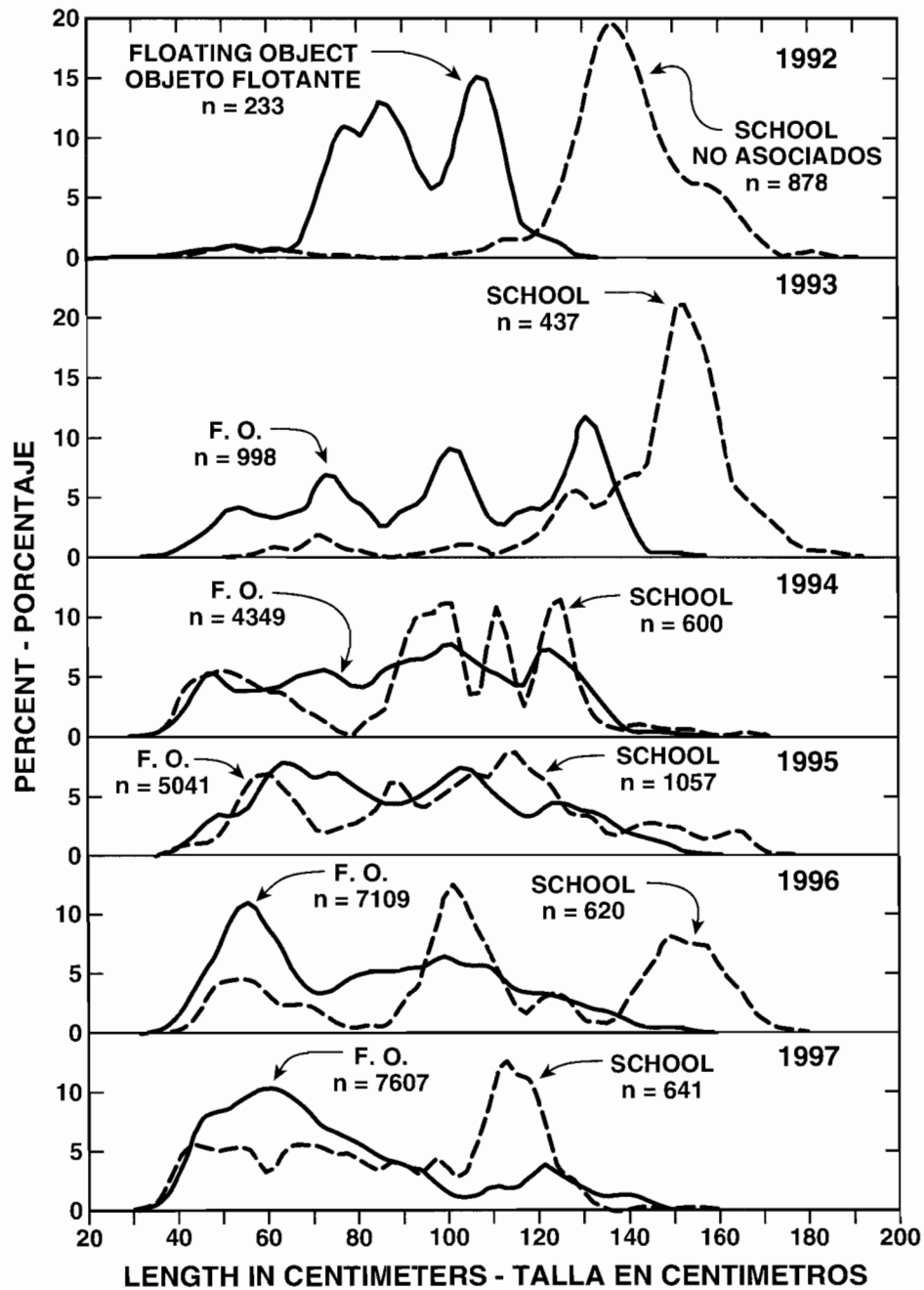
**FIGURE 55.** Yields per recruit, in kilograms, for skipjack in the EPO with various combinations of fishing effort and length at entry into the fishery.

**FIGURA 55.** Rendimientos por recluta, en kilogramos, de barrilete en el OPO con varias combinaciones de esfuerzo de pesca y longitud de ingreso a la pesquería.



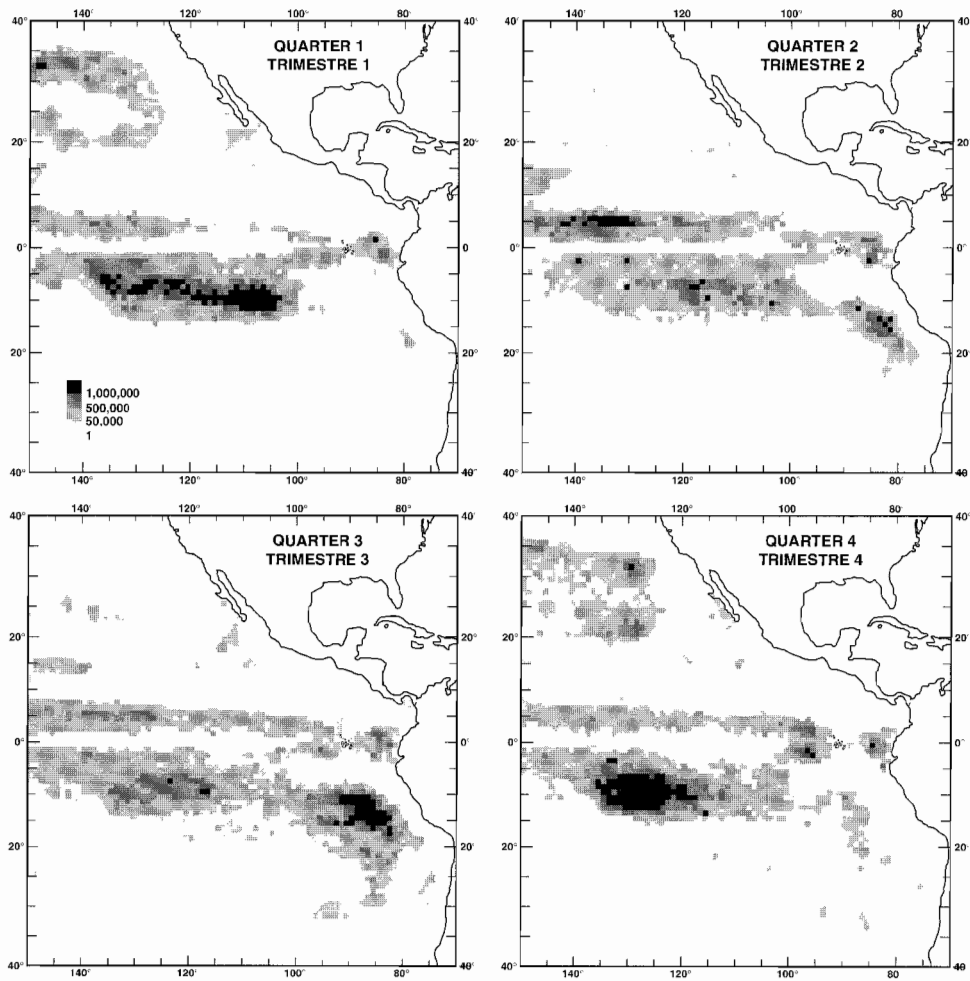
**FIGURE 56.** Logged catches of skipjack in the EPO in sets on tunas in free-swimming schools and tunas associated with floating objects, and numbers of logged sets on those types of schools.

**FIGURA 56.** Capturas registradas de barrilete en el OPO en lances sobre cardúmenes de atunes no asociados y asociados con objetos flotantes, y el número de lances registrado sobre esos tipos de cardúmenes.



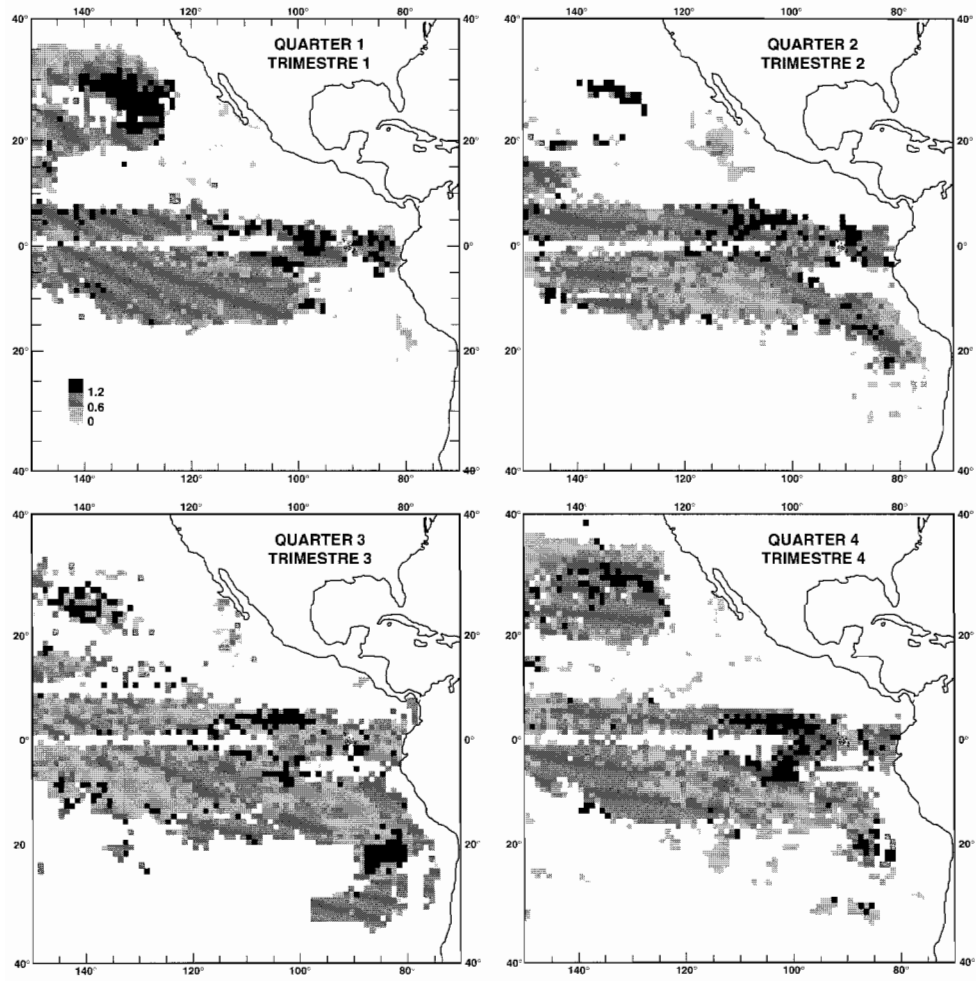
**FIGURE 57.** Length-frequency distributions, in percentages of numbers of fish, for bigeye caught in the EPO in sets made on schools of fish associated with floating objects and sets made on free-swimming schools of fish.

**FIGURA 57.** Distribuciones de las frecuencias de longitud, en porcentajes del número de peces, de patudo capturado en el OPO en lances sobre objetos flotantes y sobre cardúmenes no asociados.



**FIGURE 58.** Quarterly distributions of effort, in numbers of hooks, by Japanese longline vessels in the EPO during 1988-1992.

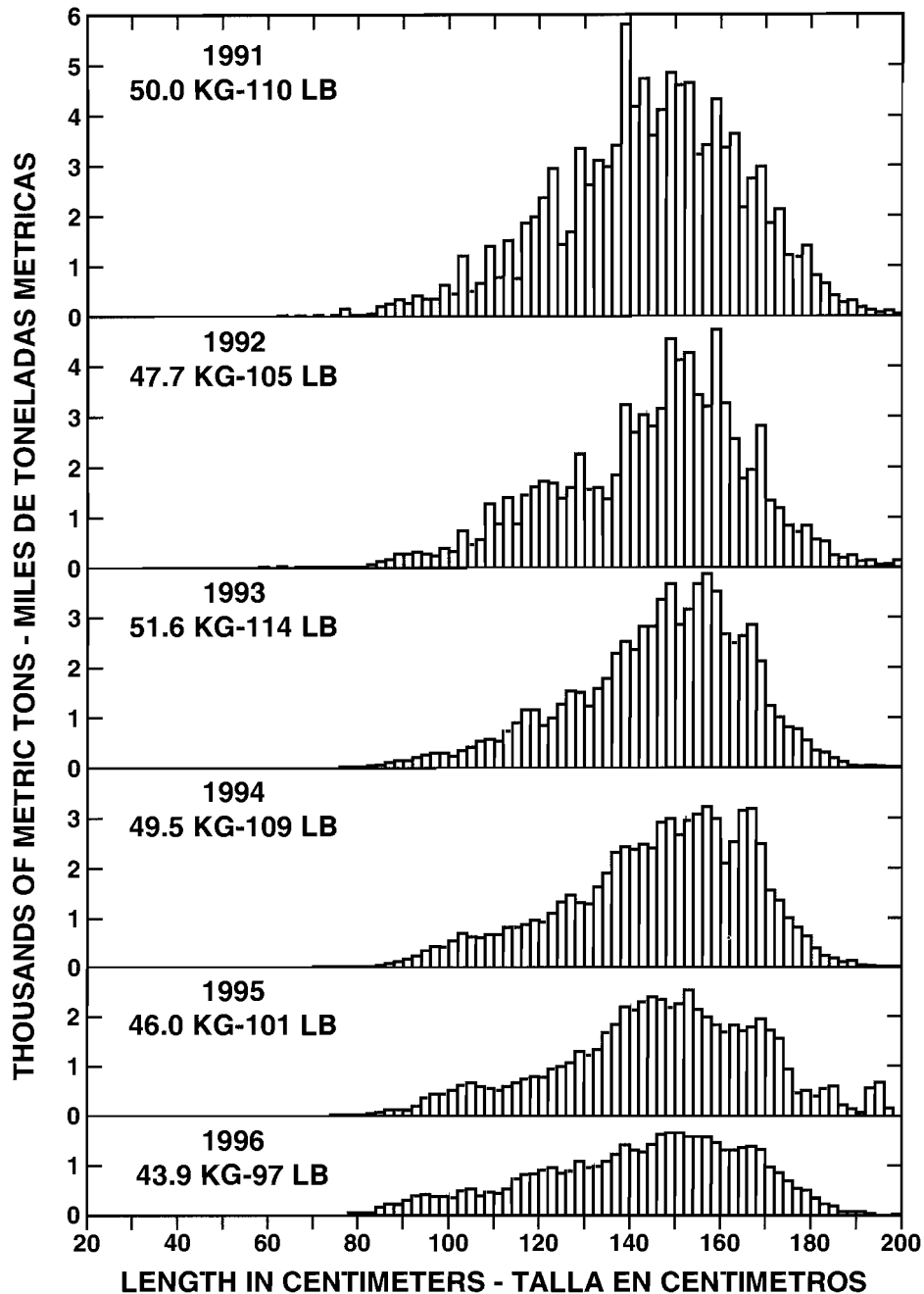
**FIGURA 58.** Distribuciones trimestrales del esfuerzo, en número de anzuelos, de barcos palangreros japoneses en el OPO durante 1988-1992.



**FIGURE 59.** Quarterly distributions of average catches per unit of effort (CPUEs) of bigeye, in numbers of fish per hundred hooks, by Japanese longline vessels in the EPO during 1988-1992.

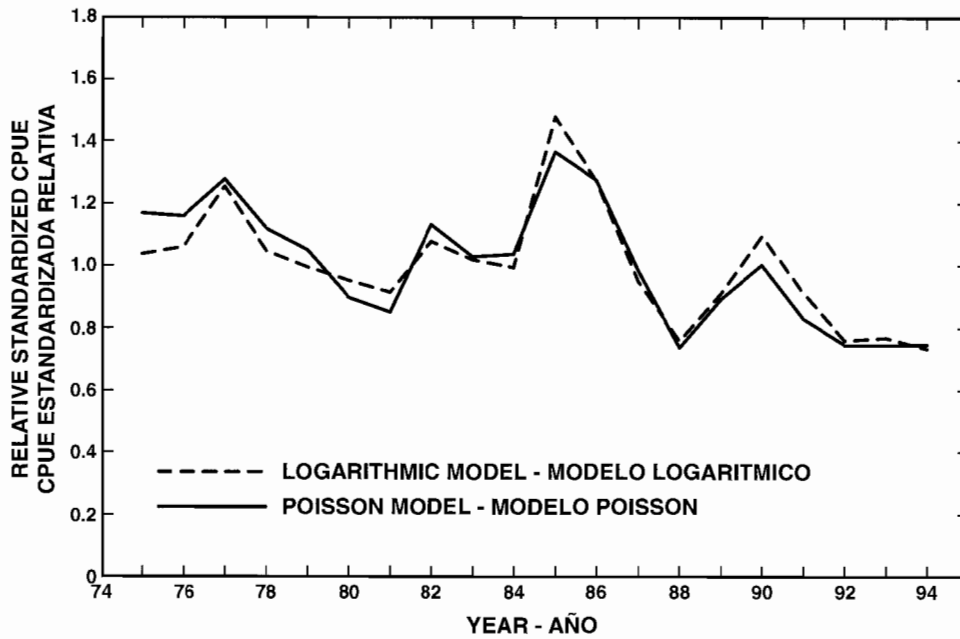
**FIGURA 59.** Distribuciones trimestrales de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) medias de patudo, en número de pescados por cien anzuelos, de barcos palangreros japoneses en el OPO en 1988-1992.





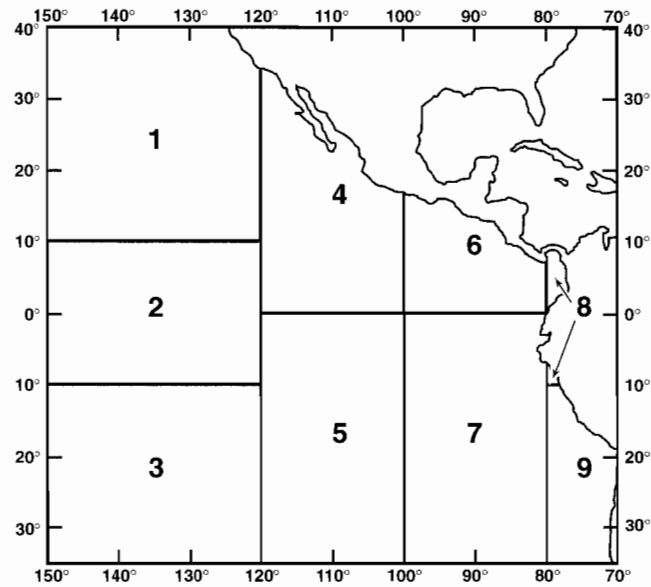
**FIGURE 60.** Length-frequency distributions of bigeye caught by Japanese longline vessels in the EPO. The values in the upper left corners of the panels are the average weights.

**FIGURA 60.** Distribuciones de la frecuencia de longitud de patudo capturado por barcos palangreros japoneses en el OPO. El valor en la esquina superior izquierda de cada recuadro representa el peso promedio.



**FIGURE 61.** Estimates of standardized CPUEs of bigeye in the EPO.

**FIGURA 61.** Estimaciones de las CPUE estandarizadas de patudo en el OPO.



**FIGURE 62.** Areas used for stratification of catches and length frequencies of longline-caught bigeye in the EPO.

**FIGURA 62.** Areas usadas para la estratificación de las capturas y frecuencias de longitud de patudo capturado con palangre en el OPO.

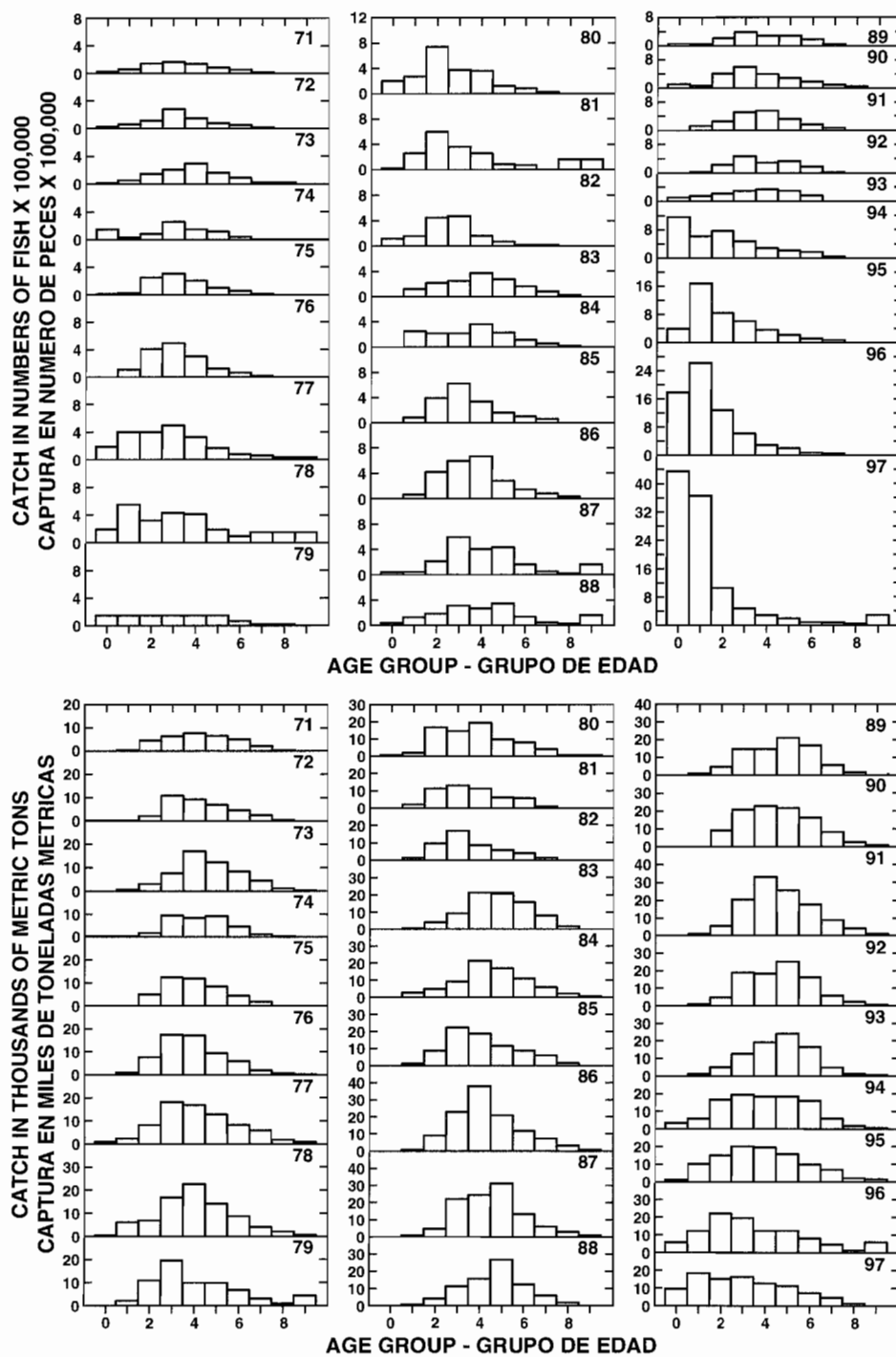
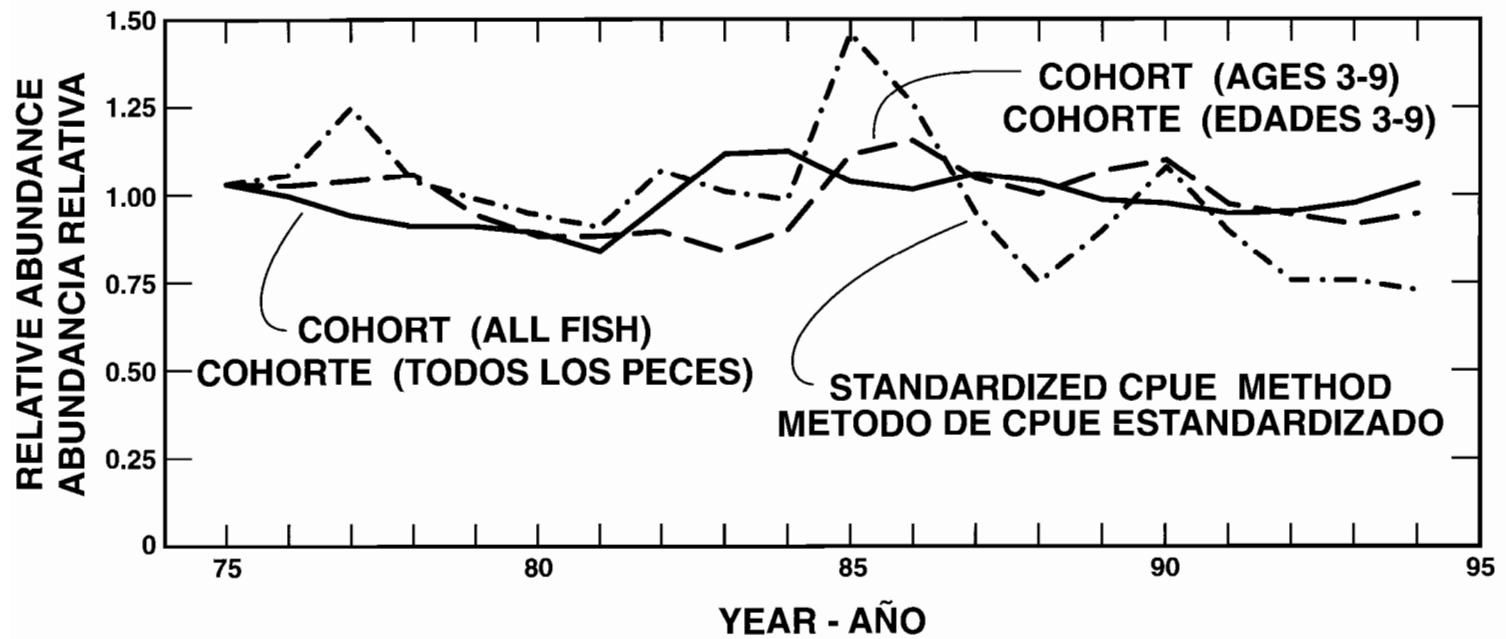
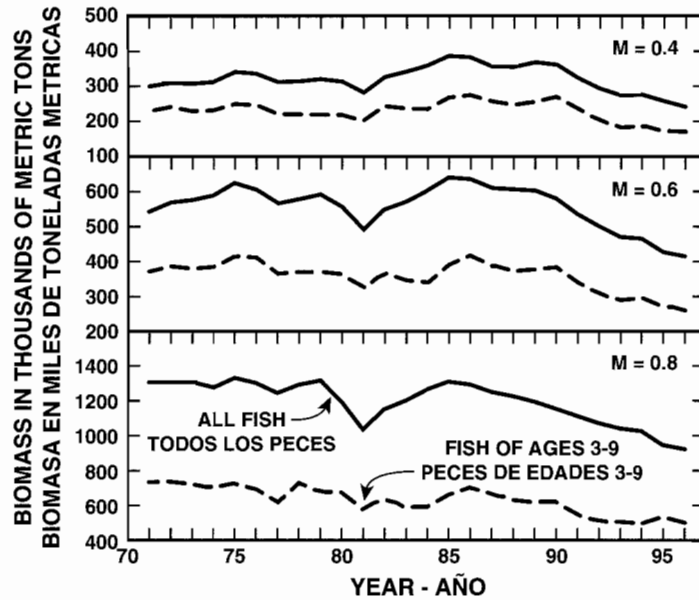


FIGURE 63. Estimated catches of bigeye of ages 0 through 9 in the EPO.  
 FIGURA 63. Capturas estimadas de patudo de 0 a 9 años de edad en el OPO.

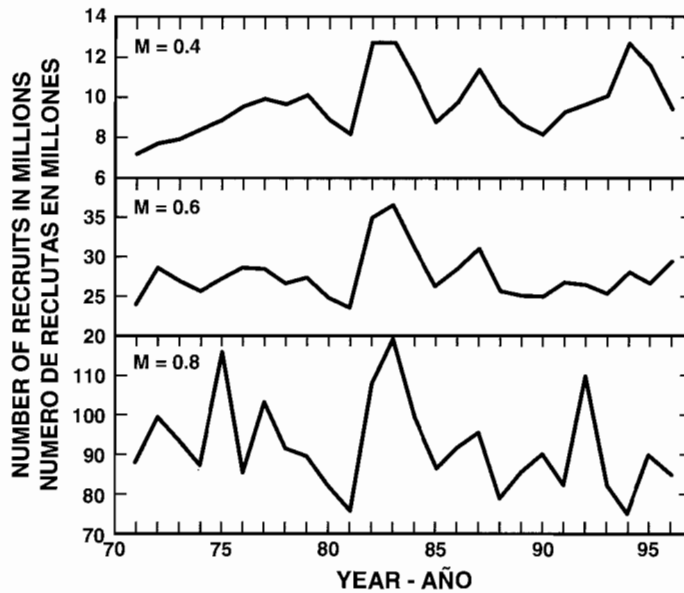


**FIGURE 64.** Comparison of two estimates of the relative abundance of bigeye in the EPO, in numbers of fish, obtained by cohort analyses with  $M = 0.6$ , to data for standardized CPUEs. All three indices were adjusted to averages of 1.0.

**FIGURA 64.** Comparación de dos estimaciones de la abundancia relativa del patudo en el OPO, en número de pescados, obtenido de análisis de cohortes con  $M = 0,6$ , con datos de CPUE estandarizadas. Se ajustaron los tres índices a un promedio de 1,0.



**FIGURE 65.** Estimates, obtained from cohort analyses, of average biomasses of bigeye in the EPO.  
**FIGURA 65.** Estimaciones, obtenidas de análisis de cohortes, de la biomasa media del patudo en el OPO.



**FIGURE 66.** Estimates, obtained from cohort analyses, of recruitment of bigeye, of the X and Y cohorts combined, in the EPO.  
**FIGURA 66.** Estimaciones, obtenidas de análisis de cohortes, del reclutamiento de patudo, de las cohortes X e Y combinadas, en el OPO.

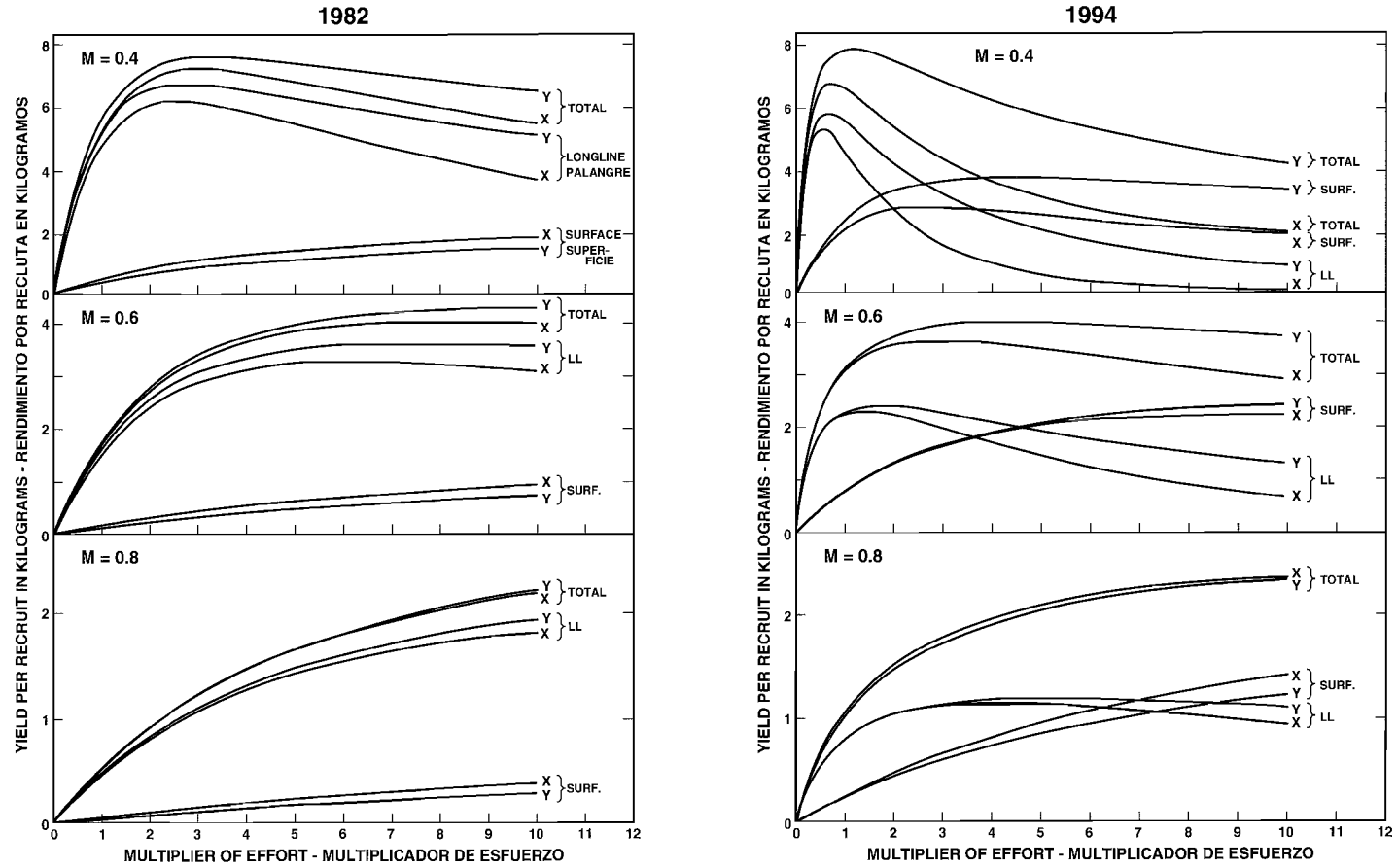
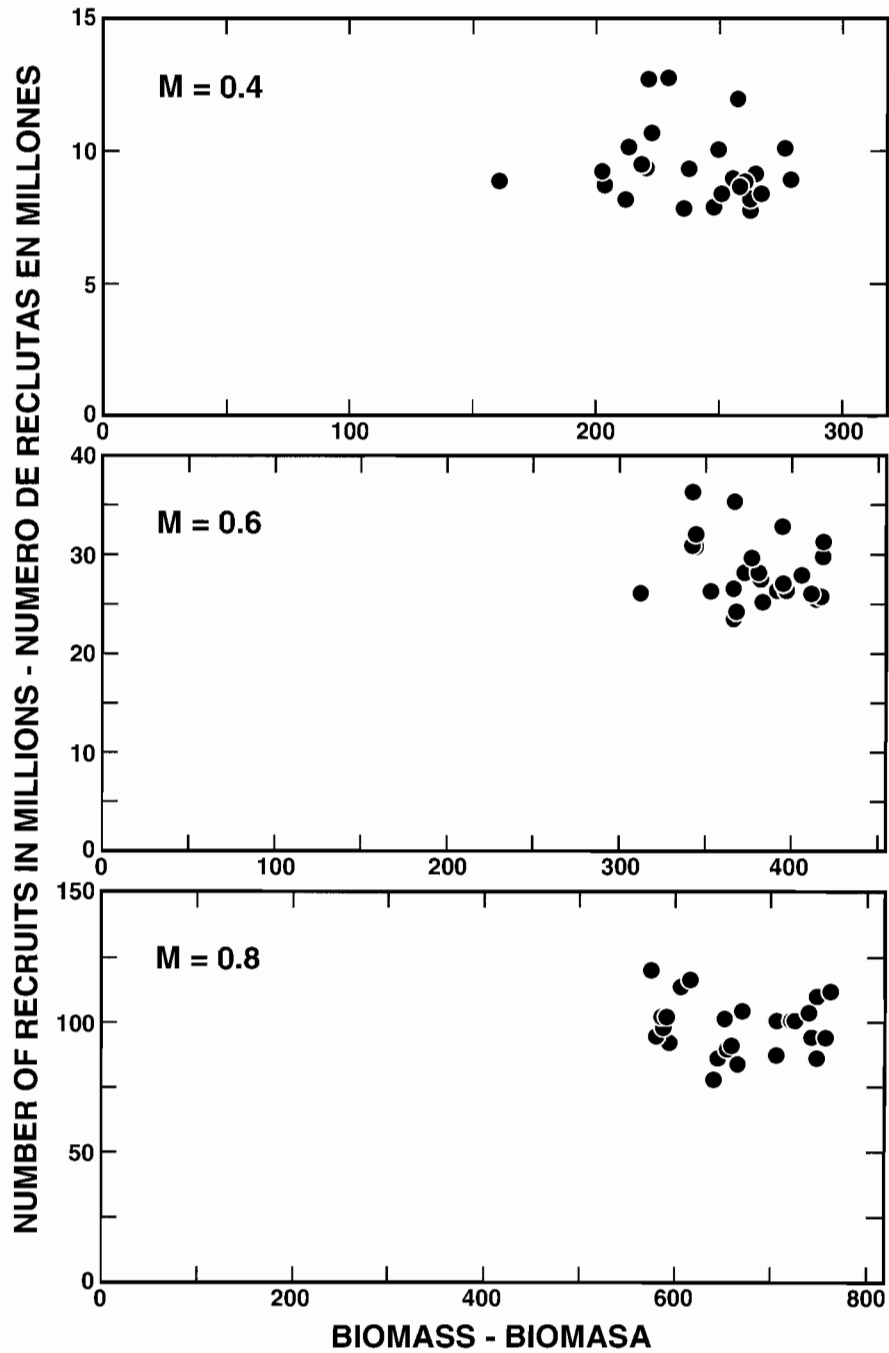


FIGURE 67. Yields per recruit for bigeye in the EPO with various multiples of the fishing effort of 1982 and 1994.  
 FIGURA 67. Rendimientos por recluta del patudo en el OPO con varios múltiplos del esfuerzo de pesca de 1982 y 1994.



**FIGURE 68.** Relationships between estimates of recruitment and biomass of bigeye of ages 3-9, in thousands of metric tons, in the EPO, obtained from cohort analyses, 1971-1995.

**FIGURA 68.** Relaciones entre las estimaciones de reclutamiento y biomasa de patudo de entre 3 y 9 años de edad, en miles de toneladas métricas, en el OPO, obtenidas de análisis de cohortes, 1971-1995.

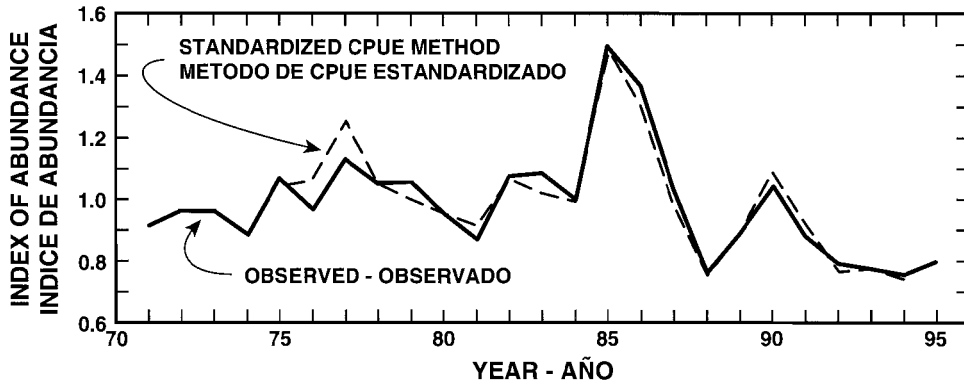


FIGURE 69. Indices of abundance of bigeye in the EPO derived from catches per hook and from a generalized linear model. Both sets of values are adjusted to a mean of 1.0.

FIGURA 69. Indices de la abundancia de patudo en el OPO derivadas de capturas por anzuelo y de un modelo lineal generalizado. Ambos conjuntos de valores están ajustados a un promedio de 1,0.

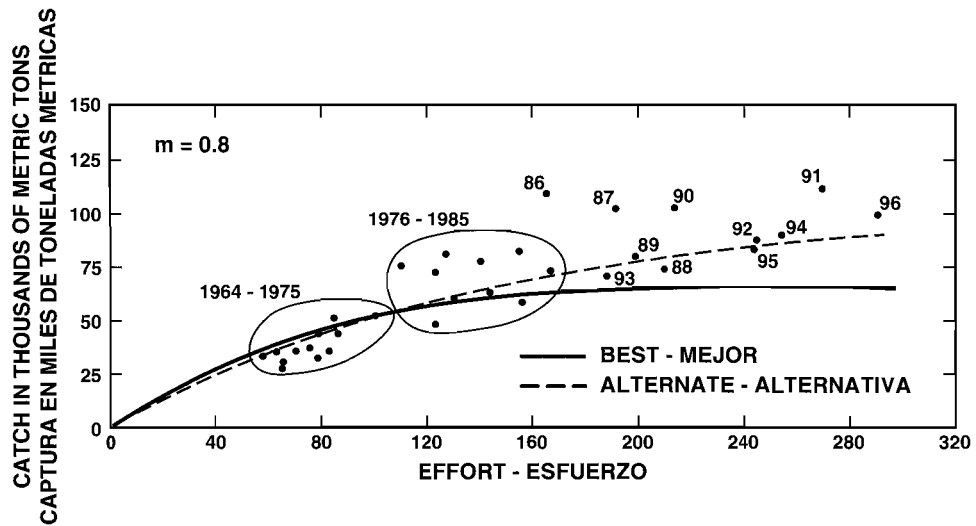
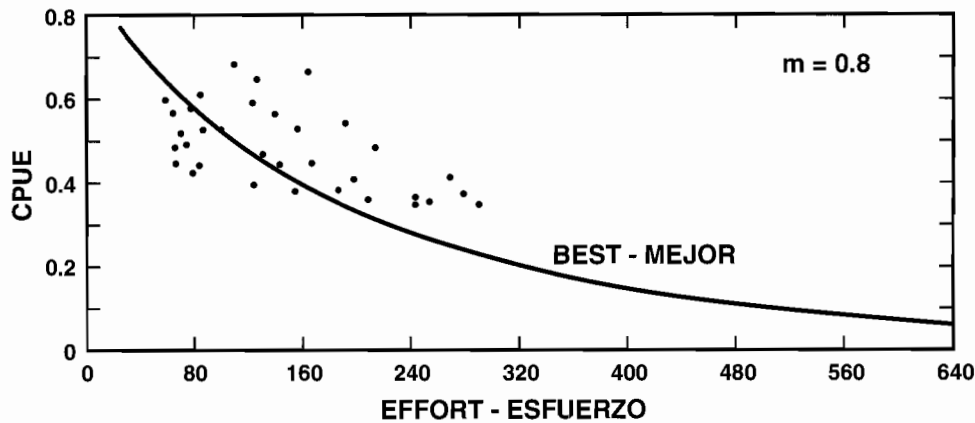


FIGURE 70. Estimates, from production modeling, of the relationships between the total catch of bigeye and the total effort in the EPO, standardized to longline effort in millions of hooks, for two values of optimum effort. The dots indicate observed values, and the curves indicate expected catches under equilibrium conditions.

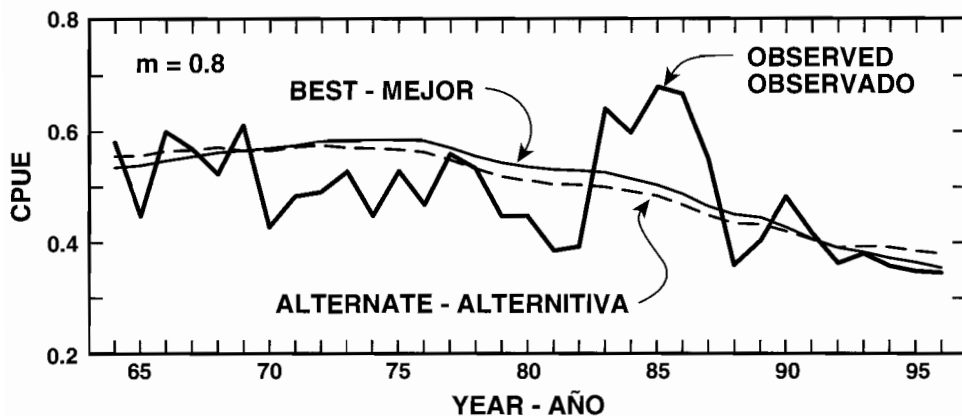
FIGURA 70. Estimaciones, del modelado de producción, de las relaciones entre la captura total de patudo y el esfuerzo total en el OPO, estandarizado al esfuerzo palangrero en millones de anzuelos, correspondientes a dos valores de esfuerzo óptimo. Los puntos indican valores observados, y las curvas las capturas esperadas bajo condiciones de equilibrio.





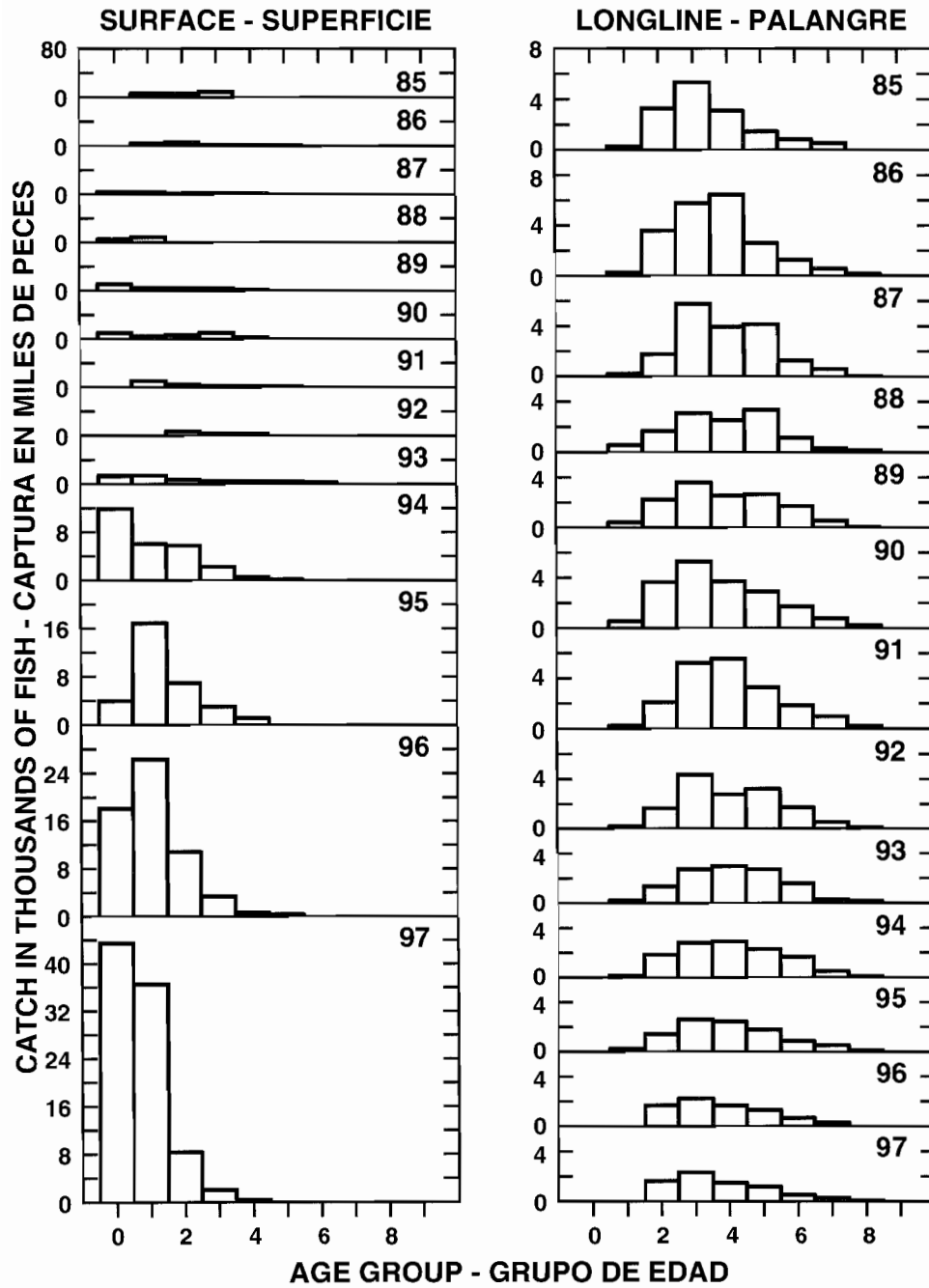
**FIGURE 71.** Estimates for the EPO, from production modeling, of the relationships between longline CPUE of bigeye, in metric tons per thousand hooks, and total effort, standardized to longline effort in millions of hooks, for the best fit with  $m = 0.8$ . The dots indicate observed values, and the curves indicate expected catches under equilibrium conditions.

**FIGURA 71.** Estimaciones para el OPO, del modelado de producción, de las relaciones entre la CPUE palangrera de patudo, en toneladas métricas por mil anzuelos, y el esfuerzo total, estandarizado al esfuerzo palangrero en millones de anzuelos, correspondientes al mejor ajuste con  $m = 0.8$ . Los puntos indican valores observados, y las curvas las capturas esperadas bajo condiciones de equilibrio.



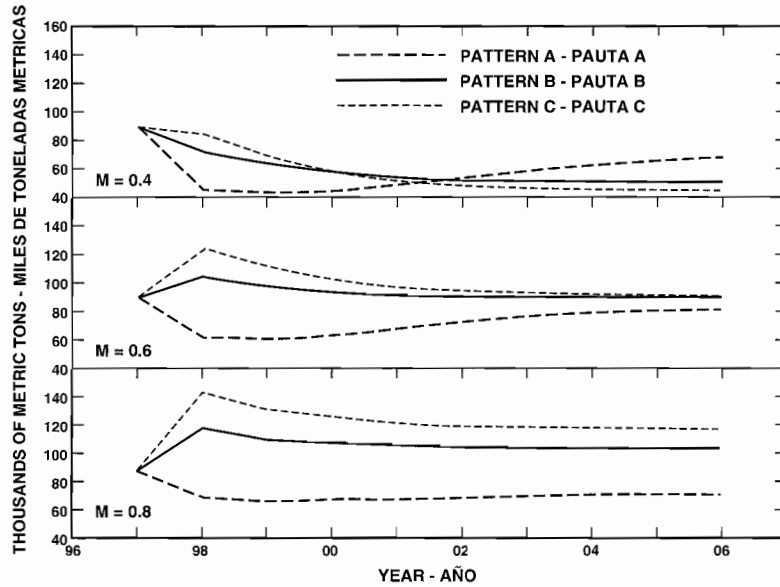
**FIGURE 72.** Temporal trends for the longline CPUE of bigeye in the EPO, in metric tons per thousand hooks, in the EPO, and trends predicted with production modeling for the best fit and the alternate fit.

**FIGURA 72.** Tendencias temporales en la CPUE palangrera de patudo, en toneladas métricas por mil anzuelos, en el OPO, y tendencias predichas con el modelo de producción correspondientes al mejor ajuste y al ajuste alternativo.



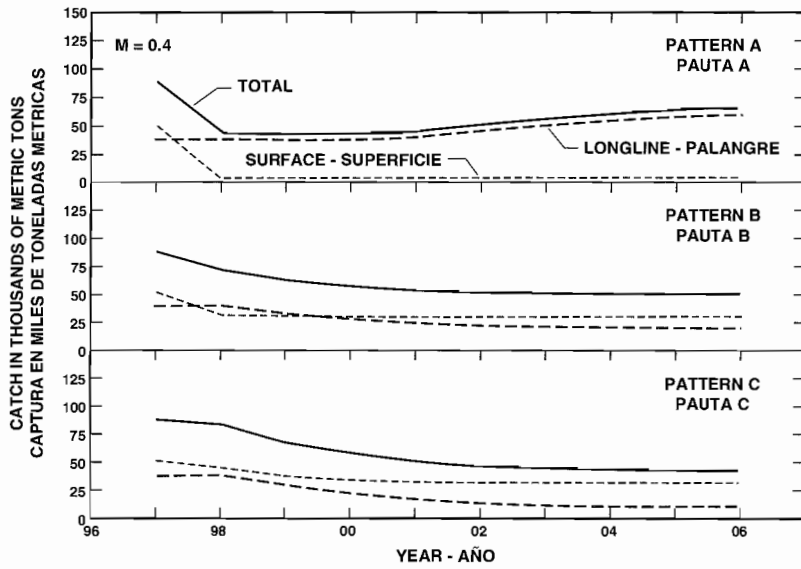
**FIGURE 73.** Estimated catches of bigeye of ages 0 through 9, in thousands of fish, in the EPO by the surface and longline fisheries.

**FIGURA 73.** Capturas estimadas de patudo de edad 0 a 9, en miles de pescados, en el OPO por las pesquerías de superficie y palangrera.



**FIGURE 74.** Estimated total catches of bigeye in the EPO with the three patterns of fishing described in the text.

**FIGURA 74.** Capturas totales estimadas de patudo en el OPO con los tres patrones de pesca descritos en el texto.



**FIGURE 75.** Estimated total catches of bigeye in the EPO with the three patterns of fishing described in the text and  $M = 0.4, 0.6,$  and  $0.8$ .

**FIGURA 75.** Capturas totales estimadas de patudo en el OPO con los tres patrones de pesca descritos en el texto y  $M = 0,4, 0,6,$  y  $0,8$ .

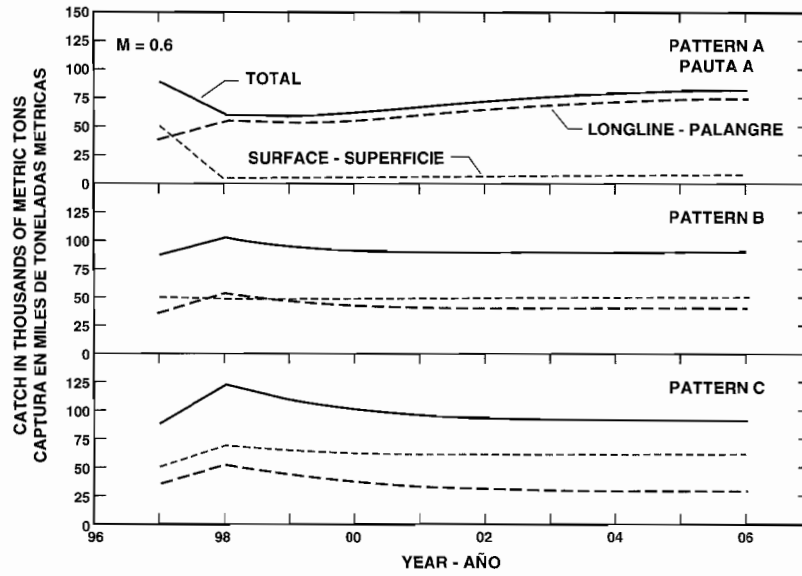


FIGURE 75. (continued)  
 FIGURA 75. (continuación)

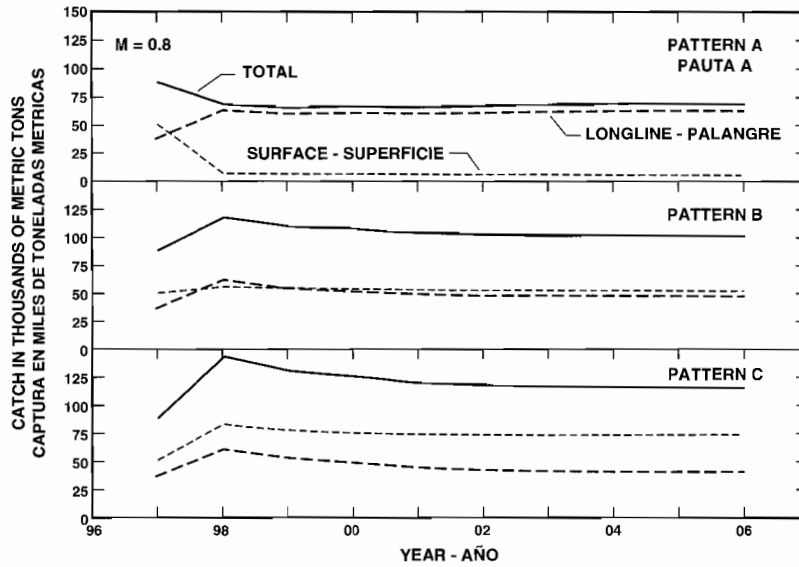
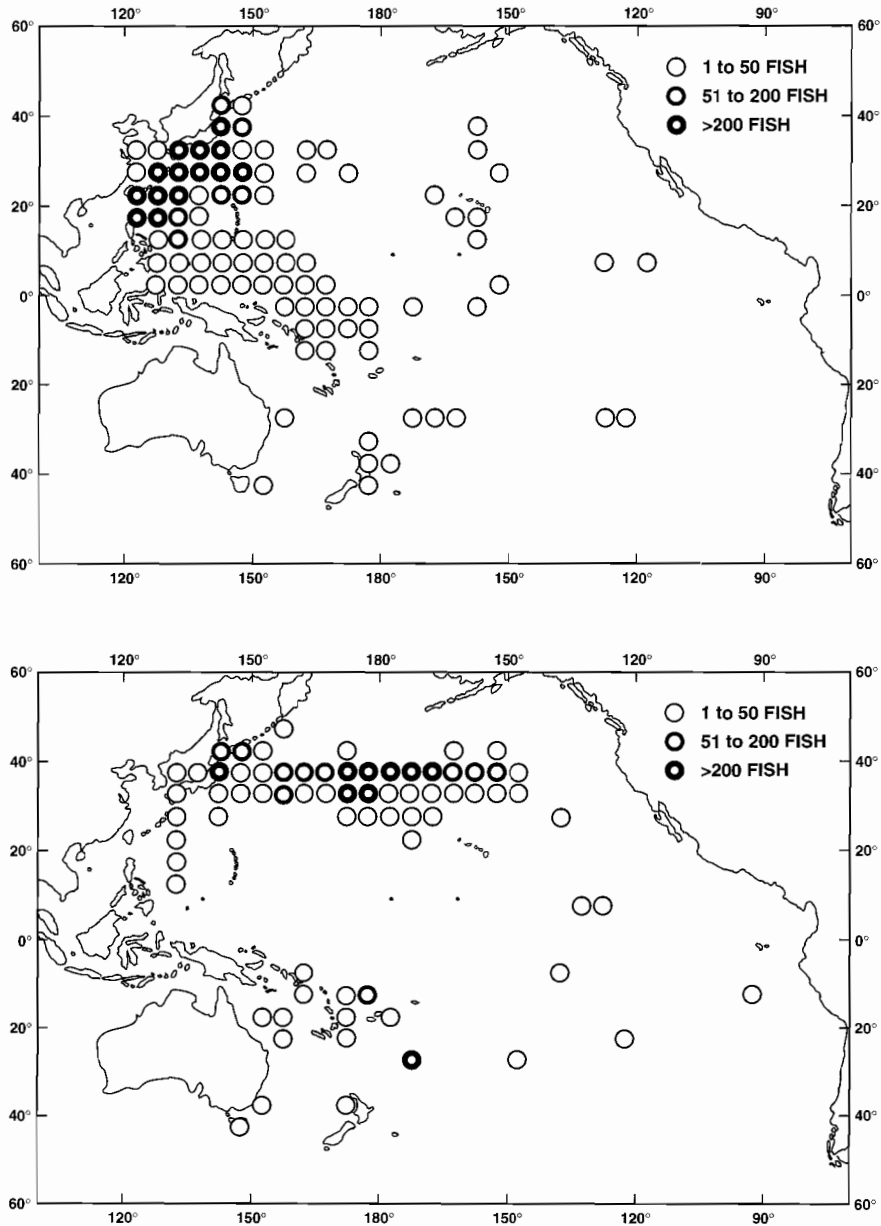
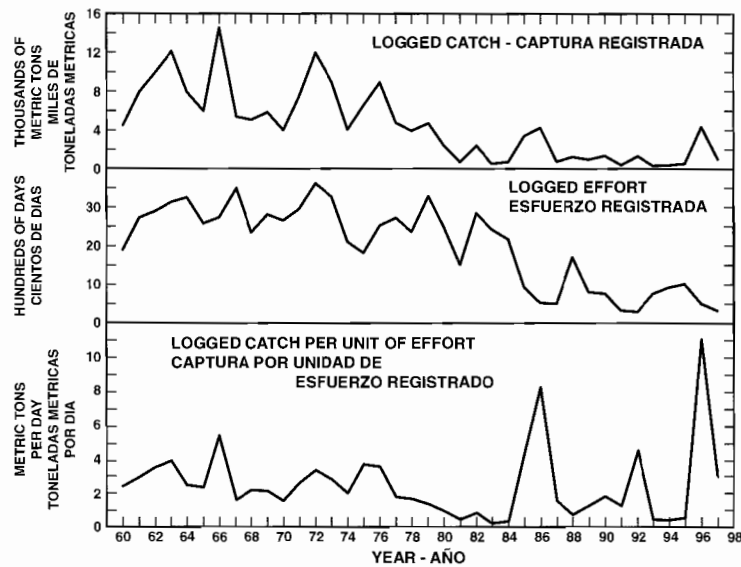


FIGURE 75. (continued)  
 FIGURA 75. (continuación)



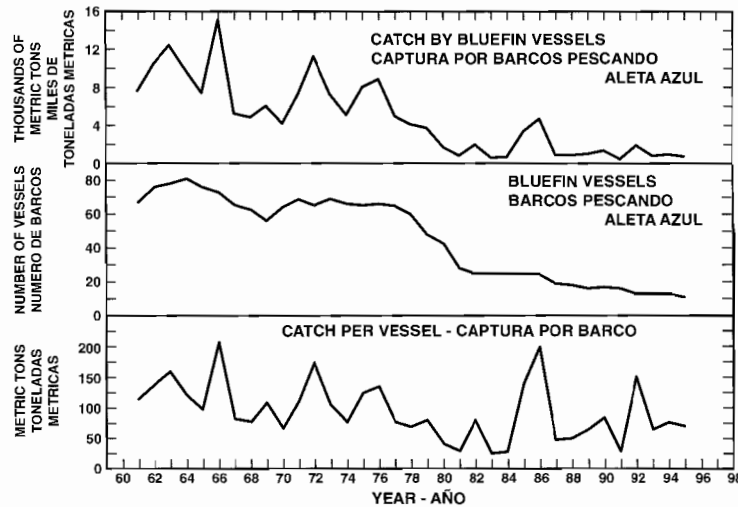
**FIGURE 76.** Areas of the Pacific Ocean where catches of northern bluefin were taken by Japanese longline vessels during May (upper panel) and November (lower panel) of the 1959-1972 period. The values in the upper right corners of the maps indicate the total numbers of fish caught in the 1-degree areas during the 14-year period.

**FIGURA 76.** Áreas del Océano Pacífico donde fueron capturados aleta azul del norte por barcos palanqueros japoneses en mayo (recuadro superior) y noviembre (recuadro inferior) en el período de 1959-1972. Los valores en la esquina superior derecha de cada mapa indican los números totales de peces capturados en las áreas de 1° durante esos años.



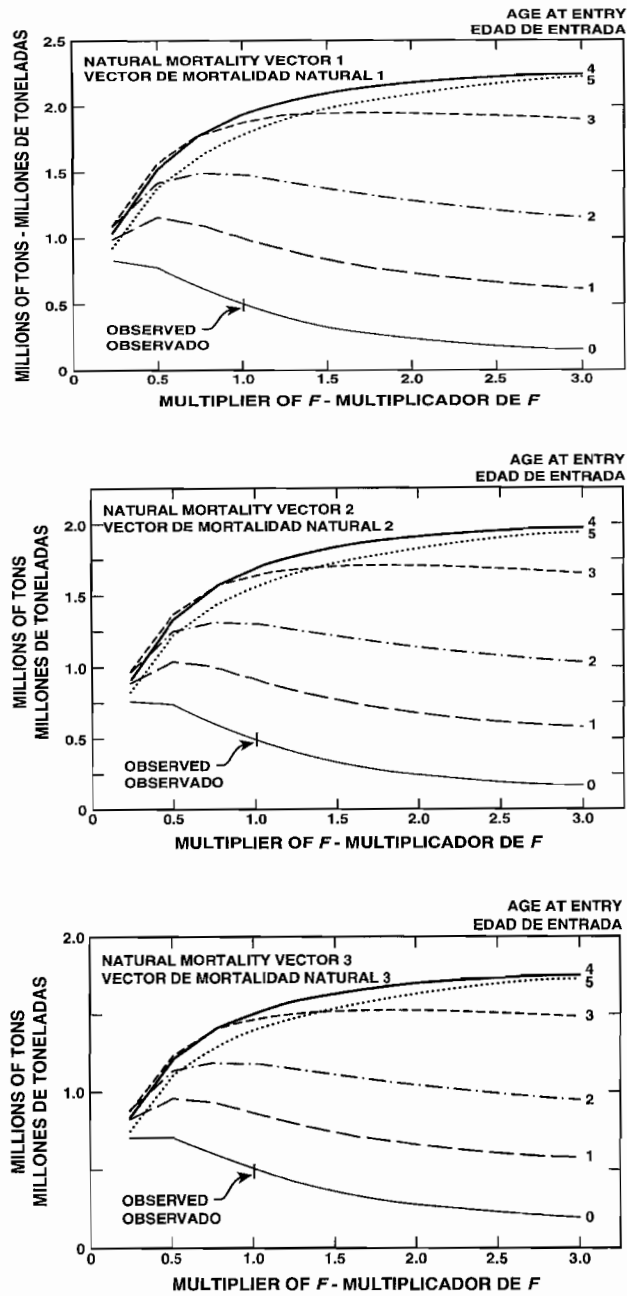
**FIGURE 77.** Catch, effort, and catch-per-unit of effort data for the surface fishery for northern bluefin in the eastern Pacific Ocean (EPO), as determined by the habitat index method. The data for 1997 are preliminary.

**FIGURA 77.** Datos de captura, esfuerzo, y captura por unidad de esfuerzo para la pesquería de superficie de aleta azul del norte en el Océano Pacífico oriental (OPO), calculados con el método de índice del hábitat. Los datos de 1997 son preliminares.



**FIGURE 78.** Catch, effort, and catch-per-unit of effort data for the surface fishery for northern bluefin in the EPO, as determined by the bluefin vessel index method.

**FIGURA 78.** Datos de captura, esfuerzo, y captura por unidad de esfuerzo para la pesquería de superficie de aleta azul del norte en el OPO, calculados con el método de índice de barcos que pescan aleta azul.



**FIGURE 79.** Total estimated catches of northern bluefin in the Pacific Ocean during the 1966-1986 period with six different vectors of natural mortality, six different multipliers of fishing mortality, and six different ages of entry into the fishery.

**FIGURA 79.** Capturas totales estimadas de aleta azul del norte en el Océano Pacífico durante 1966-1986 con seis vectores distintos de mortalidad natural, seis multiplicadores distintos de mortalidad por pesca, y seis edades distintas de ingreso a la pesquería.

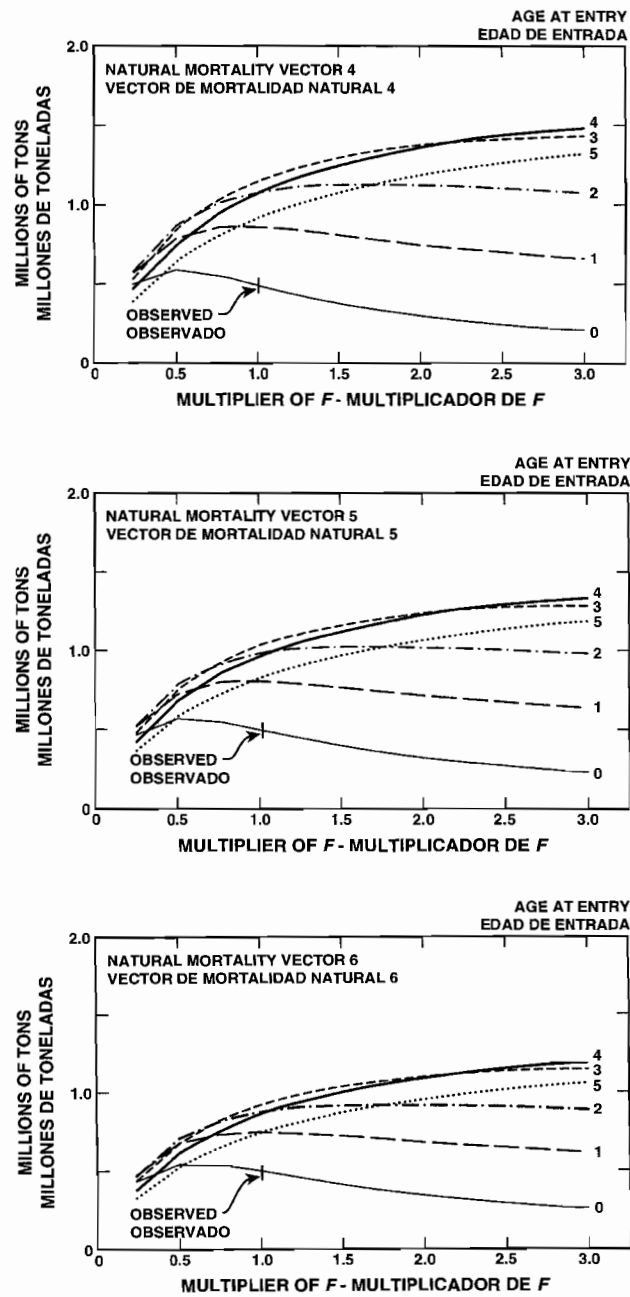
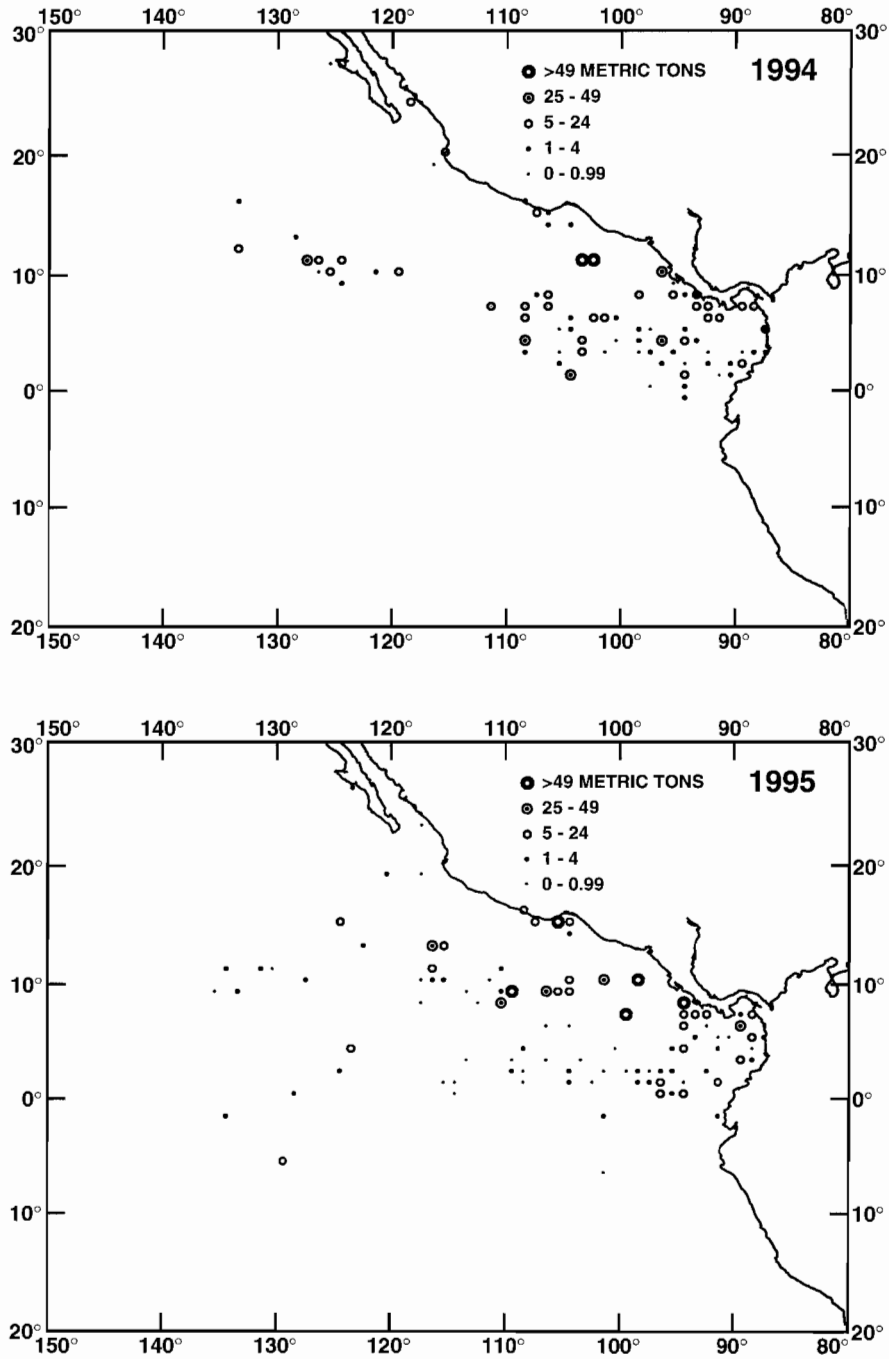


FIGURE 79. (continued)  
FIGURA 79. (continuación)





**FIGURE 80.** Catches of black skipjack in the eastern Pacific Ocean by purse-seine vessels with observers aboard during 1994-1997.

**FIGURA 80.** Capturas de barrilete negro en el Océano Pacífico oriental por buques cerqueros con observadores a bordo durante 1994-1997.

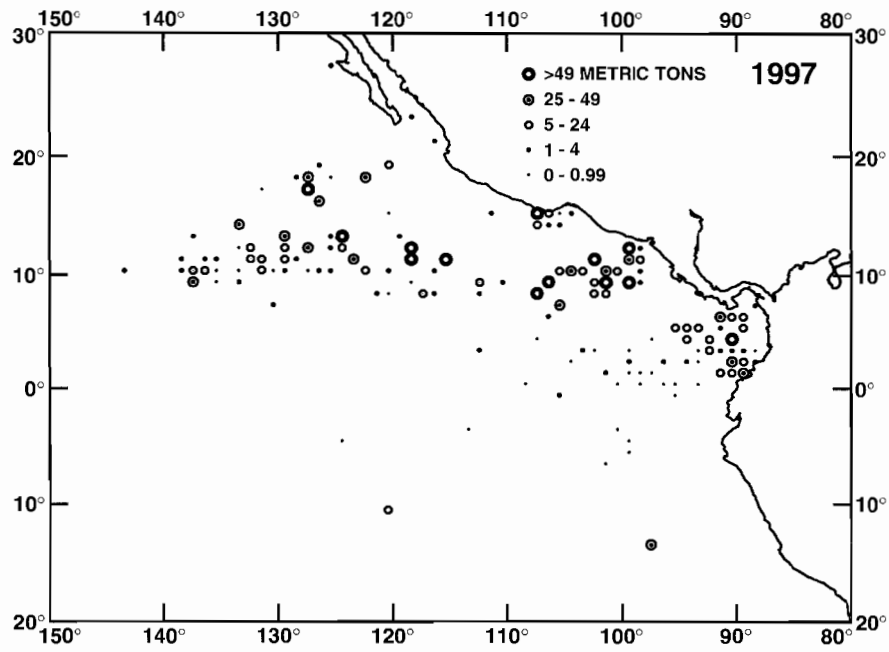
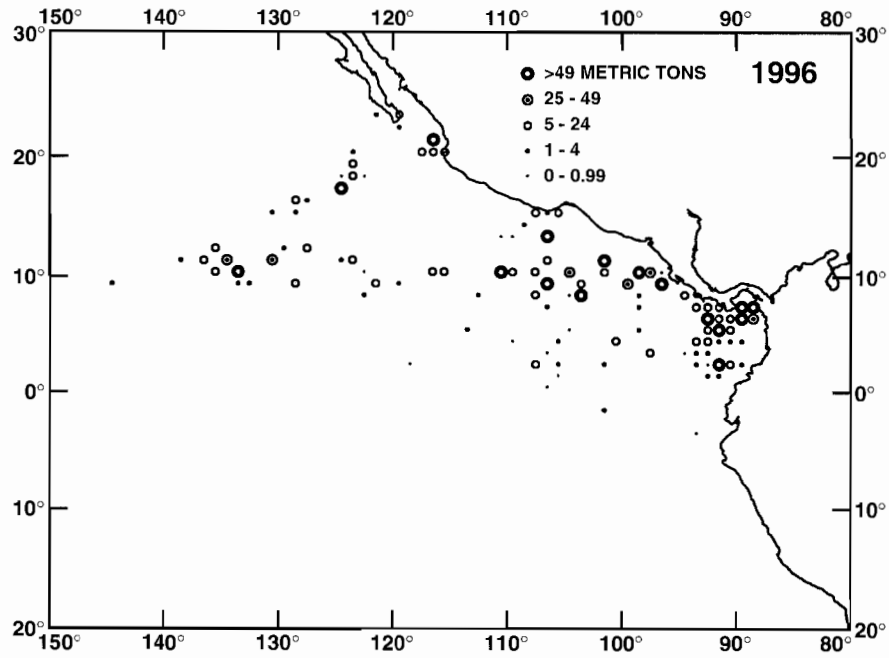
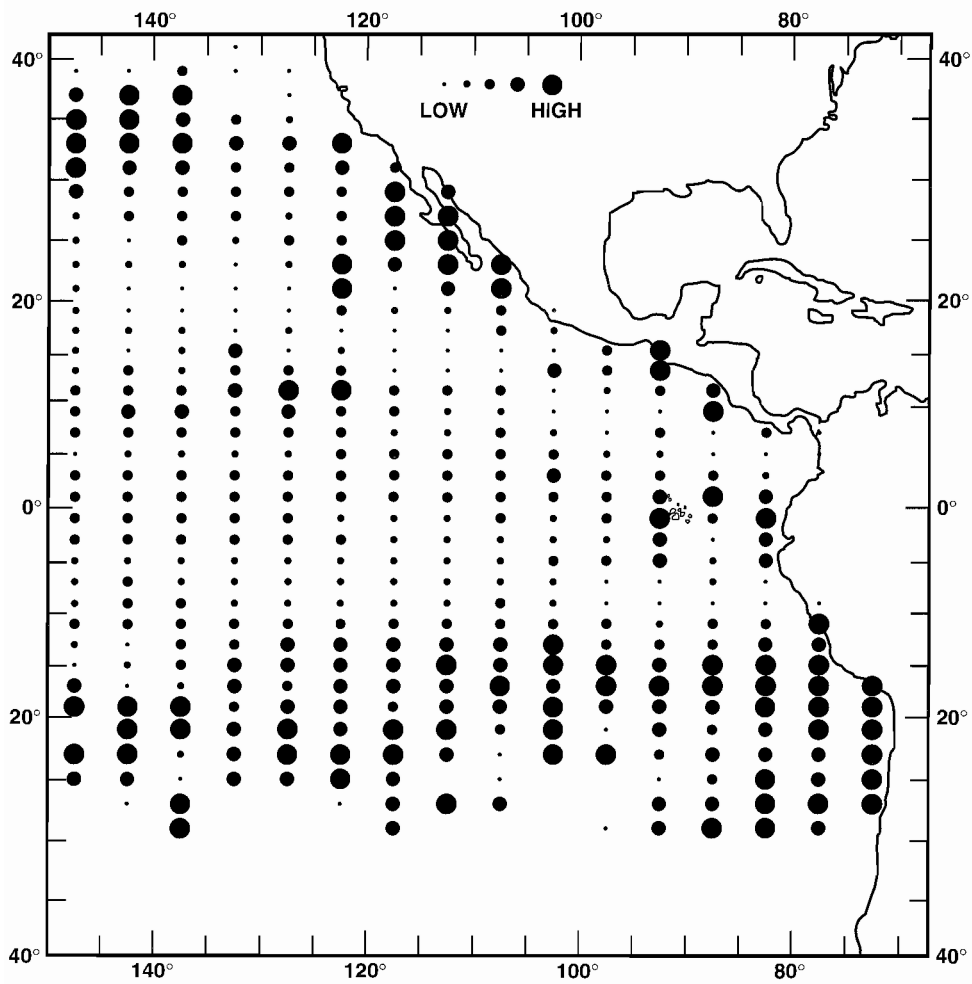


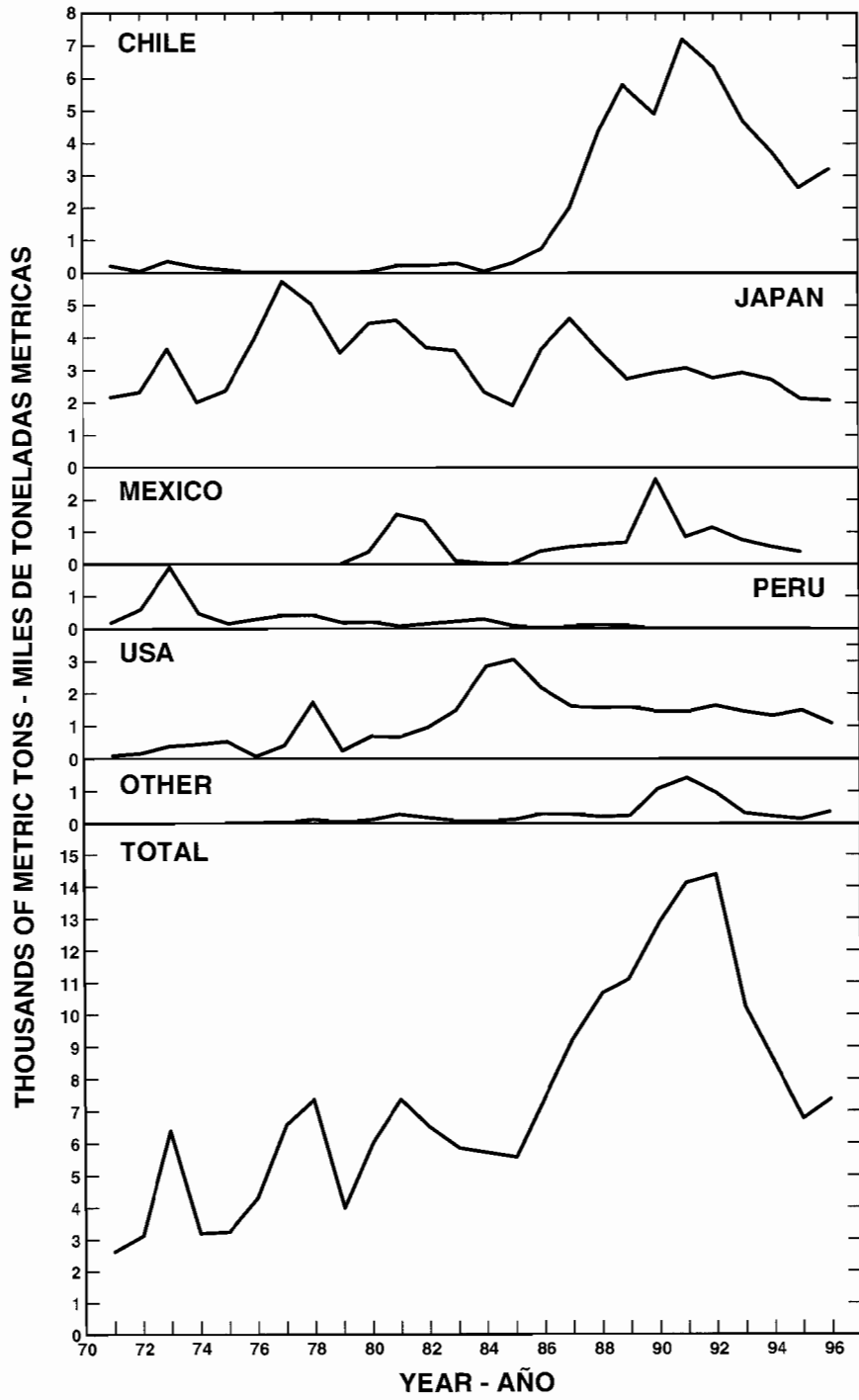
FIGURE 80. (continued)

FIGURA 80. (continuación)

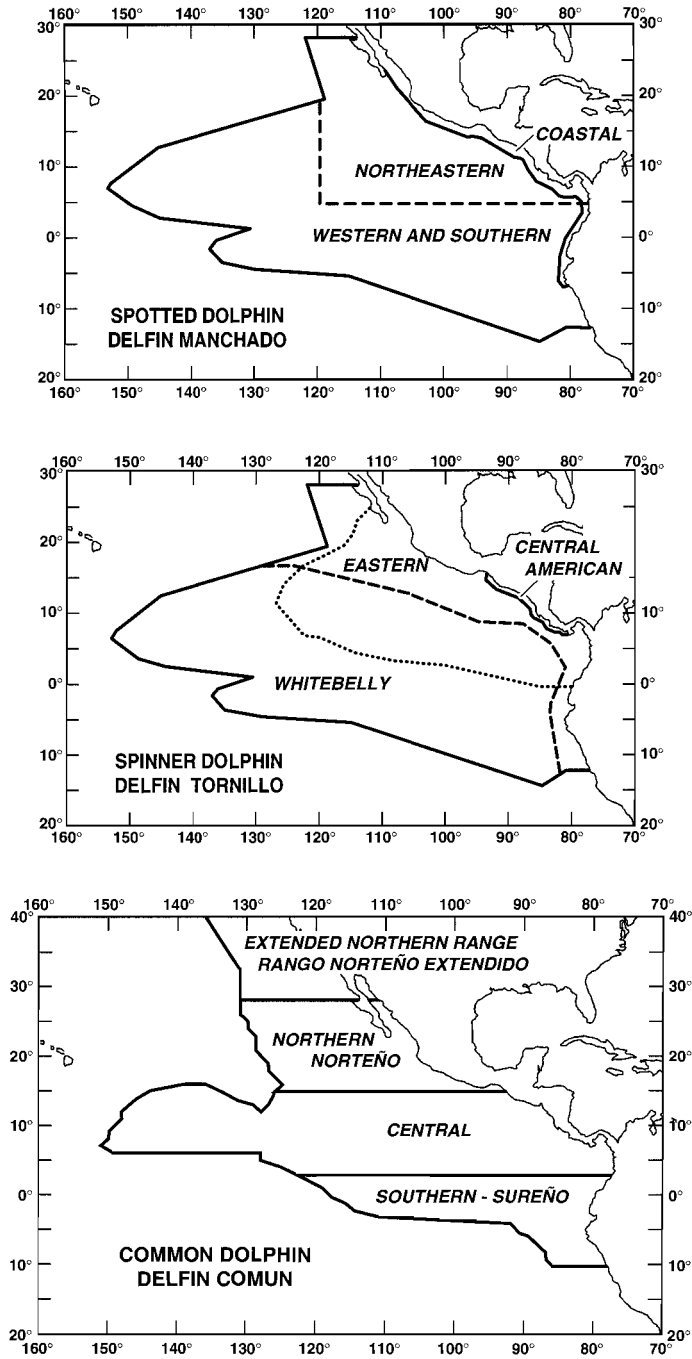


**FIGURE 81.** Average annual distribution of swordfish in the eastern Pacific Ocean (EPO), as estimated from catch-per-standardized-unit-of-effort data for 1971-1987.

**FIGURA 81.** Distribución anual media del pez espada en el Océano Pacífico oriental (OPO), estimada a partir de datos de captura por unidad estandarizada de esfuerzo correspondientes a 1971-1987.

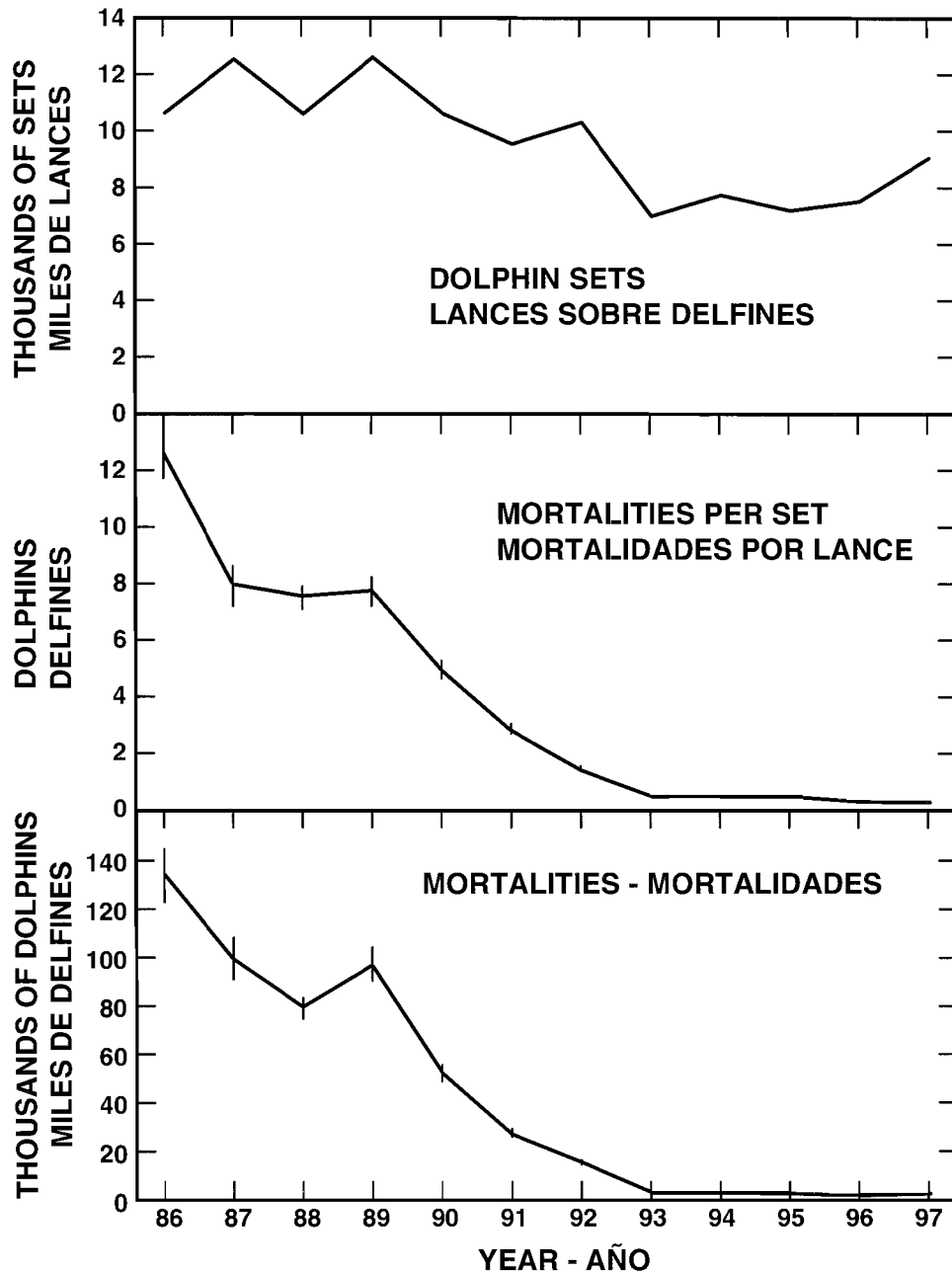


**FIGURE 82.** Catches of swordfish in the EPO by vessels of various nations.  
**FIGURA 82.** Capturas de pez espada en el OPO por barcos de varias naciones.



**FIGURE 83.** Average distributions of the stocks of spotted, spinner, and common dolphins in the eastern Pacific Ocean (EPO).

**FIGURA 83.** Distribuciones medias de los stocks de delfines manchados, tornillos, y comunes en el Océano Pacífico oriental (OPO).



**FIGURE 84.** Estimated numbers of sets on tunas associated with dolphins, average mortalities per set, and total mortalities, for all species of dolphins combined, in the EPO during 1986-1997. Each vertical line represents one positive and one negative standard error.

**FIGURA 84.** Número estimado de lances sobre atunes asociados con delfines, mortalidades medias por lance, y mortalidades totales, para todas las especies de delfines combinadas, en el OPO durante 1986-1997. Cada línea vertical representa un error estándar positivo y un error estándar negativo.

**TABLE 1.** Numbers and carrying capacities, in metric tons, of vessels of the eastern Pacific Ocean (EPO) tuna fleet. Information for 1950-1960 is given in Table 4 of the IATTC Annual Report for 1988. The data for 1997 are preliminary.

**TABLA 1.** Número y capacidad de acarreo, en toneladas métricas, de los barcos de la flota atunera del Océano Pacífico oriental (OPO). En la Tabla 4 del Informe Anual de la CIAT de 1988 se presentan los datos de 1950-1960. Los datos de 1997 son preliminares.

Year—Año	Seiners—Cerqueros		Baitboats—De carnada		Trollers—Curricaneros		Total	
	No.	Ton.	No.	Ton.	No.	Ton.	No.	Ton.
1961	125	27,250	93	9,544	0	0	218	36,794
1962	146	31,163	88	6,093	0	0	234	37,256
1963	159	36,550	108	5,425	3	50	270	42,025
1964	137	36,631	88	4,285	0	0	225	40,916
1965	163	38,728	109	5,249	7	166	279	44,143
1966	133	36,304	113	5,649	2	26	248	41,979
1967	130	36,650	108	5,326	0	0	238	41,976
1968	143	46,012	89	5,215	2	22	234	51,249
1969	153	51,807	69	4,501	3	64	225	56,372
1970	162	61,246	49	3,903	9	160	220	65,309
1971	191	80,668	102	5,054	66	1,375	359	87,097
1972	210	102,022	108	6,085	74	1,762	392	109,869
1973	219	119,734	106	6,219	28	660	353	126,613
1974	234	133,449	111	7,045	7	136	352	140,630
1975	253	148,667	102	6,717	9	165	364	155,549
1976	254	160,197	99	6,414	38	823	391	167,434
1977	253	162,294	79	4,926	37	866	369	168,086
1978	271	164,252	68	4,572	50	1,183	389	170,007
1979	282	167,016	45	3,608	5	101	332	170,725
1980	270	167,855	46	3,479	4	97	320	171,431
1981	251	167,862	39	2,776	2	50	292	170,688
1982	223	152,270	36	2,458	4	119	263	154,847
1983	215	127,640	52	3,145	8	221	275	131,006
1984	175	103,929	40	2,772	0	0	215	106,701
1985	178	117,738	25	2,199	0	0	203	119,937
1986	166	112,606	17	1,760	0	0	183	114,366
1987	178	130,240	28	1,948	0	0	206	132,188
1988	189	133,819	36	2,797	0	0	225	136,616
1989	178	121,277	30	2,678	0	0	208	123,955
1990	174	123,220	22	1,585	0	0	196	124,805
1991	155	106,365	19	1,392	0	0	174	107,757
1992	160	99,971	19	1,377	0	0	179	101,348
1993	152	101,434	15	1,318	0	0	167	102,752
1994	167	104,411	20	1,474	0	0	187	105,885
1995	175	106,019	20	1,524	0	0	195	107,543
1996	183	113,396	18	1,561	0	0	201	114,957
1997	194	125,319	25	1,938	0	0	219	127,257

**TABLE 2a.** Estimates of the numbers and carrying capacities, in metric tons, of vessels (exclusive of longliners and miscellaneous small vessels) of the EPO tuna fleet in 1996 by flag, gear, and size class. Each vessel is included in the totals for each flag under which it fished during the year, but is included only once in "Grand total." Therefore the "Grand totals" may not equal the sums of the individual flag entries. PS = purse seiner; BB = baitboat.

**TABLA 2a.** Estimaciones del número de barcos de la flota atunera en el OPO en 1996 (sin incluir palangreros y barcos pequeños diversos), y capacidad de acarreo de los mismos, en toneladas métricas, por bandera, arte de pesca, y clase de arqueo. Se incluye cada barco en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el "Total general"; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales. PS = cerquero; BB = barco de carnada.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class—Clase de arqueo						Total	Capacity
		1	2	3	4	5	6		Capacidad
<b>NUMBER—NUMERO</b>									
Belize	PS	-	-	1	-	-	3	4	*
Colombia	PS	-	-	2	-	1	7	10	7,286
Costa Rica	-	-	-	-	-	-	1	1	*
Cyprus	PS	-	-	-	-	-	1	1	*
Ecuador	PS	-	5	12	10	5	15	47	16,329
	BB	1	-	-	-	-	-	1	*
Honduras	PS	-	-	-	-	-	1	1	*
Liberia	-	-	-	-	-	-	1	1	*
México	PS	-	2	9	5	2	39	57	39,873
	BB	1	3	5	-	-	-	9	892
Panamá	PS	-	-	-	3	1	2	6	3,442
Spain	PS	-	-	-	-	-	2	2	*
USA	PS	1	10	4	-	2	6	23	8,773
	BB	1	6	1	-	-	-	8	642
Undocumented	-	-	-	-	-	-	1	1	*
Vanuatu	PS	-	-	-	-	-	12	12	11,658
Venezuela	PS	-	-	-	-	1	19	20	19,238
Others—otras	-	-	-	-	-	-	-	-	8,809
Grand total---	PS	1	17	28	18	11	108	183	
Total general	BB	3	9	6	-	-	-	18	
	PS + BB	4	26	34	18	11	108	201	
<b>CAPACITY—CAPACIDAD</b>									
Grand total—	PS	45	1,303	3,982	4,102	3,675	100,289	113,396	
Total general	BB	108	692	761	0	0	0	1,561	
	PS + BB	153	1,995	4,743	4,102	3,675	100,285	114,957	

\* Asterisks indicate data pooled to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

\* Los asteriscos indican datos combinados para evitar revelar las actividades de barcos o empresas individuales.



**TABLE 2b.** Preliminary estimates of the numbers and carrying capacities, in metric tons, of vessels (exclusive of longliners and miscellaneous small vessels) of the EPO tuna fleet in 1997 by flag, gear, and size class. Each vessel is included in the totals for each flag under which it fished during the year, but is included only once in "Grand total." Therefore the "Grand totals" may not equal the sums of the individual flag entries. PS = purse seiner; BB = baitboat.

**TABLA 2b.** Estimaciones preliminares del número de barcos de la flota atunera en el OPO en 1997 (sin incluir palangreros y barcos pequeños diversos), y capacidad de acarreo de los mismos, en toneladas métricas, por bandera, arte de pesca, y clase de arqueo. Se incluye cada barco en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el "Total general"; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales. PS = cerquero; BB = barco de carnada.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class—Clase de arqueo						Total	Capacity
		1	2	3	4	5	6		Capacidad
<b>NUMBER—NUMERO</b>									
Belize	PS		-	1		-	4	5	*
Colombia	PS		-	2		1	6	9	6,606
Cyprus	PS		-			-	1	1	*
Ecuador	PS		6	12	10	5	23	56	23,862
	BB	1	-					1	*
Honduras	PS		-				2	2	*
México	PS			10	1	2	41	54	41,534
	BB	1	3	6				10	1,022
Panamá	PS		-		3	1	2	6	3,442
Rep. of China	PS		-	1		-		1	*
Spain	PS		-			-	3	3	*
USA	PS	1	12	4		2	6	25	8,828
	BB	6	6	2		-		14	889
Undocumented	PS		-			-	2	2	*
Vanuatu	PS		-			-	12	12	11,658
Venezuela	PS		-			-	22	22	21,978
Others—otras									7,411
Grand total—	PS	1	18	30	14	11	120	194	
Total general	BB	8	9	8		-		25	
	PS + BB	9	27	38	14	11	120	219	
<b>CAPACITY—CAPACIDAD</b>									
Grand total—	PS	45	1,378	4,217	3,068	3,702	112,909	125,319	
Total general	BB	262	692	984	0	0	0	1,938	
	PS + BB	307	2,070	5,201	3,068	3,702	112,909	127,257	

\* Asterisks indicate data polled to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

\* Los asteriscos indican datos combinados para evitar revelar las actividades de barcos o empresas individuales.

**TABLE 3.** Estimated catches by surface gear, in metric tons, of the EPO tuna fleet. YFT = yellowfin; SKJ = skipjack; BET = big-eye; BFT = bluefin; BEP = bonito; ALB = albacore; BKJ = black skipjack; Misc. = other species, including sharks, other tunas, and miscellaneous fishes; CYRA = Commission's Yellowfin Regulatory Area; Outside = area between the CYRA and 150°W. The 1997 data are preliminary. Additional information concerning this table is given in the text.

**TABLA 3.** Capturas estimadas, en toneladas métricas, logradas con artes de superficie por la flota atunera del OPO. YFT = aleta amarilla; SKJ = barrilete; BET = patudo; BFT = aleta azul; BEP = bonito; ALB = albacora; BKJ = barrilete negro; Misc. = otras especies, incluyendo tiburones, otros túnidos, y peces diversos; CYRA = Área de Regulación de la Comisión para el Aleta Amarilla; Outside = zona entre el CYRA y 150°O. Los datos de 1997 son preliminares. En el texto se presentan mayor información sobre esta tabla.

Year Año	YFT			SKJ	BET	BFT	BEP	ALB	BKJ	Misc.	Total
	CYRA	Outside	Total								
1961	102,643	0	102,643	68,461	213	8,135	2,908	2,422	0	214	184,997
1962	71,452	0	71,452	68,725	328	11,145	3,243	1,151	0	166	156,210
1963	62,028	0	62,028	95,557	75	12,272	3,123	3,422	0	240	176,717
1964	88,650	0	88,650	59,258	68	9,217	6,702	3,331	5	225	167,456
1965	78,898	0	78,898	78,194	117	6,888	4,049	644	16	155	168,962
1966	80,611	0	80,611	60,482	266	15,897	4,454	1,941	9	422	164,083
1967	79,959	0	79,959	120,655	1,664	5,888	10,044	3,750	0	115	222,076
1968	100,921	1,095	102,016	71,109	2,559	5,976	7,958	4,495	0	126	194,238
1969	111,424	17,434	128,858	59,068	576	6,926	2,950	2,944	0	1	201,323
1970	127,793	27,833	155,626	56,020	1,332	3,966	4,738	4,476	0	27	226,186
1971	102,194	20,645	122,839	104,721	2,566	8,360	9,600	2,490	6	61	250,642
1972	136,515	40,612	177,128	33,409	2,238	13,347	8,872	4,832	601	367	240,795
1973	160,341	44,912	205,253	43,954	1,979	10,744	7,864	2,316	1,674	355	274,139
1974	173,180	37,184	210,364	78,803	890	5,617	4,436	4,783	3,742	985	309,620
1975	158,843	43,299	202,142	123,868	3,723	9,583	16,838	3,332	511	277	360,275
1976	190,216	46,111	236,327	126,161	10,186	10,645	4,370	3,733	1,526	1,327	394,274
1977	182,676	16,140	198,817	86,337	7,055	5,473	11,275	1,963	1,458	1,950	314,328
1978	165,985	14,549	180,534	169,810	11,714	5,397	4,837	1,745	2,162	806	377,004
1979	175,906	13,768	189,674	132,024	7,532	6,117	1,805	327	1,366	1,249	340,094
1980	131,998	27,427	159,425	130,671	15,421	2,939	6,110	601	3,680	953	319,800
1981	157,733	24,080	181,813	119,606	10,091	1,089	5,918	739	1,911	1,010	322,177
1982	106,868	18,216	125,083	98,757	4,102	3,150	2,121	553	1,338	783	235,888
1983	82,026	12,230	94,256	58,142	3,260	853	3,829	456	1,236	1,709	163,742
1984	128,559	16,502	145,061	60,551	5,936	881	3,514	5,351	666	987	222,947
1985	192,543	24,449	216,992	49,460	4,532	4,055	3,604	919	296	536	280,394
1986	228,125	40,149	268,274	63,552	1,939	5,085	490	133	595	1,140	341,208
1987	248,153	24,094	272,246	62,345	776	1,005	3,326	417	557	1,612	342,284
1988	267,223	20,811	288,034	85,366	1,053	1,424	9,550	288	1,267	1,297	388,279
1989	242,342	47,033	289,375	92,374	1,470	1,170	12,095	1	783	1,072	398,339
1990	226,422	46,864	273,286	72,619	4,712	1,542	13,856	184	792	944	367,934
1991	219,407	19,545	238,952	63,259	3,740	461	1,288	834	446	649	309,630
1992	221,309	18,540	239,849	83,964	5,497	1,999	978	255	104	762	333,408
1993	213,258	18,813	232,071	87,357	8,069	879	599	1	104	314	329,395
1994	196,345	22,042	218,387	75,320	29,375	1,062	8,607	85	188	419	333,444
1995	196,261	27,556	223,817	138,192	37,309	874	8,009	465	187	172	409,026
1996	217,851	31,734	249,585	112,141	51,552	8,259	645	83	704	205	423,174
1997	215,683	43,658	259,340	159,338	51,234	2,575	1,120	60	97	516	474,281

TABLE 3. (continued)

TABLA 3. (continuación)

Year Año	Western Pacific Pacífico occidental			Atlantic and Caribbean Atlántico y Caribe				Total, all areas and species Total, todas las áreas y especies
	YFT	SKJ	Misc.	YFT	SKJ	BET	Misc.	
1961	0	0	0	12	101	0	0	185,110
1962	0	0	0	0	0	0	0	156,210
1963	0	0	0	12	1,658	0	2,708	181,095
1964	0	0	0	0	3,956	0	2,866	174,278
1965	0	0	0	45	157	0	1,261	170,426
1966	0	0	0	0	4	0	112	164,199
1967	0	0	0	1,136	491	0	778	224,481
1968	0	0	0	6,686	3,822	15	0	204,762
1969	0	0	0	18,363	4,719	148	0	224,553
1970	0	206	0	9,363	11,879	195	1,624	249,452
1971	0	0	0	4,118	18,286	589	1,651	275,287
1972	0	0	0	12,845	13,423	212	993	268,268
1973	0	0	0	3,852	23,128	114	677	301,910
1974	31	0	0	5,922	19,680	868	160	336,282
1975	0	329	0	14,410	7,537	67	825	383,444
1976	224	4,931	2	2,276	2,577	38	425	404,748
1977	143	6,189	4	8,002	6,400	331	117	335,513
1978	22	7,303	42	10,410	8,510	248	335	403,873
1979	0	4,378	0	3,167	2,809	213	598	351,259
1980	319	5,499	0	5,026	3,873	201	30	334,747
1981	4,870	5,991	0	3,992	4,579	128	169	341,905
1982	5,539	12,158	60	4,991	2,972	344	220	262,174
1983	25,338	50,190	355	9,316	6,116	0	250	255,306
1984	5,331	16,303	487	6,981	5,382	2	176	257,609
1985	900	4,870	7	7,123	3,716	0	37	297,046
1986	1,673	2,482	0	969	1,603	8	14	347,956
1987	1,390	3,109	14	3,632	2,196	24	97	352,746
1988	688	1,775	442	303	183	0	0	391,670
1989	0	0	326	2,682	1,599	0	2	402,947
1990	2,038	8,807	439	2,678	1,761	62	10	383,729
1991	4	1,625	7	5,001	3,412	0	35	319,715
1992	0	0	131	3,164	1,853	28	219	338,802
1993	0	0	150	4,580	4,915	0	83	339,122
1994	6,675	3,105	50	5,135	2,958	0	215	351,580
1995	0	12	609	1,039	594	0	0	411,281
1996	850	1,217	739	1,899	3,147	2	93	431,121
1997	277	1,185	794	2,549	2,845	21	17	481,925

**TABLE 4a.** Estimates of the catches and landings, in metric tons, of tunas caught by surface gear in the EPO in 1996, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). The abbreviations are explained in Table 3.

**TABLA 4a.** Estimaciones de las capturas y descargas de atún capturado con artes de superficie en el OPO en 1996, por especie y bandera del barco (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. Ver explicación de las siglas en la Tabla 3.

Flag Bandera	YFT		SKJ	BET	BFT	BEP	ALB	BSJ	Misc. <sup>1</sup>	Total	Percentage of total
	CYRA	Outside									
<b>CATCHES—CAPTURAS</b>											
Colombia	6,653	2,670	12,265	7,275	0	0	0	70	0	28,933	6.8
Ecuador	16,944	2,438	35,250	17,352	0	0	0	364	114	72,462	17.1
México	104,679	17,209	17,381	889	3,700	319	0	113	45	144,335	34.1
Panama	4,368	406	5,013	1,162	0	0	0	0	0	10,949	2.6
U.S.A.	8,986	834	13,320	5,270	4,559	326	83	63	46	33,487	7.9
Vanuatu	10,302	1,966	11,506	10,095	0	0	0	0	0	33,869	8.0
Venezuela	60,670	2,412	3,494	534	0	0	0	54	0	67,164	15.9
Other-Otros <sup>1</sup>	5,249	3,799	13,912	8,975	0	0	0	40	0	31,975	7.6
<b>Total</b>	<b>217,851</b>	<b>31,734</b>	<b>112,141</b>	<b>51,552</b>	<b>8,259</b>	<b>645</b>	<b>83</b>	<b>704</b>	<b>205</b>	<b>423,174</b>	
<b>LANDINGS—DESCARGAS</b>											
Colombia	24,482	4,449	16,507	10,670	0	0	0	68	0	56,176	13.2
Costa Rica	25,639	805	3,957	1,993	259	0	0	0	0	32,653	7.7
Ecuador	34,121	6,709	65,513	35,321	0	0	0	500	117	142,281	33.6
Italy	3,847	252	340	0	0	0	0	0	0	4,439	1.0
México	76,623	16,272	12,062	189	1,324	319	0	103	57	106,949	25.2
Middle East	710	0	38	0	0	0	0	0	0	748	0.2
Portugal	655	52	181	0	0	0	0	0	0	888	0.2
Spain	13,517	347	1,790	433	0	0	0	0	0	16,087	3.8
U.S.A.	6,091	571	8,660	2,172	6,553	325	82	62	44	24,560	5.8
Venezuela	28,025	1,019	1,135	0	0	0	0	0	0	30,179	7.1
Other-Otros <sup>2</sup>	7,130	357	656	562	121	0	0	0	0	8,826	2.1
<b>Total</b>	<b>220,840</b>	<b>30,833</b>	<b>110,839</b>	<b>51,340</b>	<b>8,257</b>	<b>644</b>	<b>82</b>	<b>733</b>	<b>218</b>	<b>423,786</b>	

<sup>1</sup> Includes, Belize, Costa Rica, Cyprus, Honduras, Liberia, and Spain. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>1</sup> Incluye Belice, Costa Rica, Chipre, España, Honduras, y Liberia. Se usa esta categoría para no revelar información sobre faenas de barcos o empresas individuales.

<sup>2</sup> Includes North Africa, Peru, and unidentified locations. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye África del Norte, Perú, y localidades no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre faenas de barcos o empresas individuales.

**TABLE 4b.** Preliminary estimates of the catches and landings, in metric tons, of tunas caught by surface gear in the EPO in 1997, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). The abbreviations are explained in Table 3.

**TABLA 4b.** Estimaciones preliminares de las capturas y descargas de atún capturado con artes de superficie en el OPO en 1997, por especie y bandera del barco (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. Ver explicación de las siglas en la Tabla 3.

Flag Bandera	YFT		SKJ	BET	BFT	BEP	ALB	BSJ	Misc. <sup>1</sup>	Total	Percentage of total
	CYRA	Outside									
<b>CATCHES—CAPTURAS</b>											
Colombia	6,526	2,534	11,868	3,422	0	0	0	0	139	24,489	5.2
Ecuador	19,828	1,339	54,058	24,509	0	0	0	50	300	100,084	21.1
México	101,473	22,107	26,517	430	327	880	0	11	6	151,751	32.0
Panama	6,027	902	5,983	1,517	0	0	0	0	0	14,429	3.0
U.S.A.	7,756	505	15,712	5,261	2,248	240	60	1	71	31,854	6.7
Vanuatu	18,876	4,507	13,552	4,863	0	0	0	0	0	41,798	8.8
Venezuela	50,838	9,181	6,915	346	0	0	0	35	0	67,315	14.2
Other-Otros <sup>1</sup>	4,359	2,583	24,733	10,886	0	0	0	0	0	42,561	9.0
Total	215,683	43,658	159,338	51,234	2,575	1,120	60	97	516	474,281	
<b>LANDINGS—DESCARGAS</b>											
Colombia	38,040	8,544	20,561	4,636	0	0	0	12	0	71,793	15.1
Costa Rica	21,335	2,465	6,642	2,663	0	0	0	0	4	33,109	7.0
Ecuador	39,237	7,244	93,796	42,653	0	0	7	50	419	183,406	38.5
México	89,785	21,092	24,143	177	420	879	15	11	1	136,523	28.7
Spain	5,006	880	172	0	29	0	0	0	0	6,087	1.3
U.S.A.	4,691	372	10,156	3,116	1,686	240	37	0	70	20,368	4.3
Venezuela	11,760	3,496	2,895	0	0	0	0	21	0	18,172	3.8
Other-Otros <sup>2</sup>	4,813	860	703	101	438	0	0	0	0	6,915	1.5
Total	214,667	44,953	159,068	53,346	2,573	1,119	59	94	494	476,373	

<sup>1</sup> Includes Belize, Cyprus, Honduras, Spain, Taiwan, and unknown. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>1</sup> Incluye Belice, Chipre, España, Honduras, Taiwán, y desconocido. Se usa esta categoría para no revelar información sobre faenas de barcos o empresas individuales.

<sup>2</sup> Includes Italy, Japan, Portugal, and unidentified locations. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye Italia, Japón, Portugal, y localidades no identificadas. Se usa esta categoría para no revelar información sobre faenas de barcos o empresas individuales.

**TABLE 5.** Logged catches, in metric tons, of yellowfin (YFT), skipjack (SKJ), and bigeye (BET) tuna in the EPO in three types of purse-seine sets from trips in which the catch consisted of at least two thirds yellowfin and skipjack, and total purse-seine catches of these three species of tuna. The numbers of dolphin sets differ from those shown in Figure 84 because the values in the figure were obtained from the observer data base.

**TABLA 5** Capturas registradas, en toneladas métricas, de aleta amarilla (YFT), barrilete (SKJ), y patudo (BET) en el OPO en tres tipos de lance cerquero de viajes en los cuales la captura consistió de al menos dos tercios aleta amarilla y barrilete, y capturas totales de las tres especies por barcos cerqueros. Los números de lances sobre delfines no corresponden a aquéllos en la Figura 84 porque los valores en esa figura provienen de la base de datos de observadores.

Year	Logged sets and catches												Total catches		
	Dolphin				Floating object				Free-swimming				YFT	SKJ	BET
	Sets	YFT	SKJ	BET	Sets	YFT	SKJ	BET	Sets	YFT	SKJ	BET			
Año	Lances y capturas registradas												Capturas totales		
	Delfin				Objeto flotante				No asociado				YFT	SKJ	BET
	Lances	YFT	SKJ	BET	Lances	YFT	SKJ	BET	Lances	YFT	SKJ	BET			
1961	3,595	25,870	358	0	178	615	1,640	0	3,368	12,472	13,401	0	84,234	35,707	156
1962	2,822	16,212	170	0	108	501	605	0	7,548	25,338	31,733	18	56,444	50,547	160
1963	3,157	15,383	368	0	124	161	834	0	8,229	20,041	40,309	0	51,139	71,910	0
1964	5,832	31,491	915	0	169	367	551	0	6,596	27,794	28,817	0	80,152	44,158	0
1965	6,031	36,362	744	0	107	576	582	0	6,595	16,090	33,336	8	69,538	55,833	0
1966	5,326	33,061	1,400	0	145	887	551	0	6,060	22,252	27,740	91	74,010	44,225	109
1967	3,462	25,652	310	0	718	1,733	4,883	104	8,635	30,108	68,258	626	72,848	96,432	916
1968	3,754	39,065	509	317	844	6,631	10,024	35	7,246	38,524	36,315	873	93,836	54,268	2,496
1969	7,602	89,414	6,105	0	220	1,441	1,319	23	5,743	19,804	23,872	237	119,305	40,759	576
1970	7,855	91,526	7,262	8	241	1,256	1,717	0	8,536	41,253	25,190	127	145,652	41,461	1,332
1971	4,784	65,680	1,096	0	955	3,708	14,105	100	8,857	29,270	52,870	1,483	114,067	87,012	2,474
1972	8,084	117,890	641	0	577	6,668	4,609	380	4,085	22,540	12,467	1,343	169,425	26,338	2,172
1973	8,608	116,038	666	140	1,002	9,070	6,294	634	7,525	42,441	16,148	728	199,645	33,516	1,848
1974	7,759	89,158	501	16	3,384	29,878	29,665	200	7,466	42,891	25,891	406	199,756	70,924	886
1975	7,894	102,234	793	0	2,699	14,664	29,269	1,722	9,501	42,046	49,672	1,529	194,441	109,606	3,695
1976	7,084	109,192	2,905	0	4,805	32,258	45,007	2,084	10,597	54,010	41,893	5,766	231,876	114,578	10,137
1977	7,133	82,088	2,979	108	2,610	17,364	18,841	2,406	10,434	51,848	31,154	2,764	196,218	76,964	7,053
1978	5,098	51,321	938	5	8,422	41,085	88,423	2,476	11,201	51,665	42,674	7,104	175,400	162,723	11,714
1979	7,265	68,926	1,132	18	6,091	30,594	69,190	1,383	12,321	54,274	36,778	3,341	184,230	124,507	7,531
1980	6,456	61,187	1,762	48	5,542	26,461	63,892	2,360	11,755	44,844	31,787	10,883	156,729	123,614	15,318
1981	6,618	66,600	443	0	5,010	22,665	57,788	2,091	10,644	54,126	32,262	5,800	178,757	112,931	10,090
1982	4,940	48,645	336	0	5,100	21,706	51,901	2,616	6,518	25,020	27,949	918	123,246	94,671	4,079
1983	3,583	29,167	1,363	0	3,057	10,741	23,585	1,517	7,641	35,724	21,138	471	88,495	53,133	3,145
1984	5,928	80,031	627	1	2,278	8,263	30,907	1,691	6,804	43,777	15,646	2,403	141,500	56,948	5,919

TABLE 5. (continued)  
 TABLA 5. (continuación)

Year	Logged sets and catches												Total catches		
	Dolphin				Floating object				Free-swimming				YFT	SKJ	BET
	Sets	YFT	SKJ	BET	Sets	YFT	SKJ	BET	Sets	YFT	SKJ	BET			
Año	Lances y capturas registradas												Capturas totales		
	Delfín				Objeto flotante				No asociado				YFT	SKJ	BET
	Lances	YFT	SKJ	BET	Lances	YFT	SKJ	BET	Lances	YFT	SKJ	BET			
1985	10,156	151,013	71	0	1,434	10,373	19,053	2,221	4,730	31,540	23,296	952	215,608	48,374	4,496
1986	8,843	157,256	431	0	3,370	31,456	34,676	856	3,687	35,081	14,393	118	265,458	61,483	1,939
1987	11,514	165,348	429	20	2,596	23,892	25,309	392	5,090	42,945	22,399	133	266,684	58,622	771
1988	10,077	140,921	4,157	4	2,409	21,738	28,779	418	9,159	84,452	31,988	212	281,832	79,787	1,050
1989	11,308	173,437	1,178	12	2,568	24,387	33,515	554	7,181	54,409	37,228	133	282,870	88,218	1,470
1990	10,270	167,323	743	0	2,689	31,568	30,083	2,653	7,090	49,602	32,065	1,180	268,255	69,821	4,700
1991	8,953	146,533	789	0	2,222	21,555	30,354	1,500	5,435	45,542	17,626	1,209	234,716	59,516	3,702
1992	9,709	159,035	1,032	0	1,962	12,943	40,616	815	6,099	44,703	28,633	3,438	232,761	80,679	5,488
1993	6,660	105,617	698	72	1,777	15,243	40,361	2,506	8,546	84,506	27,516	1,932	223,518	81,500	8,043
1994	7,127	115,722	562	0	1,990	15,251	36,932	19,974	6,719	53,983	17,559	1,270	213,177	71,448	28,684
1995	6,728	131,062	1,220	0	2,465	17,339	48,291	24,096	7,871	55,105	36,082	2,805	220,486	130,974	36,155
1996	6,756	128,728	662	0	2,752	23,959	40,322	35,842	8,073	65,189	26,568	2,353	245,595	108,685	50,927
1997	8,070	142,200	5,490	27	3,377	21,743	56,583	34,282	7,840	58,367	22,575	652	254,981	156,011	51,232

TABLE 6. World catches of the principal market species of tunas, in thousands of metric tons (from FAO yearbooks of fisheries statistics).

TABLA 6. Capturas mundiales de las principales especies comerciales de atunes, en miles de toneladas métricas (de compendios anuales de la FAO de estadísticas pesqueras).

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
<b>Pacific Ocean—Océano Pacífico</b>																											
SKJ	308	350	344	445	519	463	555	503	692	594	627	566	568	712	829	661	816	755	941	868	943	1,259	1,013	1,012	1,056	1,146	1,086
YFT	264	217	308	355	361	358	404	388	384	406	395	409	381	388	411	477	543	598	595	649	705	667	728	692	704	626	593
BET	84	66	88	90	88	103	129	145	122	129	132	104	109	111	103	124	150	149	121	126	163	143	158	131	142	137	123
ALB	85	116	134	136	133	103	147	102	136	103	120	111	110	89	103	105	108	125	129	142	138	97	117	99	116	106	109
NBF	21	25	19	16	16	17	16	18	19	23	17	27	26	16	8	11	14	12	7	9	6	6	7	7	9	7	15
SBF	21	20	20	14	9	10	11	5	8	10	14	11	7	5	3	3	2	2	2	2	3	2	5	5	4	3	3
Total	784	793	913	1,056	1,127	1,054	1,262	1,160	1,360	1,265	1,305	1,229	1,202	1,319	1,458	1,381	1,633	1,642	1,795	1,797	1,958	2,174	2,028	1,946	2,031	2,025	1,929
<b>Atlantic Ocean—Océano Atlántico</b>																											
SKJ	44	70	75	74	111	60	68	109	100	87	106	131	155	134	131	117	124	114	139	114	136	194	147	176	164	153	151
YFT	69	70	88	93	108	124	119	127	124	124	126	151	160	161	115	147	136	133	126	151	174	157	148	152	147	129	136
BET	41	54	45	55	62	63	48	55	54	48	63	66	73	60	69	75	60	49	57	69	67	71	75	106	109	102	102
ALB	70	83	85	76	73	60	78	75	72	74	62	60	73	68	58	76	78	67	69	87	73	56	80	76	67	65	53
NBF	15	16	13	14	22	26	28	25	20	17	20	20	24	24	27	27	21	20	26	25	25	26	27	29	38	35	33
SBF	4	5	11	8	7	2	5	8	10	12	9	7	6	5	5	4	3	4	2	2	2	3	3	4	2	2	3
Total	244	299	317	320	383	334	347	399	381	362	385	434	491	452	405	445	422	388	420	449	477	507	481	542	527	487	477
<b>Indian Ocean—Océano Índico</b>																											
SKJ	42	41	36	34	40	35	39	30	30	36	47	47	53	64	103	137	150	169	210	250	218	215	266	249	270	254	243
YFT	34	31	30	26	28	28	30	52	45	37	35	37	50	59	97	101	120	132	184	177	199	198	257	349	244	287	257
BET	18	17	15	11	21	31	24	32	47	31	31	32	39	44	36	43	47	51	54	45	46	46	39	59	69	86	83
ALB	14	6	7	14	15	5	6	10	17	16	12	13	21	17	15	9	28	28	28	16	21	16	20	19	18	17	20
SBF	22	26	25	27	31	21	27	26	17	17	24	26	29	37	30	29	22	19	19	14	11	6	5	5	7	9	10
Total	129	122	113	112	134	121	125	149	156	138	149	156	192	220	280	318	367	400	495	502	495	482	588	681	608	654	613
<b>All oceans—Todos océanos</b>																											
SKJ	393	461	455	553	670	558	662	642	822	716	780	744	775	910	1,063	914	1,090	1,039	1,290	1,232	1,297	1,668	1,426	1,437	1,490	1,554	1,480
YFT	368	319	426	474	497	510	554	566	553	567	556	597	591	608	623	724	799	864	904	978	1,078	1,022	1,134	1,193	1,091	1,041	985
BET	143	137	148	157	171	197	201	231	223	208	226	202	222	215	208	242	257	248	232	240	276	261	273	296	320	325	308
ALB	169	205	226	225	221	168	230	187	225	193	193	184	205	173	176	190	214	221	226	245	232	169	217	194	202	188	182
NBF	36	41	32	30	38	43	45	43	40	40	37	47	49	40	35	38	36	32	33	34	31	31	34	36	47	43	48
SBF	47	51	55	49	46	33	43	39	35	39	47	45	41	46	38	35	27	26	23	18	16	12	13	14	12	15	16
Total	1,156	1,214	1,343	1,488	1,644	1,509	1,734	1,709	1,897	1,764	1,840	1,819	1,884	1,992	2,144	2,144	2,422	2,430	2,709	2,747	2,930	3,163	3,097	3,169	3,166	3,166	3,019



**TABLE 7.** Catches per ton of carrying capacity by vessel size group for the EPO purse-seine fleet, by species, in the EPO and in all ocean fishing areas. The size groups, by capacity, are as follows: 1, <301 short tons (st) (<273 metric tons (mt)); 2, 301-400 st (273-363 mt); 3, 401-600 st (364-544 mt); 4, 601-800 st (545-726 mt); 5, 801-1000 st (727-907 mt); 6, 1001-1200 st (908-1089 mt); 7, 1201-1400 st (1090-1270 mt); 8, >1400 st (>1270 mt). YFT = yellowfin; SKJ = skipjack; All = all species reported. The 1997 data are preliminary.

**TABLA 7.** Capturas por tonelada de capacidad de acarreo y por clase de arqueo de la flota cerquera del OPO, por especie, en el OPO y en todas las zonas oceánicas de pesca. Las clases de arqueo, por capacidad, son: 1, <301 toneladas cortas (tc) (<273 toneladas métricas (tm)); 2, 301-400 tc (273-363 tm); 3, 401-600 tc (364-544 tm); 4, 601-800 tc (545-726 tm); 5, 801-1000 tc (727-907 tm); 6, 1001-1200 tc (908-1089 tm); 7, 1201-1400 tc (1090-1270 tm); 8, >1400 tc (>1270 tm). YFT = aleta amarilla; SKJ = barrilete; All = todas las especies reportadas. Los datos de 1997 son preliminares.

		Size group and area of catch																Total	
Year	Species	1		2		3		4		5		6		7		8			
		EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All
		Clase de arqueo y zona de captura																Total	
Año	Especie	1		2		3		4		5		6		7		8			
		OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas	OPO	Todas
1986	YFT	2.0	2.0	1.8	1.8	1.5	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.7	2.7	2.1	2.1	2.4	2.4	
	SKJ	2.4	2.4	2.0	2.0	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.1	0.2	0.9	0.9	0.6	0.6	
	All	5.3	5.3	4.3	4.3	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0	2.8	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	
1987	YFT	2.0	2.0	2.2	2.2	1.2	1.4	1.8	1.8	1.5	1.5	2.2	2.3	2.4	2.4	0.9	1.1	2.1	2.1
	SKJ	2.0	2.0	3.3	3.3	1.2	1.5	0.5	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5
	All	5.1	5.1	5.5	5.5	2.4	3.0	2.4	2.4	2.0	2.1	2.5	2.6	2.7	2.7	1.1	1.6	2.6	2.6
1988	YFT	2.8	2.8	3.3	3.3	2.0	2.0	2.2	2.2	1.7	1.7	2.1	2.1	2.1	2.1	1.1	1.2	2.1	2.1
	SKJ	1.7	1.7	1.4	1.4	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.2	0.5	0.6	0.6	
	All	5.6	5.6	5.4	5.4	2.8	2.8	3.0	3.0	2.2	2.2	2.7	2.7	2.7	1.3	1.7	2.8	2.8	
1989	YFT	2.0	2.0	2.4	2.4	1.9	1.9	2.0	2.0	1.5	1.5	2.5	2.5	2.6	2.6	1.6	1.9	2.3	2.4
	SKJ	2.1	2.1	2.3	2.3	1.3	1.3	0.7	0.7	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.8	0.7	0.7
	All	4.9	4.9	5.9	5.9	3.4	3.4	3.1	3.1	2.5	2.5	3.1	3.2	3.1	3.1	2.1	2.7	3.2	3.2
1990	YFT	2.0	2.0	2.3	2.3	1.2	1.2	1.6	1.6	1.1	1.1	2.6	2.6	2.3	2.4	1.8	2.0	2.2	2.2
	SKJ	2.4	2.4	2.2	2.2	1.2	1.2	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.6	0.2	0.5	0.4	0.4	0.6	0.7
	All	5.6	5.6	5.4	5.4	2.9	2.9	2.6	2.6	1.7	1.7	3.1	3.2	2.5	2.8	2.2	2.4	2.9	3.1
1991	YFT	2.0	2.0	3.3	3.3	1.2	1.4	1.9	1.9	1.5	1.5	2.4	2.5	2.7	2.7	1.4	1.5	2.2	2.3
	SJT	1.8	1.8	1.4	1.4	0.8	1.0	0.8	0.8	0.5	0.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
	All	4.1	4.1	5.0	5.0	2.2	2.5	2.8	2.8	2.0	2.0	2.9	3.0	3.0	3.0	1.8	2.1	2.8	2.9
1992	YFT	1.5	1.5	2.1	2.1	0.9	0.9	1.8	1.8	1.5	1.5	2.6	2.7	3.4	3.4	1.1	1.1	2.3	2.4
	SJT	2.1	2.1	2.1	2.1	1.2	1.2	1.1	1.1	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.9	0.9	0.8	0.8
	All	4.0	4.0	4.4	4.4	2.4	2.4	3.0	3.0	2.3	2.3	3.2	3.3	3.9	3.9	2.1	2.1	3.2	3.3
1993	YFT	2.6	2.6	2.5	2.5	1.0	1.1	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	3.0	3.0	1.3	1.4	2.2	2.3	
	SKJ	2.0	2.0	1.7	1.7	1.5	1.6	1.1	1.1	0.8	0.8	0.5	0.6	0.7	0.7	0.9	1.0	0.8	0.9
	All	4.8	4.8	4.3	4.3	2.6	2.8	3.3	3.3	3.0	3.0	2.7	2.8	3.8	3.8	2.4	2.6	3.1	3.2
1994	YFT	2.7	2.7	2.2	2.2	1.7	1.7	1.3	1.4	1.2	1.2	2.2	2.4	2.6	2.6	1.4	1.7	2.1	2.2
	SKJ	1.1	1.1	1.4	1.4	0.6	0.6	0.8	0.9	1.0	1.0	0.5	0.6	0.7	0.7	0.6	0.8	0.7	0.7
	All	4.5	4.5	4.2	4.2	2.6	2.6	2.5	2.6	3.0	3.0	2.9	3.2	3.7	3.7	2.4	3.0	3.1	3.3
1995	YFT	1.8	1.8	2.4	2.4	0.7	0.7	1.5	1.5	1.4	1.4	2.4	2.4	2.6	2.6	1.3	1.3	2.1	2.1
	SKJ	2.3	2.3	2.7	2.7	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	0.9	0.9	1.0	1.0	0.8	0.8	1.2	1.2
	All	4.8	4.8	5.9	5.9	2.3	2.3	3.5	3.5	3.8	3.9	3.6	3.7	3.8	3.8	2.8	2.8	3.7	3.8
1996	YFT	2.0	2.0	2.7	2.7	0.5	0.5	1.6	1.7	1.4	1.4	2.5	2.6	2.7	2.7	1.0	1.1	2.1	2.2
	SKJ	2.1	2.1	2.5	2.5	1.5	1.5	1.1	1.2	1.2	1.3	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7	0.9	1.0
	All	4.8	4.8	6.2	6.2	2.9	2.9	3.5	3.6	3.7	3.8	3.7	3.7	3.5	3.5	1.8	2.1	3.6	3.7
1997	YFT	2.0	2.0	2.2	2.2	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.5	2.5	2.5	2.3	2.3	1.1	1.2	2.0	2.1
	SKJ	2.5	2.5	3.3	3.3	2.0	2.1	1.5	1.5	2.0	2.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.2	1.3
	All	5.3	5.3	6.6	6.6	4.5	4.6	3.6	3.6	4.3	4.4	3.6	3.7	3.3	3.4	2.2	2.4	3.7	3.8

**TABLE 8.** Observed and predicted values for retained catches of other tunas, catches of bigeye (both in metric tons), and ratios of predicted to observed numbers of sets, without redistribution of effort, in the eastern Pacific Ocean (EPO).

**TABLA 8.** Valores observados y predichos de las capturas retenidas de otros atunes, capturas de patudo (ambas en toneladas métricas), y razones de número de lances predicho a número de lances observado, sin redistribución de esfuerzo, en el Océano Pacífico oriental (OPO).

Year	Quarter	Observed		Predicted		Ratio of sets
		Other tunas	Bigeye	Other tunas	Bigeye	
Año	Trimestre	Observado		Predicho		Razón de lances
		Otros atunes	Patudo	Otros atunes	Patudo	
1994	1	25,315	127	24,899	58	0.98
	2	10,242	2,141	7,336	578	0.68
	3	9,133	6,222	2,467	1,587	0.33
	4	8,659	14,519	6,520	9,796	0.77
1995	1	15,105	4,993	12,890	1,308	0.80
	2	14,934	5,821	11,072	2,944	0.72
	3	24,509	10,302	8,252	2,179	0.33
	4	21,597	11,229	8,021	3,937	0.39
1996	1	17,183	11,503	14,610	5,362	0.79
	2	18,278	11,725	8,046	3,385	0.42
	3	21,501	13,543	8,212	3,440	0.33
	4	21,341	17,055	10,234	7,569	0.46
Totals		207,796	109,180	122,559	42,143	
Predicted/observed— Predicho/observado				0.59	0.39	0.58

**TABLE 9.** Observed and predicted values for retained catches of other tunas, catches of bigeye (both in metric tons), and ratios of predicted to observed numbers of sets, with redistribution of effort, in the EPO.

**TABLA 9.** Valores observados y predichos de las capturas retenidas de otros atunes, capturas de patudo (ambas en toneladas métricas), y razones de número de lances predicho a número de lances observado, con redistribución de esfuerzo, en el OPO.

Year	Quarter	Observed		Predicted		Ratio of sets
		Other tunas	Bigeye	Other tunas	Bigeye	
Año	Trimestre	Observado		Predicho		Razón de lances
		Otros atunes	Patudo	Otros atunes	Patudo	
1994	1	25,315	127	25,317	59	1.00
	2	10,242	2,141	10,755	848	1.00
	3	9,133	6,222	7,413	4,768	1.00
	4	8,659	14,519	8,445	12,688	1.00
1995	1	15,105	4,993	16,072	1,631	1.00
	2	14,934	5,821	15,301	4,068	1.00
	3	24,509	10,302	24,750	6,534	1.00
	4	21,597	11,229	20,631	10,127	1.00
1996	1	17,183	11,503	18,608	6,830	1.00
	2	18,278	11,725	19,244	8,095	1.00
	3	21,501	13,543	24,735	10,363	1.00
	4	21,341	17,055	22,062	16,319	1.00
Totals		207,796	109,180	213,334	82,329	
Predicted/observed— Predicho/observado				1.03	0.75	1.00

**TABLE 10.** Tagged yellowfin tuna released in the central or western Pacific Ocean and recaptured in the eastern Pacific Ocean.**TABLA 10.** Atunes aleta amarilla marcados liberados en el Océano Pacífico central u occidental y recapturados en el Océano Pacífico oriental.

Release			Recapture			Days free	Net dis- tance (nm)	Source
Date	Location	Length (cm)	Date	Location	Length (cm)			
Liberación			Recaptura			Días en libertad	Distancia neta (mn)	Fuente
Fecha	Posición	Longitud (cm)	Fecha	Posición	Longitud (cm)			
Jul. 22, 1978	4°05'N- 159°15'W	79	Aug. 29, 1981	17°38'N- 117°48'W	?	1,135	2,567	IATTC An. Rep., 1981: 30—124
Feb. 16, 1980	17°46'S- 150°32'W	85	Aug. 31, 1982	2°13'N- 120°06'W	?	928	2,162	IATTC An. Rep., 1982: 34—130
Apr. 21, 1980	16°01'S- 179°48'E	53	Aug. 31, 1982	2°54'N- 118°55'W	?	862	3,806	IATTC An. Rep., 1982: 34—130
Nov. 12, 1996	18°42'N- 158°16'W	61	Jul. 13, 1997	31°52'N- 118°44'W	?	244	2,271	

**TABLE 11.** Estimated average numbers of yellowfin in the eastern Pacific Ocean (EPO), in thousands, for the X and Y cohorts during 1967 through 1997.

**TABLA 11.** Estimaciones del número promedio de aletas amarillas en el Océano Pacífico oriental (OPO), en miles de peces, para las cohortes X e Y entre 1967 y 1997.

Year Año	Quarter Trimestre	X cohort—Cohorte X						Y cohort—Cohorte Y							
		0	I	II	III	IV	V	VI	0	I	II	III	IV	V	VI
1967	1	0	15021	10011	2117	574	263	95	0	19112	4460	1245	390	80	56
	2	0	12298	7130	1638	412	204	78	38669	13697	3082	896	287	64	46
	3	0	9388	5134	1261	301	160	63	31659	8918	2454	651	219	52	37
	4	33204	7538	4098	942	224	128	52	25918	7101	1933	470	170	42	31
1968	1	0	27185	5958	3137	692	171	104	0	21187	5561	1477	343	135	34
	2	0	22250	4099	1795	490	132	85	25291	15817	3871	1068	252	108	28
	3	0	18171	3014	1311	358	105	69	20707	10124	2783	766	192	87	23
	4	26154	14662	2406	974	268	84	57	16933	7989	2174	557	149	71	19
1969	1	0	21413	11514	1912	685	204	68	0	13635	5735	1449	403	118	58
	2	0	17426	8600	1466	451	158	55	27177	8999	3494	752	294	94	47
	3	0	13894	6876	1117	326	125	45	22251	6240	2672	493	225	76	38
	4	26932	10520	5526	781	241	100	37	18215	4633	2016	320	175	62	31
1970	1	0	22050	7218	4205	508	184	81	0	14632	2972	1399	219	138	50
	2	0	18045	4506	2880	261	143	65	27021	10483	1716	835	150	111	41
	3	0	14631	3453	2130	176	113	53	22123	7138	1322	534	114	89	33
	4	34647	11316	2654	1524	125	90	44	18096	5294	986	340	89	72	27
1971	1	0	28363	8191	1986	1083	95	72	0	14514	3805	651	195	70	59
	2	0	23047	5620	1501	766	72	59	27627	10062	2309	406	136	56	48
	3	0	18496	4384	1104	562	57	48	22619	7496	1725	270	103	45	40
	4	19755	14202	3459	725	415	45	39	18516	5909	1260	149	80	37	32
1972	1	0	16174	10643	2175	453	312	37	0	14653	4120	673	79	63	30
	2	0	13224	6572	1027	283	241	30	37055	10841	2891	309	46	50	24
	3	0	10736	4896	699	166	189	24	30337	7852	2198	152	31	40	20
	4	16531	8640	3500	431	108	151	20	24836	6195	1608	67	24	33	16
1973	1	0	13534	6888	2427	204	80	122	0	19557	4258	1078	39	19	27
	2	0	10790	5151	1296	91	62	100	69765	9436	2594	591	24	15	22
	3	0	8686	4101	910	46	49	81	57119	5329	1927	268	16	12	18
	4	46998	6914	3207	445	23	39	67	46432	3728	1452	90	12	10	15

TABLE 11. (continued)  
 TABLA 11. (continuación)

Year Año	Quarter Trimestre	X cohort—Cohorte X								Y cohort—Cohorte Y					
		0	I	II	III	IV	V	VI	0	I	II	III	IV	V	VI
1974	1	0	38478	5281	1981	227	12	32	0	34412	2603	970	29	9	8
	2	0	31259	4003	1104	138	9	26	29213	18767	1774	629	17	7	7
	3	0	25025	3220	748	53	7	21	23915	10446	1356	307	13	6	5
	4	36825	19521	2499	436	21	6	17	18677	7499	999	145	9	5	4
1975	1	0	30138	12934	1691	261	10	5	0	14681	5323	690	78	7	4
	2	0	23988	8682	965	125	7	4	37326	10818	3726	392	28	5	3
	3	0	18029	6202	577	44	5	3	30471	8138	2565	204	11	4	3
	4	17402	13433	4606	324	15	4	2	24336	6518	1707	93	6	4	2
1976	1	0	14242	9959	3000	190	8	3	0	16346	5012	1184	40	5	3
	2	0	11530	5956	1998	76	4	2	28877	9494	3782	694	18	4	2
	3	0	8905	4218	1251	21	3	2	23609	5768	2372	287	13	3	2
	4	18815	6422	3222	690	8	2	2	18837	3926	1449	113	9	2	2
1977	1	0	15324	4860	2334	261	3	2	0	14116	2777	1044	62	7	2
	2	0	12135	3191	1524	154	2	2	70175	8166	1954	707	43	6	2
	3	0	9341	2216	679	59	2	1	57110	4739	1154	259	28	5	1
	4	34713	6750	1559	309	16	1	1	43924	3316	817	80	19	4	1
1978	1	0	28274	4933	1175	179	10	1	0	29325	2421	590	36	14	3
	2	0	19845	3361	747	117	7	1	43050	13878	1654	404	21	12	3
	3	0	12415	2504	507	57	6	1	34543	8180	1233	247	12	9	2
	4	40232	9089	1792	286	17	4	1	26102	5926	888	94	6	8	2
1979	1	0	32909	6100	1292	152	9	4	0	17000	4165	551	50	4	6
	2	0	24768	4051	772	88	6	3	40830	9946	2347	361	32	3	5
	3	0	16872	3112	497	36	5	2	32485	6205	1623	194	20	2	4
	4	30586	9700	2335	317	23	4	2	21046	4285	1103	128	15	2	3
1980	1	0	24535	6477	1689	163	9	3	0	14018	3208	636	62	10	2
	2	0	17174	3393	1236	76	3	3	43371	7724	2400	410	24	5	1
	3	0	10233	2432	859	33	2	2	35048	4939	1663	212	14	4	1
	4	22627	6867	1805	572	16	2	2	27103	3630	1162	122	9	3	1

TABLE 11. (continued)  
 TABLA 11. (continuación)

Year Año	Quarter Trimestre	X cohort—Cohorte X						Y cohort—Cohorte Y							
		0	I	II	III	IV	V	VI	0	I	II	III	IV	V	VI
1981	1	0	18246	4903	1279	321	11	1	0	19620	2779	852	68	6	2
	2	0	13112	3185	893	149	5	1	31834	11507	1967	563	27	5	2
	3	0	8043	2158	599	75	4	1	25765	6008	1432	258	18	4	2
	4	24469	4405	1456	357	51	3	1	19700	3599	919	164	13	3	1
1982	1	0	19614	2769	1046	210	17	3	0	13356	2317	633	59	9	2
	2	0	12928	1909	717	126	11	2	39491	8488	1106	428	35	7	2
	3	0	7925	1462	476	69	8	2	31196	5384	807	225	23	6	2
	4	31751	5569	1149	277	39	6	1	21408	4173	542	126	15	5	1
1983	1	0	25813	4231	904	99	18	4	0	15216	3382	344	45	9	4
	2	0	19663	3105	681	43	12	3	42120	10460	2627	205	26	7	3
	3	0	13568	2373	458	24	9	3	34332	7765	1860	124	19	5	2
	4	40531	10092	1825	306	17	7	2	27329	6199	1047	75	15	4	2
1984	1	0	32878	8143	1407	154	11	6	0	21548	4888	641	43	11	4
	2	0	25803	6209	1038	79	8	5	39279	16618	3394	385	27	9	3
	3	0	18233	4893	697	35	6	4	31915	12823	2395	178	17	7	2
	4	42387	12630	3687	386	19	5	3	25002	9648	1549	81	13	6	2
1985	1	0	34703	9704	2705	166	12	4	0	21171	7183	950	37	10	5
	2	0	27769	7545	1775	76	9	3	34518	16497	4920	470	20	8	4
	3	0	22322	5469	1063	31	7	3	28022	12959	3236	188	12	6	3
	4	40408	17269	4155	574	15	6	2	22781	10158	2078	69	9	5	3
1986	1	0	32894	10682	3051	293	11	5	0	17336	7733	1288	34	7	4
	2	0	26608	7628	1885	92	8	4	40439	13327	5125	608	14	5	3
	3	0	21092	6102	1069	19	6	3	32905	9670	3361	177	8	4	3
	4	52588	16317	4838	565	6	5	2	24999	6351	2236	62	6	4	2
1987	1	0	42789	12437	3659	308	3	4	0	18805	4670	1461	22	5	3
	2	0	34123	8540	2223	177	1	3	78639	13581	3007	854	9	4	2
	3	0	25754	6259	1272	74	1	3	64163	10431	2045	330	6	3	2
	4	51592	17279	4034	678	32	0	2	51666	8184	1399	151	4	2	2

TABLE II. (continued)  
 TABLA II. (continuación)

Year Año	Quarter Trimestre	X cohort—Cohorte X						Y cohort—Cohorte Y							
		0	I	II	III	IV	V	VI	0	I	II	III	IV	V	VI
1988	1	0	42137	12649	2899	384	15	0	0	39112	6274	1001	52	3	2
	2	0	33080	8656	1972	154	9	0	49261	23229	4642	594	12	3	2
	3	0	24172	6374	1333	64	7	0	40210	16454	3438	293	5	2	1
	4	46521	17373	4440	824	33	6	0	31999	11596	2216	141	4	2	1
1989	1	0	38061	12503	3258	453	14	4	0	25093	8107	1467	56	3	1
	2	0	29687	8753	2140	217	9	4	40188	18558	5850	872	16	2	1
	3	0	22387	6015	1386	89	7	3	32838	14167	4074	408	9	2	1
	4	42704	15829	4127	835	34	5	2	26178	10529	2711	181	5	2	1
1990	1	0	34842	11594	2844	383	15	4	0	20425	7896	1732	44	3	1
	2	0	27699	7610	1850	182	9	3	48598	14103	5102	1022	18	3	1
	3	0	21613	4922	1214	71	7	3	39760	9097	3258	436	11	2	1
	4	38309	16838	3450	696	36	5	2	31244	6563	2152	193	7	2	1
1991	1	0	31330	13161	2499	352	24	4	0	23099	4941	1345	90	5	1
	2	0	24341	9341	1672	152	16	3	57914	15893	3283	733	46	4	1
	3	0	19091	6617	1054	49	9	3	47335	11704	2164	303	18	2	1
	4	30125	14350	4727	599	28	7	2	37131	8405	1510	105	13	2	1
1992	1	0	24565	11166	3282	301	19	6	0	29024	6192	899	35	9	1
	2	0	19159	8105	2049	133	13	5	43746	21137	4237	483	20	7	1
	3	0	14699	5921	1216	67	10	4	35611	14269	3000	241	12	6	1
	4	38027	11200	4270	657	32	8	3	28734	10596	2142	83	9	5	1
1993	1	0	31133	8321	3115	315	23	7	0	23181	8019	1426	23	7	4
	2	0	24594	5967	1869	143	18	5	44502	17070	5895	838	11	6	3
	3	0	18582	4536	1199	63	14	4	36307	12083	4190	481	5	4	3
	4	44471	12455	3645	759	21	11	4	28945	9185	3022	236	4	4	2
1994	1	0	36312	8908	2722	364	11	9	0	22243	6894	1487	54	2	3
	2	0	29578	6558	1859	170	8	7	37269	16218	4115	898	14	1	2
	3	0	22815	5034	1247	73	6	6	30160	12550	2777	427	5	1	2
	4	38412	17504	3833	774	20	4	5	23720	9727	1894	173	3	1	2



TABLE 11. (continued)  
 TABLA 11. (continuación)

Year Año	Quarter Trimestre	X cohort—Cohorte X						Y cohort—Cohorte Y							
		0	I	II	III	IV	V	VI	0	I	II	III	IV	V	VI
1995	1	0	31442	13987	2863	309	10	3	0	18903	7365	1137	37	2	1
	2	0	25510	10180	1858	112	6	3	38606	14229	5134	599	8	1	1
	3	0	19662	7584	1186	42	4	2	31124	10625	3411	279	3	1	0
	4	42490	14763	5917	689	19	3	2	24488	8240	2330	110	1	1	0
1996	1	0	34663	11199	4002	405	11	3	0	18831	6124	1462	31	1	1
	2	0	28023	8085	2472	223	6	2	39674	12690	4052	868	12	1	1
	3	0	20518	6332	1616	71	4	2	32039	9749	2851	420	3	1	0
	4	44950	14414	4826	1006	25	3	1	23643	7146	2006	208	1	0	0
1997	1	0	36699	10333	3531	569	7	2	0	17129	4768	1231	55	0	0
	2	0	28936	5774	2357	296	2	2	40042	10152	2898	729	15	0	0
	3	0	20548	3664	1477	177	1	2	32425	7139	1518	419	11	0	0
	4	40000	15243	2577	977	124	1	1	25459	5106	926	249	7	0	0

**TABLE 12.** Estimated recruitment of yellowfin in the EPO, in thousands of fish, of the X and Y cohorts, and of the X and Y cohorts combined. The initial estimates correspond to the numbers of fish at the beginning of the first month in the first year that they reach a length of about 30 cm (November for the X group and May for the Y group). The average estimates correspond to the average numbers alive during that first month; these numbers are the same as those in Table 11. The estimates for 1992-1997 are preliminary.

**TABLA 12.** Reclutamiento estimado de aleta amarilla en el OPO, en miles de peces, de las cohortes X e Y, y de las cohortes X e Y combinadas. Las estimaciones iniciales corresponden al número de peces al principio del primer mes del primer año en el cual alcanzaron un tamaño de unos 30 cm (noviembre para el grupo X y mayo para el grupo Y). Las estimaciones medias corresponden al número medio vivo durante ese primer mes; esas cantidades son iguales a aquéllas en la Tabla 11. Las estimaciones para 1992-1997 son preliminares.

Year—Año	Initial—Inicial			Average—Promedio		
	X	Y	X + Y	X	Y	X + Y
1967	34,323	39,972	74,295	33,204	38,669	71,873
1968	27,035	26,143	53,178	26,154	25,291	51,445
1969	27,839	28,093	55,932	26,932	27,177	54,109
1970	35,815	27,932	63,747	34,847	27,021	61,668
1971	20,421	28,558	48,979	19,755	27,627	47,382
1972	17,088	38,304	55,392	16,531	37,055	53,586
1973	48,582	72,116	120,698	46,998	69,765	116,763
1974	38,070	30,198	68,268	36,825	29,213	66,038
1975	17,988	38,584	56,572	17,402	37,326	54,728
1976	19,469	29,850	49,319	18,815	28,877	47,692
1977	35,883	72,541	108,424	34,713	70,175	104,888
1978	41,591	44,579	86,170	40,232	43,050	83,282
1979	31,618	42,230	73,848	30,586	40,830	71,416
1980	23,390	44,838	68,228	22,627	43,371	65,998
1981	25,301	32,912	58,213	24,469	31,834	56,303
1982	32,833	40,827	73,660	31,751	39,491	71,242
1983	41,897	43,549	85,446	40,531	42,120	82,651
1984	43,816	40,623	84,439	42,387	39,279	81,666
1985	41,770	35,682	77,452	40,408	34,518	74,926
1986	54,387	41,802	96,189	52,588	40,439	93,027
1987	53,331	81,291	134,622	51,592	78,639	130,231
1988	48,094	50,934	99,028	46,521	49,261	95,782
1989	44,143	41,543	85,686	42,704	40,188	82,892
1990	39,610	50,236	89,846	38,309	48,598	86,907
1991	31,140	59,866	91,006	30,125	57,914	88,039
1992	39,309	45,221	84,530	38,027	43,746	81,773
1993	45,971	46,003	91,974	44,471	44,502	88,973
1994	39,712	38,525	78,237	38,412	37,269	75,681
1995	43,925	39,907	83,832	42,490	38,606	81,096
1996	46,469	41,011	87,480	44,950	39,674	84,624
1997	41,348	41,392	82,740	40,000	40,042	80,042
Average— Promedio	36,522	43,073	79,595	35,328	41,663	76,991

**TABLE 13.** Average weights of yellowfin in the EPO during each quarter, beginning with the quarter in which they were recruited into the fishery.

**TABLA 13.** Peso promedio de atunes aleta amarilla en el OPO en cada trimestre, a partir del trimestre en el cual fueron reclutados a la pesquería.

Quarter	Average weight		Quarter	Average weight		Quarter	Average weight	
	kg	lbs		kg	lbs		kg	lbs
Trimestre	Peso promedio		Trimestre	Peso promedio		Trimestre	Peso promedio	
	kg	libras		kg	libras		kg	libras
1	0.38	0.84	10	27.78	61.24	19	101.66	224.11
2	0.82	1.80	11	35.01	77.19	20	109.02	240.35
3	1.60	3.52	12	42.88	94.54	21	115.90	255.52
4	2.87	6.33	13	51.21	112.89	22	122.29	269.60
5	4.80	10.58	14	59.81	131.86	23	128.16	282.55
6	7.53	16.60	15	68.52	151.07	24	133.54	294.40
7	11.17	24.62	16	77.19	170.17	25	138.43	305.18
8	15.77	34.76	17	85.67	188.86	26	142.86	314.95
9	21.32	47.01	18	93.85	206.90	27	146.85	323.75

**TABLE 14.** Quotas, catches, and catches per day's fishing (CPDFs) (Class-6 purse seiners) for yellowfin in the EPO. The quotas are expressed in thousands of short and metric tons, the catches in thousands of metric tons, and the CPDFs in metric tons per day. The quotas apply only to the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

**TABLA 14.** Cuotas, capturas, y capturas por día de pesca (CPDP) (cerqueros de la Clase 6) para el aleta amarilla en el OPO. Se expresan las cuotas en miles de toneladas cortas y métricas, las capturas en miles de toneladas métricas, y las CPDP en toneladas métricas por día. Las cuotas se aplican al Área Reglamentaria de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA) solamente.

Year	CYRA			EPO			CPDF
	Quota in short tons	Quota in metric tons	Surface catch	Surface catch	Longline catch	Total catch	
Año	ARCAA			OPO			CPDP
	Cuota en toneladas cortas	Cuota en toneladas métricas	Captura de superficie	Captura de superficie	Captura palangre	Captura total	
1967	84.5	76.7	80.0	80.0	11.3	91.3	6.2
1968	93.0	84.4	100.9	102.0	16.5	118.5	14.8
1969	120.0	108.9	111.4	128.9	18.0	146.9	15.5
1970	120.0	108.9	127.8	155.6	14.0	169.6	12.7
1971	140.0 + (2 x 10) <sup>1</sup>	127.0 + (2x 9.1)	102.2	122.8	8.0	130.8	9.3
1972	120.0 + (2 x 10)	108.9 + (2 x 9.1)	136.5	177.1	16.3	193.4	13.2
1973	130.0 + (3 x 10)	117.9 + (3 x 9.1)	160.3	205.3	12.9	218.2	11.5
1974	175.0 + (2 x 10)	158.8 + (2 x 9.1)	173.2	210.4	10.0	220.4	9.2
1975	175.0 + (2 x 10)	158.8 + (2 x 9.1)	158.8	202.1	13.4	215.5	8.3
1976	175.0 + (2 x 10)	158.8 + (2 x 9.1)	190.2	236.3	15.9	252.2	9.1
1977	175.0 + (20 + 15)	158.8 + (18.1 + 13.6)	182.7	198.8	12.4	211.2	7.3
1978	175.0 + (20 + 15)	158.8 + (18.1 + 13.6)	166.0	180.5	10.6	191.1	6.2
1979	175.0 + (20 + 15)	158.8 + (18.1 + 13.6)	175.9	189.7	10.3	200.0	5.5
1980	165.0 + (total of 45) <sup>3</sup>	149.7 + (total of 40.8) <sup>3</sup>	132.0	159.4	13.2	172.6	4.9
1981	165.0 + (3 x 15) <sup>3</sup>	149.7 + (3 x 13.6) <sup>3</sup>	157.7	181.8	8.4	190.2	5.5
1982	160.0 + (2 x 15) <sup>3</sup>	145.1 + (2 x 13.6) <sup>3</sup>	106.9	125.1	9.8	134.9	4.7
1983	170.0 + (2 x 15) <sup>3</sup>	154.2 + (2 x 13.6) <sup>3</sup>	82.0	94.3	10.3	104.6	5.1
1984	162.0 + (2 x 15) <sup>3</sup>	147.0 + (2 x 13.6) <sup>3</sup>	128.6	145.1	10.5	155.6	8.8
1985	174.0 + (20 + 10) <sup>3</sup>	157.9 + (18.1 + 9.1) <sup>3</sup>	192.5	217.0	12.6	229.6	11.9
1986	175.0 + (2 x 15) <sup>3</sup>	158.8 + (2 x 13.6) <sup>3</sup>	228.1	268.3	22.5	290.8	15.7
1987	none—ninguna		248.2	272.2	18.9	291.1	12.6
1988	190.0 + (2 x 30) <sup>3</sup>	172.4 + (2 x 27.2) <sup>3</sup>	267.2	288.0	13.1	301.1	12.2
1989	220.0 + (2 x 30) <sup>3</sup>	199.6 + (2 x 27.2) <sup>3</sup>	242.3	289.4	16.7	306.1	12.4
1990	200.0 + (5 x 20) <sup>3</sup>	181.4 + (5 x 18.1) <sup>3</sup>	226.4	273.3	30.0	303.3	12.6
1991	210.0 + (4 x 20) <sup>3</sup>	190.5 + (4 x 18.1) <sup>3</sup>	219.4	239.0	25.4	264.4	13.7
1992	210.0 + (4 x 20) <sup>3</sup>	190.5 + (4 x 18.1) <sup>3</sup>	221.3	239.8	16.1	255.9	14.2
1993	250.0 + (4 x 25) <sup>3</sup>	226.8 + (4 x 22.7) <sup>3</sup>	213.3	232.1	24.6	256.7	13.1
1994	250.0 + (4 x 25) <sup>3</sup>	226.8 + (4 x 22.7) <sup>3</sup>	196.3	218.4	28.7	248.1	12.1
1995	235.0 + (3 x 20) <sup>3</sup>	213.2 + (3 x 18.1) <sup>3</sup>	196.3	223.8	19.7	243.5	11.9
1996	235.0 + (3 x 20) <sup>3</sup>	213.2 + (3 x 18.1) <sup>3</sup>	218.0	249.6	15.1 <sup>2</sup>	264.7 <sup>2</sup>	12.9 <sup>2</sup>
1997	242.5 + (3 x 16.5) <sup>3</sup>	220.0 + (3 x 15.0) <sup>3</sup>	219.0 <sup>2</sup>	260.3 <sup>2</sup>	17.2 <sup>2</sup>	277.5 <sup>2</sup>	12.5 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> indicates two increments of 10 thousand short tons (9.1 thousand metric tons) to be added at the discretion of the Director—señala dos incrementos de 10 mil toneladas cortas (9.1 mil toneladas métricas) cada uno, que se pueden añadir al discreción del Director

<sup>2</sup> preliminary estimates—estimaciones preliminares

<sup>3</sup> approved, but not implemented—aprobada, pero no puesta en vigor

TABLE 15. Annual catches of bigeye, in thousands of metric tons. ROC = Republic of China; ROK = Republic of Korea.

TABLA 15. Capturas anuales de patudo, en miles de toneladas métricas. ROC = República de China; ROK = República de Corea.

Year	Eastern Pacific Ocean					Total	Western Pacific Ocean <sup>3</sup>	Total Pacific Ocean <sup>4</sup>	Atlantic and Indian Oceans <sup>4</sup>	Total <sup>4</sup>
	Surface <sup>1</sup>	Longline			Total					
		Japan <sup>2</sup>	ROC <sup>2</sup>	ROK <sup>2</sup>						
Año	Océano Pacífico oriental					Total	Océano Pacífico occidental <sup>3</sup>	Total Océano Pacífico <sup>4</sup>	Océanos Atlántico e Índico <sup>4</sup>	Total <sup>4</sup>
	Superficie <sup>1</sup>	Palangre			Total					
		Japón <sup>2</sup>	ROC <sup>2</sup>	ROK <sup>2</sup>						
1954	0.3	1.5	*	*	1.5	1.8	*	*	*	*
1955	0.1	1.8	*	*	1.8	1.9	*	*	*	*
1956	0.0	2.4	*	*	2.4	2.4	*	*	*	*
1957	0.1	9.5	*	*	9.5	9.6	*	*	*	*
1958	0.3	10.3	*	*	10.3	10.6	*	*	*	76.8
1959	0.2	11.2	*	*	11.2	11.4	*	*	*	76.8
1960	0.2	17.3	*	*	17.3	17.5	*	*	*	74.8
1961	0.3	51.3	*	*	51.3	51.5	*	*	*	116.8
1962	0.4	44.2	*	*	44.2	44.5	*	*	*	129.7
1963	0.1	65.3	*	*	65.3	65.4	*	*	*	133.7
1964	0.1	45.4	*	*	45.4	45.5	38.2	83.7	38.8	122.6
1965	0.1	28.6	*	*	28.6	28.7	40.2	68.9	46.2	115.1
1966	0.3	34.1	*	*	34.1	34.4	42.7	77.1	43.1	120.2
1967	1.7	34.2	*	*	34.2	35.9	45.7	81.6	49.5	131.1
1968	2.6	33.8	*	*	33.8	36.4	30.6	67.0	58.2	125.2
1969	0.6	50.8	*	*	50.8	51.4	28.3	79.7	61.9	141.6
1970	1.3	31.8	*	*	31.8	33.1	51.1	84.2	58.4	142.6
1971	2.6	29.2	0.7	*	29.9	32.5	33.6	66.0	71.1	137.0
1972	2.2	34.7	1.7	*	36.4	38.6	49.1	87.7	60.1	147.8
1973	2.0	51.0	2.4	*	53.4	55.4	35.0	90.4	66.5	156.8
1974	0.9	35.3	1.2	*	36.5	37.4	50.5	87.9	83.3	171.3
1975	3.7	41.2	0.9	0.6	42.7	46.4	56.7	103.1	93.8	196.9
1976	10.2	49.5	0.5	1.1	51.1	61.3	67.7	129.0	71.9	200.8
1977	7.1	67.4	0.4	3.3	71.1	78.2	66.8	145.0	86.2	231.1
1978	11.7	67.3	0.3	3.0	70.6	82.3	39.3	121.6	101.2	222.8
1979	7.5	55.0	0.3	0.8	56.1	63.6	65.4	129.0	78.9	207.9
1980	15.4	55.6	0.8	2.0	58.4	73.8	58.7	132.5	94.0	226.5
1981	10.1	45.2	0.6	2.7	48.5	58.6	45.7	104.3	98.0	202.2
1982	4.1	41.3	0.1	2.4	43.8	47.9	61.5	109.4	112.1	221.6
1983	3.3	74.1	0.2	4.2	78.5	81.8	29.6	111.4	104.1	215.5
1984	5.9	64.1	0.1	2.6	66.8	72.7	30.5	103.2	104.4	207.6
1985	4.5	65.8	0.1	4.9	70.8	75.3	49.0	124.3	117.7	242.0
1986	1.9	96.6	0.1	10.7	107.4	109.3	40.9	150.2	106.8	257.0
1987	0.8	91.6	0.6	10.1	102.3	103.1	45.6	148.7	99.8	248.5
1988	1.1	58.7	0.4	5.0	64.1	65.2	55.5	120.7	111.0	231.7
1989	1.5	62.8	0.6	2.6	66.0	67.5	58.1	125.6	114.1	239.7
1990	4.7	78.2	0.5	10.9	89.6	94.3	68.3	162.6	113.2	275.8
1991	3.7	74.8	0.6	20.0	95.4	99.1	44.1	143.2	117.3	260.5
1992	5.5	62.3	0.2	7.2	69.7	75.2	83.2	158.4	114.9	273.3
1993	8.1	54.8	0.4	7.2	62.4	70.5	60.8	131.3	165.0	296.3
1994	29.4	52.9	0.4	7.1	60.4	89.8	52.4	142.2	177.8	320.0
1995	37.3	40.6	0.4	7.1	48.1	85.4	51.8	137.2	188.0	325.3
1996**	51.4	33.9	0.4	7.0	41.3	92.7	30.1	122.8	185.2	308.0
1997**	50.8	30.0	0.4	6.8	36.8	87.6	*	*	*	*

**TABLE 15.** (continued)

**TABLA 15.** (continuación)

<sup>1</sup> Source: Table 3—Fuente: Tabla 3

<sup>2</sup> Sources: published and unpublished data from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan, Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC, and National Fisheries Research and Development Agency, Republic of Korea. The data were converted from numbers of fish to weight in metric tons with the average weight data in Table 16.—Fuentes: datos publicados e inéditos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) en Shimizu (Japón), el Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan en Taipei, y la Agencia Nacional de Investigación y De-sarrollo Pesquero de la República de Corea. Se convirtieron los datos de números de peces a peso en toneladas métricas usando los datos de peso promedio en la Tabla 16.

<sup>3</sup> Total Pacific Ocean minus EPO—Total de Océano Pacífico menos el OPO

<sup>4</sup> Sources: 1958-1969 — FAO yearbooks of fisheries statistics; 1970-1996 - FAO data base—Fuentes: 1958-1969—Compendios anuales de estadísticas pesqueras de la FAO; 1970-1996 - base de datos de la FAO

\* not available—no disponible

\*\* preliminary—preliminar

**TABLE 16.** Catches of bigeye by longline gear in the eastern Pacific Ocean (EPO), and average weights of the fish.  
**TABLA 16.** Capturas de patudo con palangre en el Océano Pacífico oriental (OPO), y pesos promedio del pescado.

Year	Catch in numbers of fish			Catch in metric tons			Average weight (kg) <sup>7</sup>
	Japan <sup>1</sup>	Other <sup>2</sup>	Total <sup>3</sup>	Japan <sup>4</sup>	Other <sup>5</sup>	Total <sup>6</sup>	
Año	Captura en número de pescados			Captura en toneladas métricas			Peso promedio (kg) <sup>7</sup>
	Japón <sup>1</sup>	Otros <sup>2</sup>	Total <sup>3</sup>	Japón <sup>4</sup>	Otros <sup>5</sup>	Total <sup>6</sup>	
1971	526,836	12,290	539,126	29,176	680	29,856	55.38
1972	650,240	31,509	681,749	34,703	1,681	36,384	53.37
1973	886,464	41,315	927,779	50,953	2,374	53,327	57.48
1974	678,216	23,860	702,076	35,321	1,242	36,563	52.08
1975	792,340	29,899	822,239	41,193	1,554	42,747	51.99
1976	974,674	32,137	1,006,811	49,523	1,632	51,155	50.81
1977	1,296,738	72,307	1,369,045	67,404	3,758	71,162	51.98
1978	1,261,057	62,481	1,323,538	67,277	3,333	70,610	53.35
1979	1,250,050	24,759	1,274,809	54,964	1,088	56,052	43.97
1980	1,122,300	55,866	1,178,166	55,609	2,768	58,377	49.55
1981	981,725	71,379	1,053,104	45,169	3,284	48,453	46.01
1982	1,061,288	66,372	1,127,660	41,337	2,585	43,922	38.95
1983	1,193,849	70,025	1,263,874	74,114	4,347	78,461	62.08
1984	1,027,340	43,389	1,070,729	64,106	2,707	66,813	62.40
1985	1,378,671	103,373	1,482,044	65,803	4,933	70,736	47.73
1986	1,865,733	203,310	2,069,043	96,589	10,525	107,114	51.77
1987	1,619,020	188,001	1,807,021	91,604	10,637	102,241	56.58
1988	1,187,317	110,446	1,297,763	58,724	5,462	64,186	49.46
1989	1,321,219	68,028	1,389,247	62,823	3,234	66,057	47.55
1990	1,604,247	233,794	1,838,041	78,223	11,399	89,622	48.76
1991	1,496,669	412,689	1,909,358	74,833	20,634	95,467	50.00
1992	1,304,131	153,942	1,458,073	62,259	7,349	69,608	47.74
1993	1,062,018	147,300	1,209,318	54,768	7,596	62,364	51.57
1994	1,069,057	151,158	1,220,215	52,939	7,485	60,424	49.52
1995	882,969	162,667	1,045,636	40,624	7,167	47,791	46.00
1996	687,227	150,000	837,227	33,893	7,500	41,393	43.90
1997	667,000	150,000	817,000	30,000	6,750	36,750	45.00

<sup>1</sup> from data supplied by NRIFSF—de datos proporcionados por el NRIFSF

<sup>2</sup> from data supplied by the Tuna Research Center of the ROC and the National Fisheries Research and Development Agency of the ROK—de datos proporcionados por el Centro de Investigación del Atún de Taiwan y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Corea.

<sup>3</sup> Column 2 + Column 3

<sup>4</sup> (Column 2 x Column 8)/1,000

<sup>5</sup> (Column 3 x Column 8)/1,000

<sup>6</sup> Column 5 + Column 6

<sup>7</sup> calculated from NRIFSF data bases—calculados de las bases de datos del NRIFSF

\* preliminary—preliminar

**TABLE 17.** Catches of bigeye by surface gear in the EPO, and average weights of the fish. The latter were obtained from length-frequency data and the weight-length equation given in the text.

**TABLA 17.** Capturas de patudo por artes de superficie en el OPO, y pesos promedio de los pescados. Se obtuvieron los pesos de los datos de frecuencia de longitud y la ecuación peso-longitud dada en el texto.

Year	Catch in numbers of fish <sup>1</sup>	Catch in metric tons <sup>2</sup>	Average weight (kg) <sup>3</sup>
Año	Captura en número de pescados <sup>1</sup>	Captura en toneladas métricas <sup>2</sup>	Peso promedio (kg) <sup>3</sup>
1971	157,354	2,566	16.31
1972	137,208	2,238	16.31
1973	121,237	1,979	16.32
1974	54,464	890	16.34
1975	178,910	3,723	20.81
1976	504,856	10,186	20.18
1977	749,951	7,055	9.41
1978	880,728	11,714	13.30
1979	406,810	7,532	18.52
1980	1,003,482	15,421	15.37
1981	597,084	10,091	16.90
1982	359,316	4,102	11.42
1983	191,738	3,260	17.00
1984	369,556	5,936	16.06
1985	169,560	4,532	26.73
1986	75,259	1,939	25.76
1987	55,522	776	13.97
1988	132,986	1,053	7.92
1989	123,287	1,470	11.92
1990	230,332	4,712	20.46
1991	188,336	3,740	19.86
1992	157,048	5,497	35.00
1993	409,572	8,069	19.70
1994	2,554,342	29,375	11.50
1995	3,083,410	37,309	12.10
1996	5,839,648	51,389	8.80
1997	9,073,398	50,811	5.60

<sup>1</sup> from IATTC data base—de la base de datos de la CIAT

<sup>2</sup> from Table 3—de la Tabla 3

<sup>3</sup> (Column 3 x 1,000)/Column 2



**TABLE 18.** Catches of bigeye by all types of gear in the EPO, and average weights of the fish.**TABLA 18.** Capturas de patudo por todos tipos de artes de pesca en el OPO, y peso promedio de los pescados.

Year	Catch in numbers of fish <sup>1</sup>	Catch in metric tons <sup>2</sup>	Average weight (kg) <sup>3</sup>
Año	Captura en número de pescados <sup>1</sup>	Captura en toneladas métricas <sup>2</sup>	Peso promedio (kg) <sup>3</sup>
1971	696,480	32,422	46.55
1972	818,957	38,622	47.16
1973	1,049,016	55,306	52.72
1974	756,540	37,453	49.51
1975	1,001,149	46,470	46.42
1976	1,511,667	61,341	40.58
1977	2,118,996	78,217	36.91
1978	2,204,266	82,324	37.35
1979	1,681,619	63,584	37.81
1980	2,181,648	73,798	33.83
1981	1,650,188	58,544	35.48
1982	1,486,976	48,024	32.30
1983	1,455,612	81,721	56.14
1984	1,440,285	72,749	50.51
1985	1,651,604	75,268	45.57
1986	2,144,302	109,053	50.86
1987	1,862,543	103,017	55.31
1988	1,430,749	65,239	45.60
1989	1,512,534	67,527	44.64
1990	2,068,373	94,334	45.61
1991	2,097,694	99,207	47.29
1992	1,615,121	75,105	46.50
1993	1,618,890	70,433	43.51
1994	3,774,557	89,799	23.79
1995	4,129,046	85,100	20.61
1996	6,676,875	92,782	13.90
1997	9,890,398	87,561	8.85

<sup>1</sup> (Table 16, Column 4) + (Table 17, Column 2)

<sup>2</sup> (Table 16, Column 7) + (Table 17, Column 3)

<sup>3</sup> (Column 3 x 1,000)/Column 2

\* preliminary—preliminar

**TABLE 19a.** Average population of bigeye of ages 0-9 in the EPO, in thousands of fish, during July, for  $M = 0.4$ .  
**TABLA 19a.** Población promedio de patudo de edades 0 a 9 en el OPO, en miles de peces, durante julio, con  $M = 0.4$ .

Year	X cohort—Cohorte X										Y cohort—Cohorte Y									
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1971	3,509	2,442	1,490	875	439	239	138	84	61	44	2,915	1,694	1,236	756	424	235	84	77	51	19
1972	3,735	2,332	1,612	863	481	244	135	77	52	40	3,255	1,941	1,110	761	448	246	136	48	50	34
1973	4,079	2,486	1,533	977	463	249	122	67	46	34	3,078	2,169	1,261	674	361	239	130	80	28	33
1974	4,299	2,723	1,643	898	579	243	126	65	40	29	3,287	2,054	1,424	783	393	179	134	80	51	18
1975	4,374	2,875	1,765	1,014	493	314	125	72	41	25	3,532	2,196	1,295	851	429	237	99	81	53	34
1976	5,503	2,909	1,835	955	508	267	173	66	42	26	3,222	2,355	1,395	734	450	234	133	57	50	35
1977	4,932	3,532	1,916	1,004	517	239	127	69	33	25	4,008	2,147	1,397	774	299	230	112	77	31	32
1978	5,237	3,225	2,230	1,062	469	252	107	63	31	17	3,423	2,580	1,374	763	318	125	117	59	43	20
1979	5,394	3,491	1,935	1,202	571	221	105	49	35	19	3,792	2,191	1,303	756	405	140	49	62	35	28
1980	4,063	3,569	2,268	1,172	556	308	104	40	26	21	3,726	2,497	1,327	656	355	221	37	18	37	22
1981	4,442	2,538	2,251	1,074	594	319	174	63	25	16	2,948	2,428	1,533	678	330	188	111	19	11	24
1982	6,843	2,933	1,662	1,110	591	338	187	101	38	16	4,647	1,963	1,413	841	365	186	95	63	11	6
1983	5,695	4,483	1,879	955	571	296	164	87	58	24	5,609	3,066	1,230	774	428	157	68	45	37	7
1984	4,778	3,758	2,972	1,190	534	262	115	73	46	36	4,673	3,719	2,019	744	346	154	48	15	19	24
1985	4,401	3,202	2,477	1,793	629	258	120	37	38	29	3,430	3,118	2,292	1,150	382	158	56	19	3	12
1986	5,008	2,949	2,100	1,522	863	299	113	40	9	23	3,811	2,295	1,981	1,175	532	166	63	19	6	1
1987	5,734	3,357	1,941	1,172	871	314	99	34	10	2	4,468	2,549	1,465	1,077	567	200	46	18	3	2
1988	4,265	3,832	2,230	1,144	639	437	102	29	11	2	4,019	2,978	1,661	889	535	219	65	11	6	1
1989	4,168	2,857	2,500	1,364	642	328	169	32	6	2	3,472	2,652	1,933	1,018	486	224	77	24	3	2
1990	4,089	2,789	1,884	1,466	764	322	138	49	9	1	3,224	2,266	1,672	1,095	516	220	79	29	5	1
1991	4,661	2,645	1,832	1,039	743	328	105	34	10	1	3,738	2,115	1,459	886	525	192	56	15	5	1
1992	5,087	3,112	1,727	1,059	553	287	95	27	8	2	3,604	2,499	1,361	834	420	182	60	15	2	1
1993	5,173	3,381	2,068	1,032	551	253	97	27	7	1	3,942	2,394	1,640	783	401	169	55	16	3	1
1994	5,712	3,323	2,117	1,215	551	243	78	25	6	1	5,529	2,588	1,527	909	390	161	51	15	3	1
1995	6,747	2,713	1,733	998	607	257	91	20	6	1	3,618	3,329	1,473	743	422	167	57	15	3	1
1996	4,694	3,409	1,047	807	526	288	105	28	4	1	3,547	2,250	1,728	671	331	182	62	21	4	1

TABLE 19b. Average population of bigeye of ages 0-9 in the EPO, in thousands of fish, during July, for  $M = 0.6$ .

TABLA 19b. Población promedio de patudo de edades 0 a 9 en el OPO, en miles de peces, durante julio, con  $M = 0.6$ .

Year Año	X cohort—Cohorte X									Y cohort—Cohorte Y										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1971	11,548	6,749	3,383	1,564	1,035	498	181	99	56	3	8,763	5,171	2,634	1,113	683	340	118	73	41	16
1972	13,682	6,319	3,681	1,733	763	523	250	86	51	30	10,628	4,798	2,814	1,384	558	340	167	58	38	22
1973	14,220	7,492	3,440	1,925	845	351	248	116	41	27	8,912	5,822	2,596	1,480	624	250	155	81	28	20
1974	12,283	7,793	4,091	1,770	988	403	156	122	59	21	9,294	4,883	3,168	1,368	759	287	114	79	42	14
1975	14,019	6,736	4,219	2,165	873	474	187	74	65	31	9,229	5,094	2,603	1,639	664	394	139	54	42	23
1976	15,072	7,673	3,611	2,107	1,032	422	227	87	36	34	9,491	5,053	2,725	1,306	790	316	192	68	26	23
1977	14,712	8,130	4,178	1,776	1,044	474	184	82	38	16	9,546	5,197	2,605	1,347	542	369	133	94	31	13
1978	13,938	8,001	4,340	2,092	792	488	212	81	32	16	8,790	5,145	2,793	1,270	557	229	168	57	44	16
1979	13,926	7,632	4,186	2,113	1,021	351	212	96	38	15	9,482	4,737	2,437	1,382	602	241	94	78	28	23
1980	11,491	7,600	4,123	2,186	934	491	153	88	47	19	9,202	5,163	2,473	1,140	621	284	80	39	38	14
1981	12,530	6,137	4,043	1,868	1,021	466	239	78	47	25	7,761	4,988	2,705	1,168	528	295	121	39	20	21
1982	17,946	6,835	3,332	1,860	909	506	232	118	39	25	11,970	4,247	2,543	1,315	562	258	135	56	20	10
1983	17,055	9,755	3,671	1,684	866	406	219	91	56	20	13,790	6,524	2,252	1,245	596	227	89	57	26	11
1984	13,711	9,304	5,323	1,953	826	366	147	87	40	28	11,890	7,530	3,548	1,164	523	207	74	22	21	14
1985	12,764	7,524	5,067	2,738	915	364	151	45	38	19	9,403	6,512	3,948	1,757	534	220	72	28	5	10
1986	14,139	7,004	4,085	2,654	1,193	391	145	46	10	19	10,145	5,156	3,473	1,833	746	210	82	23	10	2
1987	15,164	7,759	3,810	2,031	1,322	415	123	42	10	2	11,246	5,562	2,763	1,673	804	268	57	23	4	4
1988	11,429	8,312	4,240	1,948	984	592	130	34	13	2	9,900	6,156	3,008	1,430	752	295	85	14	7	1
1989	11,853	6,271	4,502	2,208	956	447	212	39	6	2	9,218	5,398	3,320	1,562	684	289	99	29	3	2
1990	12,244	6,500	3,412	2,278	1,077	425	170	59	10	1	8,929	5,007	2,865	1,635	707	278	94	34	6	1
1991	12,870	6,633	3,532	1,671	1,032	425	132	40	12	1	9,687	4,858	2,692	1,357	709	248	70	17	6	1
1992	12,409	7,052	3,597	1,783	788	378	120	33	9	2	9,775	5,310	2,613	1,345	590	236	74	18	3	1
1993	11,748	6,782	3,853	1,859	836	326	121	33	8	1	9,470	5,343	2,882	1,314	596	222	69	19	4	1
1994	12,448	6,312	3,583	1,958	893	346	96	31	7	1	10,840	5,147	2,860	1,404	601	230	66	18	4	1
1995	11,485	5,823	3,016	1,590	887	389	125	24	7	1	10,618	5,606	2,585	1,314	604	245	81	19	4	1
1996	13,940	5,241	2,517	1,332	745	379	152	39	4	2	10,729	5,669	2,615	1,131	572	239	89	29	5	1

TABLE 19c. Average population of bigeye of ages 0-9 in the EPO, in thousands of fish, during July, for  $M = 0.8$ .  
 TABLA 19c. Población promedio de patudo de edades 0 a 9 en el OPO, en miles de peces, durante julio, con  $M = 0.8$ .

Year Año	X cohort—Cohorte X										Y cohort—Cohorte Y									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1971	37,731	21,349	8,244	3,196	1,899	861	290	141	68	25	31,858	13,833	7,655	1,912	1,548	603	219	105	58	19
1972	42,164	16,937	9,573	3,591	1,349	812	366	117	60	28	36,279	14,305	6,194	3,382	811	664	253	92	46	26
1973	40,472	18,931	7,584	4,213	1,517	544	329	145	48	26	33,467	16,292	6,393	2,724	1,397	313	269	104	38	20
1974	40,136	18,176	8,487	3,301	1,831	627	212	135	61	20	29,589	15,031	7,295	2,821	1,176	578	120	115	45	16
1975	72,096	18,029	8,112	3,740	1,394	761	251	85	59	26	27,076	13,289	6,682	3,183	1,189	508	244	47	51	20
1976	31,584	32,376	8,021	3,454	1,538	575	312	99	34	25	34,241	12,156	5,906	2,890	1,330	490	207	102	18	23
1977	49,164	14,063	14,516	3,416	1,450	606	214	102	35	12	34,002	15,375	5,306	2,516	1,140	538	183	82	40	7
1978	43,581	22,024	6,211	6,339	1,370	574	229	78	34	12	30,066	15,196	6,853	2,236	965	450	211	68	30	17
1979	46,163	19,568	9,711	2,544	2,734	542	208	84	30	14	27,265	13,436	6,476	2,942	920	376	174	82	27	12
1980	38,334	20,703	8,732	4,263	938	1,164	207	67	32	11	27,373	12,214	5,923	2,731	1,198	370	121	66	33	11
1981	39,379	17,069	9,188	3,574	1,750	380	495	87	29	14	22,859	12,243	5,370	2,493	1,139	496	134	50	28	15
1982	52,720	17,656	7,636	3,804	1,501	737	150	210	36	13	34,960	10,260	5,325	2,259	1,050	483	198	51	21	12
1983	57,152	23,602	7,860	3,300	1,570	588	276	34	86	15	38,956	15,667	4,539	2,260	899	396	168	73	19	10
1984	44,552	25,627	10,577	3,475	1,391	607	196	94	6	37	33,871	17,468	7,011	1,975	867	295	132	51	23	8
1985	41,327	20,017	11,479	4,583	1,415	545	227	56	33	1	28,424	15,206	7,679	2,971	792	330	95	49	17	10
1986	44,100	18,568	8,951	5,042	1,776	534	195	69	12	13	29,920	12,768	6,740	3,142	1,135	280	113	27	17	7
1987	45,076	19,815	8,312	3,833	2,144	579	158	54	17	2	31,821	13,439	5,676	2,811	1,226	382	74	31	5	6
1988	34,179	20,245	8,886	3,603	1,605	842	173	41	15	4	28,262	14,284	5,997	2,470	1,115	417	117	17	9	1
1989	41,108	15,356	9,045	3,884	1,516	635	275	49	7	3	28,204	12,669	6,364	2,612	1,017	388	132	36	4	3
1990	48,088	18,467	6,872	3,885	1,623	589	216	72	12	1	26,374	12,628	5,603	2,685	1,037	367	116	40	8	1
1991	40,304	21,530	8,264	2,905	1,548	580	172	49	14	1	26,191	11,812	5,623	2,320	1,035	339	89	21	6	1
1992	67,653	18,099	9,632	3,570	1,190	527	157	42	10	2	25,994	11,763	5,259	2,404	903	327	96	22	3	1
1993	43,521	30,371	8,116	4,222	1,476	437	159	41	10	1	24,224	11,659	5,255	2,252	952	314	93	24	5	1
1994	38,065	19,428	13,517	3,503	1,781	561	121	39	9	2	22,875	10,837	5,171	2,196	903	340	90	24	5	1
1995	45,985	16,189	8,322	5,736	1,404	709	193	29	9	1	27,410	9,965	4,650	2,091	837	329	111	25	5	1
1996	41,867	19,648	6,675	3,445	2,463	532	263	60	5	2	26,642	12,174	4,053	1,828	805	292	106	36	7	2

TABLE 20. Estimates of average annual  $F$  (longline and surface-fishing vessels combined) for bigeye in the EPO.TABLA 20. Estimaciones de  $F$  promedio anual (barcos palangreros y de superficie combinados) para el patudo en el OPO.

$M = 0.4$								
Age	X cohort—Cohorte X				Y cohort—Cohorte Y			
Edad	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996
0	0.0069	0.0129	0.0123	0.1347	0.0107	0.0041	0.0080	0.0316
1	0.0256	0.0204	0.0136	0.1822	0.0344	0.0293	0.0167	0.0680
2	0.0722	0.0969	0.0612	0.1611	0.0956	0.1149	0.0771	0.1314
3	0.1914	0.1591	0.1830	0.1523	0.1937	0.2386	0.2298	0.2249
4	0.2384	0.2860	0.2567	0.1878	0.2920	0.3468	0.3211	0.2068
5	0.2796	0.3549	0.4374	0.2695	0.2764	0.4641	0.6661	0.3550
6	0.3160	0.4432	0.7821	0.5073	0.2326	0.6584	0.7957	0.4990
7	0.2374	0.5112	0.9510	0.7028	0.1412	0.6142	1.0825	0.6527
8	0.1309	0.3911	1.2708	0.8517	0.0682	0.4967	1.2205	0.7214
9	0.0621	0.2685	1.8411	0.9223	0.0205	0.1493	1.1098	0.6759

$M = 0.6$								
Age	X cohort—Cohorte X				Y cohort—Cohorte Y			
Edad	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996
0	0.0024	0.0048	0.0050	0.0649	0.0041	0.0016	0.0030	0.0134
1	0.0103	0.0088	0.0061	0.0856	0.0155	0.0138	0.0075	0.0375
2	0.0330	0.0505	0.0317	0.0922	0.0479	0.0627	0.0425	0.0716
3	0.0974	0.0922	0.1089	0.0937	0.1072	0.1469	0.1442	0.1339
4	0.1290	0.1853	0.1745	0.1209	0.1720	0.2334	0.2266	0.1380
5	0.1604	0.2554	0.3282	0.1831	0.1795	0.3376	0.5095	0.2453
6	0.1925	0.3392	0.6206	0.3937	0.1695	0.4739	0.6349	0.3738
7	0.1750	0.4052	0.7864	0.5858	0.1327	0.4538	0.9050	0.5214
8	0.1217	0.3564	1.1042	0.7253	0.0739	0.3546	1.0272	0.5816
9	0.0838	0.2435	1.7719	0.8389	0.0308	0.0923	1.0084	0.6330

$M = 0.8$								
Age	X cohort—Cohorte X				Y cohort—Cohorte Y			
Edad	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996	1971-1979	1980-1987	1988-1993	1994-1996
0	0.0008	0.0016	0.0014	0.0209	0.0012	0.0005	0.0010	0.0058
1	0.0046	0.0032	0.0019	0.0294	0.0053	0.0056	0.0032	0.0196
2	0.0149	0.0226	0.0143	0.0287	0.0197	0.0297	0.0212	0.0389
3	0.0537	0.0478	0.0575	0.0368	0.0532	0.0789	0.0830	0.0835
4	0.0741	0.1228	0.1094	0.0682	0.0927	0.1423	0.1487	0.0943
5	0.1100	0.1756	0.2340	0.1063	0.1103	0.2256	0.3681	0.1716
6	0.1511	0.2529	0.4738	0.2867	0.1143	0.3221	0.4865	0.2702
7	0.1472	0.4105	0.6356	0.4750	0.1123	0.3134	0.7357	0.3929
8	0.1201	0.4097	0.9504	0.6050	0.0736	0.2503	0.8687	0.4479
9	0.0910	0.4693	1.4911	0.7319	0.0412	0.0623	0.9011	0.5605

**TABLE 21.** Average sizes of bigeye at various ages. The ages are expressed as months after recruitment, rather than months after hatching.

**TABLA 21.** Tamaño medio de patudo a varias edades. Se expresan las edades en meses desde el reclutamiento, no desde la cría.

Month		Average length (cm)	Average weight (kg)	Age in months
X cohort	Y cohort			
Mes		Talla promedio (cm)	Peso promedio (kg)	Edad en meses
Cohorte X	Cohorte Y			
July	January	32.7	0.91	0.5
October	April	42.4	1.94	3.5
January	July	48.4	2.83	6.5
April	October	54.7	4.05	9.5
July	January	60.3	5.38	12.5
October	April	66.1	7.01	15.5
January	July	73.1	9.38	18.5
April	October	80.4	12.37	21.5
July	January	88.2	16.21	24.5
October	April	96.0	20.66	27.5
January	July	103.6	25.85	30.5
April	October	110.4	31.08	33.5
July	January	117.1	36.83	36.5
October	April	123.0	42.42	39.5
January	July	128.5	48.28	42.5
April	October	133.5	53.87	45.5
July	January	138.1	59.50	48.5
October	April	141.9	64.31	51.5
January	July	145.6	69.30	54.5
April	October	148.7	73.66	57.5
July	January	151.8	78.28	60.5
October	April	154.9	82.86	63.5
January	July	158.0	87.84	66.5
April	October	160.9	92.60	69.5
July	January	163.8	97.61	72.5
October	April	166.5	102.27	75.5
January	July	168.9	106.51	78.5
April	October	171.2	110.87	81.5
July	January	173.5	115.15	84.5
October	April	175.7	119.64	87.5
January	July	178.0	124.04	90.5
April	October	180.3	128.85	93.5
July	January	182.3	133.04	96.5
October	April	184.4	137.54	99.5
January	July	186.3	141.69	102.5
April	October	188.3	146.04	105.5
July	January	192.5	155.81	108.5
October	April	195.0	161.76	111.5
January	July	196.7	165.88	114.5
April	October	198.1	169.24	117.5

TABLE 22. Yields per recruit by cohort, in kilograms, of bigeye in the EPO.

TABLA 22. Rendimientos por recluta por cohorte, en kilogramos, de patudo en el OPO.

Cohort	X cohort									Y cohort									
	Catch			M = 0.4		M = 0.6		M = 0.8		No. of fish	Captura			M = 0.4		M = 0.6		M = 0.8	
	Number of fish	Tons	Average weight	No. of recruits	YPR	No. of recruits	YPR	No. of recruits	YPR		Tons	Average weight	No. of recruits	YPR	No. of recruits	YPR	No. of recruits	YPR	
Cohorte	Cohorte X									Cohorte Y									
	Captura			M = 0.4		M = 0.6		M = 0.8		No. de peces	Captura			M = 0.4		M = 0.6		M = 0.8	
	No. de peces	Tonela-das	Peso promedio	No. de reclutas	RPR	No. de reclutas	RPR	No. de reclutas	RPR		No. de peces	Tonela-das	Peso promedio	No. de reclutas	RPR	No. de reclutas	RPR	No. de reclutas	RPR
1971	5,344	24,644	46.1	3,568	6.91	11,839	2.08	39,002	0.63	4,060	22,613	55.7	3,622	6.24	12,129	1.86	49,130	0.46	
1972	5,922	29,728	50.2	3,798	7.83	14,027	2.12	43,585	0.68	4,752	26,812	56.4	4,043	6.63	14,710	1.82	55,948	0.48	
1973	7,449	33,536	45.0	4,147	8.09	14,578	2.30	41,836	0.80	6,644	31,778	47.8	3,825	8.31	12,336	2.58	51,612	0.62	
1974	8,351	31,828	38.1	4,371	7.28	12,593	2.53	41,488	0.77	7,103	35,693	50.2	4,082	8.74	12,863	2.77	45,630	0.78	
1975	6,745	26,860	39.8	4,447	6.04	14,373	1.87	74,525	0.36	6,967	28,050	40.3	4,389	6.39	12,774	2.20	41,757	0.67	
1976	11,951	37,903	31.7	5,595	6.77	15,452	2.45	32,648	1.16	6,198	29,925	48.3	4,001	7.48	13,135	2.28	52,803	0.57	
1977	9,696	31,801	32.8	5,014	6.34	15,083	2.11	50,821	0.63	12,236	40,362	33.0	4,978	8.11	13,211	3.06	52,435	0.77	
1978	11,444	44,564	38.9	5,325	8.37	14,289	3.12	45,050	0.99	9,220	34,735	37.7	4,268	8.14	12,184	2.85	46,387	0.75	
1979	12,408	45,209	36.4	5,484	8.24	14,277	3.17	47,718	0.95	8,740	41,224	47.2	4,709	8.75	13,122	3.14	42,045	0.98	
1980	8,644	33,655	38.9	4,131	8.15	11,781	2.86	39,626	0.85	9,703	39,415	40.6	4,632	8.51	12,740	3.09	42,219	0.93	
1981	7,843	39,815	50.8	4,516	8.82	12,846	3.10	40,707	0.98	6,055	32,152	53.1	3,681	8.73	10,762	2.99	35,275	0.91	
1982	13,398	63,854	47.7	6,957	9.18	18,399	3.47	54,497	1.17	9,578	52,233	54.5	5,782	9.03	16,578	3.15	53,925	0.97	
1983	9,151	49,540	54.1	5,790	8.56	17,485	2.83	59,078	0.84	13,142	62,347	47.4	6,966	8.95	19,084	3.27	60,075	1.04	
1984	8,467	42,104	49.7	4,858	8.67	14,057	3.00	46,053	0.91	9,859	51,557	52.3	5,803	8.89	16,454	3.13	52,232	0.99	
1985	7,202	38,926	54.0	4,475	8.70	13,086	2.97	42,720	0.91	6,110	36,939	60.5	4,260	8.67	13,012	2.84	43,832	0.84	
1986	8,194	45,323	55.3	5,092	8.90	14,496	3.13	45,586	0.99	6,952	42,028	60.5	4,733	8.88	14,039	2.99	46,140	0.91	
1987	11,033	51,663	46.8	5,830	8.86	15,546	3.32	46,595	1.11	9,232	49,637	53.8	5,549	8.95	15,563	3.19	49,071	1.01	
1988	8,046	37,097	46.1	4,336	8.56	11,717	3.17	35,331	1.05	9,366	42,742	45.6	4,991	8.56	13,700	3.12	43,584	0.98	

**TABLE 23.** Catches of bigeye (in numbers of fish), effort (in numbers of hooks), and catches per unit of effort (CPUEs) (in fish per 1,000 hooks) in the EPO.

**TABLA 23.** Capturas de patudo (en número de pescados), esfuerzo (en número de anzuelos), y capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) (en pescados por 1.000 anzuelos) en el OPO.

Year	Catch		Effort		CPUE <sup>5</sup>
	Japanese longline <sup>1</sup>	Total, all gear <sup>2</sup>	Japanese longline <sup>3</sup>	Total, all gear <sup>4</sup>	
Año	Captura		Esfuerzo		CPUE <sup>5</sup>
	Palangreros japoneses <sup>1</sup>	Total, todas artes <sup>2</sup>	Palangreros japoneses <sup>3</sup>	Total, todas artes <sup>4</sup>	
1964	858,715	862,891	86,813,848	87,248,832	9.89
1965	541,211	548,378	71,686,968	72,632,840	7.55
1966	645,201	661,479	63,214,844	64,787,364	10.21
1967	648,021	749,910	66,612,272	77,071,944	9.73
1968	640,559	797,281	72,464,336	90,190,160	8.84
1969	962,080	997,358	92,196,280	95,532,384	10.44
1970	603,576	685,132	83,400,928	94,631,496	7.24
1971	526,836	696,480	66,761,234	88,258,712	7.89
1972	650,240	818,957	78,239,624	98,540,368	8.31
1973	886,464	1,049,016	107,227,256	126,889,648	8.27
1974	678,216	756,540	89,205,088	99,506,968	7.60
1975	792,340	1,001,149	86,133,904	108,833,168	9.20
1976	974,674	1,511,667	117,300,712	181,927,104	8.31
1977	1,296,738	2,118,996	132,874,944	217,130,576	9.76
1978	1,261,057	2,204,266	140,006,144	244,723,904	9.01
1979	1,250,050	1,681,619	137,768,784	185,332,272	9.07
1980	1,122,300	2,181,648	138,140,800	268,533,024	8.12
1981	981,725	1,650,188	131,275,104	220,661,184	7.48
1982	1,061,288	1,486,976	116,199,848	162,808,192	9.13
1983	1,193,849	1,455,612	127,176,160	155,060,768	9.39
1984	1,027,340	1,440,285	119,635,456	167,723,584	8.59
1985	1,378,671	1,651,604	106,757,808	127,892,456	12.91
1986	1,865,733	2,144,302	160,552,528	184,524,320	11.62
1987	1,619,020	1,862,543	188,392,544	216,729,392	8.59
1988	1,187,317	1,430,749	182,694,224	220,151,472	6.50
1989	1,321,219	1,512,534	170,373,088	195,043,440	7.75
1990	1,604,247	2,068,373	178,419,456	230,038,128	8.99
1991	1,496,669	2,097,694	200,364,704	280,826,176	7.47
1992	1,304,131	1,615,121	191,283,709	236,898,240	6.82
1993*	1,062,018	1,618,890	159,955,430	243,828,480	6.64
1994*	1,069,057	3,774,557	163,976,027	578,955,904	6.52
1995*	882,969	4,129,046	129,598,128	606,042,368	6.81
1996*	687,227	6,676,875	101,956,880	990,580,032	6.74
1997*	667,000	9,890,398	103,400,000	1,533,234,176	6.45

<sup>1</sup> from—de: Table 16, Column 2

<sup>2</sup> from—de: Table 18, Column 2

<sup>3</sup> from data supplied by the NRIFSF—de datos proporcionados por el NRIFSF

<sup>4</sup> (Column 3 x Column 4)/(Column 2)

<sup>5</sup> (Column 2 x 1,000)/(Column 4)

\* preliminary—preliminar



**TABLE 24.** Catches of bigeye (in metric tons), effort (in numbers of hooks), and CPUEs (in tons per 1,000 hooks) in the EPO.  
**TABLA 24.** Capturas de patudo (en toneladas métricas), esfuerzo (en número de anzuelos), y CPUE (en toneladas por 1.000 anzuelos) en el OPO.

Year	Catch		Effort		CPUE <sup>5</sup>
	Japanese longline <sup>1</sup>	Total, all gear <sup>2</sup>	Japanese longline <sup>3</sup>	Total, all gear <sup>4</sup>	
Año	Captura		Esfuerzo		CPUE <sup>5</sup>
	Palangreros japoneses <sup>1</sup>	Total, todas artes <sup>2</sup>	Palangreros japoneses <sup>3</sup>	Total, todas artes <sup>4</sup>	
1964	45,359	45,427	86,813,848	86,943,992	0.522
1965	28,578	28,695	71,686,968	71,980,456	0.399
1966	34,110	34,375	63,214,844	63,705,960	0.540
1967	34,200	35,864	66,612,272	69,853,288	0.513
1968	33,838	36,398	72,464,336	77,946,600	0.467
1969	50,801	51,377	92,196,280	93,241,632	0.551
1970	31,843	33,175	83,400,928	86,889,608	0.382
1971	29,176	32,422	66,761,234	74,188,816	0.437
1972	34,703	38,622	78,239,624	87,075,208	0.444
1973	50,953	55,306	107,227,256	116,387,864	0.475
1974	35,321	37,453	89,205,088	94,589,576	0.396
1975	41,193	46,470	86,133,904	97,168,024	0.478
1976	49,523	61,341	117,300,712	145,292,960	0.422
1977	67,404	78,217	132,874,944	154,190,848	0.507
1978	67,277	82,324	140,006,144	171,319,552	0.481
1979	54,964	63,584	137,768,784	159,375,056	0.399
1980	55,609	73,798	138,140,800	183,324,912	0.403
1981	45,169	58,544	131,275,104	170,146,992	0.344
1982	41,337	48,024	116,199,848	134,997,248	0.356
1983	74,114	81,721	127,176,160	140,229,424	0.583
1984	64,106	72,749	119,635,456	135,765,136	0.536
1985	65,803	75,268	106,757,808	122,113,680	0.616
1986	96,589	109,053	160,552,528	181,270,480	0.602
1987	91,604	103,017	188,392,544	211,864,480	0.486
1988	58,724	65,239	182,694,224	202,962,816	0.321
1989	62,823	67,527	170,373,088	183,130,128	0.369
1990	78,223	94,334	178,419,456	215,167,152	0.438
1991	74,833	99,207	200,364,704	265,625,872	0.373
1992	62,259	75,105	191,283,709	230,751,600	0.325
1993*	54,768	70,433	159,955,430	205,706,624	0.342
1994*	52,939	89,799	163,976,027	278,148,128	0.323
1995*	40,624	85,100	129,598,128	271,484,864	0.313
1996*	33,893	92,782	101,956,880	279,106,688	0.332
1997*	30,000	87,561	103,400,000	301,793,600	0.290

<sup>1</sup> from—de: Table 15, Column 3

<sup>2</sup> from—de: Table 15, Column 7

<sup>3</sup> from—de: Table 23, Column 4

<sup>4</sup> (Column 3 x Column 4)/Column 2

<sup>5</sup> (Column 2 x 1,000)/Column 4

\* preliminary—preliminar

**TABLE 25.** Estimates of the parameters for two fits of data for bigeye in the EPO to production models.  $C$  = catch, in metric tons;  $E$  = effort, in thousands of hooks;  $U$  = CPUE, in tons per 1,000 hooks;  $P$  = population size, in metric tons.

**TABLA 25.** Estimaciones de los parámetros para dos ajustes de los datos de patudo en el OPO a los modelos de producción.  $C$  = captura, en toneladas métricas;  $E$  = esfuerzo, en miles de anzuelos;  $U$  = CPUE, en toneladas por 1.000 anzuelos;  $P$  = tamaño de la población, en toneladas métricas.

$m$	$E_{opt}$	$C_{max}$	$U_{opt}$	$U_{1995}$	$P_{opt}$	$P_{1995}$	$\Sigma(E_i - \hat{E}_i)^2$
0.8	230,900	66,400	0.288	0.344	620,900	767,200	$1.78 \times 10^6$
0.8	400,000	92,200	0.231	0.344	441,400	729,900	$2.06 \times 10^6$

**TABLE 26a.** Predicted catches of bigeye in the EPO, in metric tons, during 1993-2006, with  $M = 0.4$ , with the three patterns of fishing effort described in the text.

**TABLA 26a.** Capturas predichas de patudo en el OPO, en toneladas métricas, durante 1993-2006, con  $M = 0.4$ , con los tres patrones de pesca descritos en el texto.

Year	Pattern A			Pattern B			Pattern C		
	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total
Año	Patrón A			Patrón B			Patrón C		
	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total
1993	8,230	64,159	72,389	8,230	64,159	72,389	8,230	64,159	72,389
1994	29,544	62,955	92,499	29,544	62,955	92,499	29,544	62,955	92,499
1995	37,642	50,111	87,753	37,642	50,111	87,753	37,642	50,111	87,753
1996	51,842	43,275	95,117	51,842	43,275	95,117	51,842	43,275	95,117
1997	51,232	38,258	89,490	51,232	38,258	89,490	51,232	38,258	89,490
1998	3,801	40,902	44,703	32,108	39,684	71,792	44,366	39,063	83,429
1999	4,363	38,474	42,837	29,863	33,120	62,983	37,254	30,852	68,106
2000	5,181	38,871	44,052	29,936	27,615	57,551	34,360	23,715	58,075
2001	5,675	42,337	48,012	29,988	23,855	53,843	33,058	18,403	51,461
2002	5,855	47,241	53,096	30,048	21,480	51,528	32,751	14,717	47,468
2003	5,943	52,200	58,143	30,101	20,574	50,675	32,653	12,868	45,521
2004	5,976	56,154	62,130	30,132	20,081	50,213	32,637	11,757	44,394
2005	5,978	59,853	65,831	30,134	20,217	50,351	32,636	11,409	44,045
2006	5,978	61,420	67,398	30,134	20,342	50,476	32,636	11,345	43,981

**TABLE 26b.** Predicted catches of bigeye in the EPO, in metric tons, during 1993-2006, with  $M = 0.6$ , with the three patterns of fishing effort described in the text.**TABLA 26b.** Capturas predichas de patudo en el OPO, en toneladas métricas, durante 1993-2006, con  $M = 0.6$ , con los tres patrones de pesca descritos en el texto.

Year	Pattern A			Pattern B			Pattern C		
	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total
Año	Patrón A			Patrón B			Patrón C		
	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total
1993	8,089	62,383	70,472	8,089	62,383	70,472	8,089	62,383	70,472
1994	29,438	61,022	90,460	29,438	61,022	90,460	29,438	61,022	90,460
1995	37,437	48,539	85,976	37,437	48,539	85,976	37,437	48,539	85,976
1996	51,614	42,007	93,621	51,614	42,007	93,621	51,614	42,007	93,621
1997	50,971	37,122	88,093	50,971	37,122	88,093	50,971	37,122	88,093
1998	5,545	55,493	61,038	49,546	53,977	103,523	70,187	53,179	123,366
1999	6,069	53,269	59,338	48,980	47,301	96,281	65,805	44,522	110,327
2000	6,582	55,548	62,130	48,889	43,310	92,199	62,953	38,206	101,159
2001	6,839	60,175	67,014	48,915	41,251	90,166	61,887	33,999	95,886
2002	6,927	64,982	71,909	48,904	40,449	89,353	61,514	31,563	93,077
2003	6,957	68,848	75,805	48,913	40,170	89,083	61,425	30,180	91,605
2004	6,965	71,558	78,523	48,913	40,298	89,211	61,398	29,649	91,047
2005	6,965	73,076	80,041	48,913	40,305	89,218	61,397	29,305	90,702
2006	6,965	73,418	80,383	48,913	40,307	89,220	61,397	29,238	90,635

**TABLE 26c.** Predicted catches of bigeye in the EPO, in metric tons, during 1993-2006, with  $M = 0.8$ , with the three patterns of fishing effort described in the text.**TABLA 26c.** Capturas predichas de patudo en el OPO, en toneladas métricas, durante 1993-2006, con  $M = 0.8$ , con los tres patrones de pesca descritos en el texto.

Year	Pattern A			Pattern B			Pattern C		
	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total	PS	Longline	Total
Año	Patrón A			Patrón B			Patrón C		
	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total	Cerco	Palangre	Total
1993	8,083	62,498	70,581	8,083	62,498	70,581	8,083	62,498	70,581
1994	29,382	60,583	89,965	29,382	60,583	89,965	29,382	60,583	89,965
1995	37,316	47,914	85,230	37,316	47,914	85,230	37,316	47,914	85,230
1996	51,403	41,477	92,880	51,403	41,477	92,880	51,403	41,477	92,880
1997	50,820	36,805	87,625	50,820	36,805	87,625	50,820	36,805	87,625
1998	5,887	63,060	68,947	56,232	61,588	117,820	82,306	60,810	143,116
1999	6,001	59,913	65,914	54,549	55,282	109,831	77,713	52,984	130,697
2000	6,183	61,490	67,673	54,506	53,838	108,344	76,365	50,157	126,522
2001	6,249	60,964	67,213	54,261	50,624	104,885	75,439	45,800	121,239
2002	6,274	62,027	68,301	54,224	49,559	103,783	75,195	43,864	119,059
2003	6,282	63,352	69,634	54,210	49,495	103,705	75,128	43,236	118,364
2004	6,285	63,849	70,134	54,209	49,211	103,420	75,114	42,652	117,766
2005	6,285	64,263	70,548	54,209	49,127	103,336	75,113	42,388	117,501
2006	6,285	64,369	70,654	54,209	49,121	103,330	75,113	42,341	117,454

TABLE 27. Catches of northern bluefin, in metric tons, in the Pacific Ocean.

TABLA 27. Capturas de atún aleta azul del norte, en toneladas métricas, en el Océano Pacífico.

Year	Western Pacific nations			Eastern Pacific nations				Total
	Surface <sup>1</sup>	Longline <sup>1</sup>	Subtotal <sup>2</sup>	Surface		Longline <sup>5</sup>	Subtotal	
				Commer- cial <sup>3</sup>	Recrea- tional <sup>4</sup>			
	Naciones del Pacífico occidental			Naciones del Pacífico oriental				
				Superficie				
Año	Superficie <sup>1</sup>	Palangre <sup>1</sup>	Subtotal <sup>2</sup>	Comercial <sup>3</sup>	Deportiva <sup>4</sup>	Palangre <sup>5</sup>	Subtotal	Total
1952	12,203	2,581	14,784	2,076	1	0	2,077	16,861
1953	11,676	1,998	13,674	4,433	34	0	4,468	18,142
1954	14,953	1,588	16,541	9,537	8	0	9,545	26,086
1955	18,987	2,099	21,086	6,173	67	0	6,241	27,327
1956	27,430	1,242	28,672	5,727	279	0	6,006	34,678
1957	23,767	1,490	25,257	9,215	53	0	9,268	34,525
1958	12,330	1,429	13,759	13,934	7	0	13,942	27,701
1959	11,948	3,667	15,615	6,914	11	0	6,925	22,540
1960	14,214	5,784	19,998	5,422	1	0	5,423	25,421
1961	14,977	6,175	21,152	8,117	18	0	8,135	29,287
1962	14,764	2,238	17,002	11,125	20	0	11,145	28,147
1963	17,370	2,104	19,474	12,266	6	0	12,272	31,746
1964	14,603	2,379	16,982	9,212	5	0	9,217	26,199
1965	15,496	2,062	17,558	6,887	1	0	6,888	24,446
1966	12,080	3,388	15,468	15,881	16	0	15,897	31,365
1967	12,983	2,102	15,085	5,863	25	0	5,888	20,973
1968	14,171	2,340	16,511	5,966	10	0	5,976	22,487
1969	7,883	1,377	9,260	6,914	12	0	6,926	16,186
1970	7,505	1,152	8,657	3,951	15	0	3,966	12,623
1971	8,673	762	9,435	8,354	6	0	8,360	17,795
1972	7,951	755	8,706	13,335	12	0	13,347	22,053
1973	8,798	1,270	10,068	10,700	44	0	10,744	20,812
1974	14,773	3,546	18,319	5,570	47	0	5,617	23,936
1975	10,836	1,563	12,399	9,556	27	0	9,583	21,982
1976	9,199	580	9,779	10,629	16	0	10,645	20,424
1977	12,765	718	13,483	5,458	15	0	5,473	18,956
1978	21,362	1,074	22,436	5,393	4	0	5,397	27,833
1979	25,359	1,254	26,613	6,108	9	0	6,117	32,730
1980	18,488	1,194	19,682	2,933	6	0	2,939	22,621
1981	29,751	835	30,587	1,084	5	0	1,089	31,676
1982	24,273	897	25,170	3,145	5	0	3,150	28,320
1983	18,233	712	18,945	838	15	0	853	19,798
1984	11,045	363	11,408	857	24	0	881	12,289
1985	12,472	507	12,979	4,014	41	0	4,055	17,034
1986	14,599	276	14,875	5,080	5	0	5,085	19,960
1987	13,771	383	14,154	998	7	0	1,005	15,159
1988	7,677	256	7,933	1,422	3	0	1,424	9,357
1989	10,057	490	10,547	1,117	54	129	1,299	11,846
1990	7,132	409	7,541	1,511	31	92	1,634	9,175
1991	14,656	305	14,961	418	43	81	542	15,503
1992	10,859*	600*	11,459*	1,902	97	46	2,045	13,504*
1993	8,540*	1,283*	9,823*	583	296	47	926	10,749*
1994	10,839*	1,864*	12,703*	971	91	18	1,080	13,783*
1995	22,015*	593*	22,608*	629	245	45	919	23,527*
1996	10,121*	879*	11,000*	8,223	36	45	8,304	19,304*
1997	8,879*	1,044*	9,923*	2,424*	151*	24*	2,599*	12,522*

TABLE 27. (continued)

TABLA 27. (continuación)

- <sup>1</sup> Sources: The data for Japan were obtained from the National Research Institute of Far Seas Fisheries of Japan. The data for the Republic of China and the Republic of Korea were obtained from FAO yearbooks of fisheries statistics and data published by the Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, ROC, and the National Fisheries Research and Development Agency of Korea.
- <sup>1</sup> Fuentes: Los datos de Japón provienen del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar del Japón. Los datos de la República de China y la República de Corea provienen de compendios anuales de estadísticas pesqueras de la FAO y datos publicados por el Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan en Taipei y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Corea.
- <sup>2</sup> Sources: 1952-1960, FAO Fish. Rep., 6 (2): 405; 1961-1997, Table 3, minus recreational catch.
- <sup>2</sup> Fuentes: 1952-1960, FAO Fish. Rep., 6 (2): 405; 1961-1997, Tabla 3, menos la captura deportiva.
- <sup>3</sup> Sources: 1952-1990, California's Living Marine Resources and their Utilization, published by the California Department of Fish and Game; 1991-1997, California Department of Fish and Game, unpublished data.
- <sup>3</sup> Fuentes: 1952-1990, California's Living Marine Resources and their Utilization, publicado por el California Department of Fish and Game; 1991-1997, California Department of Fish and Game, datos inéditos.
- <sup>4</sup> Sources: 1989-1993 - U.S. National Marine Fisheries Service, Long Beach, California (these data include only exports; small amounts were probably consumed in the United States); 1994-1997 - Pelagic Fisheries of the Western Pacific Region, 1994-1997 Annual Reports, Western Pacific Fishery Management Council, Honolulu, Hawaii (drafts).
- <sup>4</sup> Fuentes: 1989-1993 - U.S. National Marine Fisheries Service, Long Beach, California (estos datos incluyen exportaciones solamente; es probable que hayan sido consumidas pequeñas cantidades en Estados Unidos); 1994-1997 - Pesquerías Pelágicas de la Región del Pacífico Occidental, Informes Anuales de 1994-1997, Western Pacific Fishery Management Council, Honolulu, Hawaii (borradores).
- \* data not available—datos no disponibles

**TABLE 28.** Estimated numbers of age-0, -1, -2, -3, and -4 bluefin, in thousands, caught in the western and eastern Pacific Oceans.  
**TABLA 28.** Número estimado de aletas azules de 0, 1, 2, 3, y 4 años de edad, en miles de peces, capturados en el Océano Pacífico occidental y oriental.

Year class	Western Pacific Ocean					Eastern Pacific Ocean			
	0	1	2	3	4	1	2	3	4
Clase anual	Océano Pacífico occidental					Océano Pacifico oriental			
	0	1	2	3	4	1	2	3	4
1948	-	-	-	-	-	-	-	-	>0
1949	-	-	-	-	-	-	-	>0	>0
1950	-	-	-	-	-	-	140	6	4
1951	-	-	-	-	-	54	6	6	2
1952	-	-	-	-	-	651	493	19	>0
1953	-	-	-	-	-	413	348	9	>0
1954	-	-	-	-	-	185	168	20	0
1955	-	-	-	-	-	433	373	4	4
1956	-	-	-	-	-	575	905	109	69
1957	-	-	-	-	-	285	269	33	>0
1958	-	-	-	-	-	12	66	6	1
1959	-	-	-	-	-	58	347	9	5
1960	-	-	-	-	-	524	608	80	4
1961	-	-	-	-	-	829	521	29	1
1962	-	-	-	-	30	526	256	16	0
1963	-	-	-	62	8	972	305	35	1
1964	-	-	91	5	17	327	715	34	0
1965	-	266	3	52	1	622	308	5	1
1966	1,270	461	1	13	17	97	155	32	1
1967	3,607	964	78	23	24	416	311	35	0
1968	2,300	371	48	14	18	290	258	7	-
1969	2,970	378	2	18	16	14	711	-	0
1970	1,938	443	15	4	3	467	-	2	0
1971	3,316	682	20	12	29	-	589	1	>0
1972	498	124	28	115	26	609	440	2	24
1973	4,875	1,403	46	61	95	51	722	172	21
1974	3,953	676	96	44	10	260	150	21	8
1975	1,277	222	61	14	28	488	250	7	>0
1976	1,784	698	151	38	7	55	81	>0	0
1977	2,542	478	98	76	84	508	539	1	>0
1978	5,091	1,452	119	584	99	78	284	11	1
1979	2,088	611	180	64	56	48	70	2	>0
1980	2,810	605	200	54	15	4	120	6	1
1981	1,975	785	139	21	75	249	62	6	0
1982	665	213	44	86	30	12	44	>0	>0
1983	1,362	421	49	123	-	33	315	5	>0
1984	2,417	757	61	-	-	76	388	6	>0
1985	2,046	760	-	-	-	22	74	21	>0
1986	1,470	-	-	-	-	7	45	6	1
1987	-	-	-	-	-	34	40	8	>0
1988	-	-	-	-	-	45	78	1	-
1989	-	-	-	-	-	5	8	-	-
1990	-	-	-	-	-	52	-	-	-

**TABLE 29.** Weights, in kilograms, of bluefin used for cohort analyses. The estimates were obtained from the growth-in-length and weight-length equations in Table 13 of the IATTC Annual Report for 1993.

**TABLA 29.** Pesos, en kilogramos, de aleta azul usados para los análisis de cohortes. Se calcularon las estimaciones con las ecuaciones de crecimiento en peso y longitud-peso en la Tabla 13 del Informe Anual de la CIAT de 1993.

Quarter Trimestre	Age 0 Edad 0	Age 1 Edad 1	Age 2 Edad 2	Age 3 Edad 3	Age 4 Edad 4	Age 5 Edad 5
1	0.000	3.604	9.647	21.991	41.518	69.655
2	0.000	4.252	12.104	26.082	47.603	78.075
3	0.345	5.694	14.996	30.739	54.385	80.276
4	1.966	7.516	18.298	35.898	61.759	82.525
Quarter Trimestre	Age 6 Edad 6	Age 7 Edad 7	Age 8 Edad 8	Age 9 Edad 9	Age 10 Edad 10	Age 11 Edad 11
1	84.789	94.270	104.406	115.216	126.719	138.935
2	87.067	96.708	107.008	117.987	129.664	142.059
3	89.436	99.241	109.710	120.864	132.720	145.298
4	91.846	101.816	112.456	123.785	135.821	148.584
Quarter Trimestre	Age 12 Edad 12	Age 13 Edad 13	Age 14 Edad 14	Age 15 Edad 15	Age 16 Edad 16	
1	151.882	165.579	180.044	195.297	211.355	
2	155.189	169.073	183.732	199.181	215.441	
3	158.617	172.694	187.55	203.02	219.669	
4	162.092	176.365	191.419	207.275	223.951	

**TABLE 30.** Estimates of the natural mortality of bluefin used for the cohort analyses.

**TABLA 30.** Estimaciones de la mortalidad natural del aleta azul usadas para los análisis de cohortes.

Vector	Age 0 —Edad 0	Age 1 —Edad 1	Age 2 —Edad 2	Age >2 —Edad >2
1	0.20	0.20	0.20	0.20
2	0.35	0.30	0.25	0.20
3	0.50	0.40	0.30	0.20
4	0.30	0.30	0.30	0.30
5	0.45	0.40	0.35	0.30
6	0.60	0.50	0.40	0.30

**TABLE 31.** Correlations for various combinations of catches of northern bluefin. WPO = western Pacific Ocean; EPO = eastern Pacific Ocean.**TABLA 31.** Correlaciones para varias combinaciones de capturas de aleta azul del norte. WPO = Océano Pacífico occidental; EPO = Océano Pacífico oriental.

	Correlation	Degrees of freedom	r
	Correlación	Grados de libertad	r
1	WPO, age 0, versus EPO, age 1	18	-0.157
2	WPO, age 0, versus EPO, age 2	18	0.442
3	WPO, age 1, versus EPO, age 1	18	-0.390
4	WPO, age 1, versus EPO, age 2	18	0.175
5	WPO, age 2, versus EPO, age 1	18	-0.322
6	WPO, age 2, versus EPO, age 2	18	-0.460*
7	EPO, age 1, versus EPO, age 2	35	0.458*
8	WPO, age 0, versus WPO, age 1	18	0.843**
9	WPO, age 0, versus WPO, age 2	17	0.174
10	WPO, age 1, versus WPO, age 2	18	0.344
11	WPO, age 0, versus WPO + EPO, age 1	17	0.757**
12	WPO, age 0, versus WPO + EPO, age 2	16	0.511*
13	EPO, age 2, versus WPO, age 0, and WPO, age 2	15	0.746**

\* significant at the 5-percent level—significativo al nivel de 5%

\*\* significant at the 1-percent level—significativo al nivel de 1%

**TABLE 32.** Pacific Ocean and world catches of swordfish, in metric tons (from FAO yearbooks of fisheries statistics).**TABLA 32.** Capturas de pez espada en el Océano Pacífico y mundiales, en toneladas métricas (de compendios anuales de la FAO de estadísticas pesqueras).

Year	Chile	Japan	Mexico	Philippines	Republic of China	USA	Other Pacific	Total Pacific	World
Año	Chile	Japón	México	Filipinas	República de China	EUA	Otros en el Pacífico	Total Pacífico	Mundial
1971	200	10,400	-	1,500	1,033	100	200	13,433	26,742
1972	100	10,400	2	1,600	1,005	100	600	13,807	28,167
1973	400	11,100	4	1,700	1,987	300	1,900	17,391	31,983
1974	218	10,498	6	1,848	1,116	295	470	14,451	29,664
1975	137	12,361	-	1,976	1,239	393	158	16,264	31,918
1976	13	15,843	-	1,558	856	39	739	19,048	33,888
1977	32	13,997	-	2,103	902	220	685	17,939	33,357
1978	56	14,333	-	890	779	1,009	634	17,701	38,478
1979	40	13,091	7	3,845	1,060	249	553	18,845	39,368
1980	104	11,953	380	1,716	1,459	489	545	16,646	40,418
1981	294	13,078	1,575	1,940	909	443	348	18,587	39,878
1982	285	11,350	1,365	3,468	1,107	726	348	18,649	43,716
1983	342	12,511	120	2,974	1,268	1,195	360	18,770	46,608
1984	103	11,986	47	2,274	1,387	2,009	352	18,158	53,543
1985	342	13,083	18	2,036	1,429	2,370	148	19,426	59,127
1986	764	14,271	422	2,089	1,357	1,585	70	20,558	61,081
1987	2,059	14,867	550	2,137	744	1,221	184	21,762	67,196
1988	4,455	15,496	613	4,034	796	1,086	239	26,719	81,222
1989	5,824	12,367	690	3,756	2,810	588	258	26,293	79,188
1990	4,955	11,341	2,650	3,187	3,245	2,150	440	27,968	75,588
1991	7,255	9,936	861	3,139	581	4,597	601	26,970	68,048
1992	6,379	15,619	1,160	4,256	800	5,948	489	34,651	82,156
1993	4,712	14,073	806	4,627	1,535	6,981	185	32,919	86,097
1994	3,801	13,530	567	3,641	2,407	4,490	171	28,607	84,685
1995	2,584	11,619	424	4,202	1,671	3,431	416	24,357	92,334
1996	3,145	16,051	428	4,002	1,428	3,695	262	29,011	80,095



**TABLE 33.** Catches of swordfish, in metric tons, in the eastern Pacific Ocean.  
**TABLA 33.** Capturas de pez espada, en toneladas métricas, en el Océano Pacífico oriental.

Year	Chile	Colombia	Costa Rica	Ecuador	French Polynesia	Japan	Mexico	Peru	Republic of China	Republic of Korea	USA	Total
Año	Chile	Colombia	Costa Rica	Ecuador	Polinesia Francesa	Japón	México	Perú	República de China	República de Corea	EUA	Total
1971	200	(1)	(1)	(1)	(1)	2,152	-	200	24	(1)	96	2,672
1972	100	(1)	(1)	(1)	(1)	2,292	2	600	61	(1)	160	3,215
1973	400	(1)	(1)	(1)	(1)	3,682	4	1,900	61	(1)	379	6,426
1974	218	(1)	(1)	(1)	(1)	2,017	6	470	99	(1)	439	3,247
1975	137	(1)	(1)	(1)	(1)	2,357	-	158	46	9	539	3,246
1976	13	(1)	(1)	(1)	(1)	3,885	-	295	4	33	60	4,290
1977	32	(1)	(1)	(1)	(1)	5,708	-	420	10	44	399	6,613
1978	56	(1)	(1)	(1)	(1)	5,056	-	436	104	44	1,747	7,443
1979	40	(1)	(1)	(1)	(1)	3,523	7	188	24	24	243	4,049
1980	104	(1)	(1)	(1)	(1)	4,434	380	216	32	75	706	5,947
1981	294	(1)	(1)	(1)	(1)	4,536	1,575	91	46	239	669	7,450
1982	285	(1)	(1)	(1)	(1)	3,704	1,365	154	24	143	946	6,621
1983	342	(1)	(1)	(1)	(1)	3,627	120	225	8	74	1,468	5,864
1984	103	(1)	(1)	(1)	(1)	2,351	47	298	10	58	2,830	5,697
1985	342	(1)	(1)	(1)	(1)	1,911	18	92	10	96	3,048	5,517
1986	764	(1)	(1)	(1)	(1)	3,629	422	33	13	269	2,144	7,274
1987	2,059	(1)	(1)	(1)	(1)	4,587	550	62	25	269	1,598	9,150
1988	4,455	(1)	(1)	(1)	(1)	3,710	613	129	39	169	1,560	10,875
1989	5,824	(1)	(1)	(1)	(1)	2,718	690	83	59	161	1,590	11,125
1990	4,955	(1)	(1)	352	(1)	2,916	2,650	2	20	672	1,460	13,027
1991	7,255	29	107	350	(1)	3,045	861	3	17	916	1,440	14,023
1992	6,379	-	27	350	(1)	4,263	1,160	21	154	337	1,622	14,313
1993	4,712	-	19	280	(1)	2,930	806	19	14	(2)	1,452	10,232
1994	3,801	-	28	117	21	2,734	567	5	54	(2)	1,315	8,642
1995	2,594	-	29	65	21	2,333	424	-	11	(2)	1,486	6,963
1996	3,145	-	315	42	29	2,274	428	1	(2)	(2)	1,173	7,407
1997	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	1,213	1,213

(1) data not available—datos no disponibles

(2) data not yet received—datos todavía no recibidos

**TABLE 34.** Sampling coverage of the IATTC and Mexican programs during 1997 of trips by Class-6 vessels of (capacity >400 short tons (>363 metric tons)) and by Class-5 vessels (capacity 301-400 short tons (273-363 metric tons)).

**TABLA 34.** Cobertura de muestreo de los programas de la CIAT y México en 1997 de viajes de barcos de las clases 6 (capacidad >400 toneladas cortas (<363 toneladas métricas)) y 5 (capacidad 301-400 toneladas cortas (273- 363 toneladas métricas)).

National fleet	Number of trips	Trips sampled by program			Percent sampled
		IATTC	Mexico	Total	
Flota nacional	Número de viajes	Viajes muestreados por programa			Porcentaje muestreado
		CIAT	México	Total	
<b>CLASS 6—CLASE 6</b>					
Belize—Belice	18	18	-	18	100.0
Colombia	27	27	-	27	100.0
Ecuador <sup>1</sup>	145	145	-	145	100.0
Honduras	8	8	-	8	100.0
México	231	91	140	231	100.0
Panamá	12	12	-	12	100.0
Spain—España	3	3	-	3	100.0
USA—EE.UU.	36	36	-	36	100.0
Vanuatu	68	68	-	68	100.0
Venezuela	101	101	-	101	100.0
Unknown	7	7	-	7	100.0
Total	656	516 <sup>2</sup>	140 <sup>3</sup>	656 <sup>4</sup>	100.0
<b>CLASS 5 WITH DMLs—CLASE 5 CON LMD</b>					
Colombia	13	13	-	13	100.0
Ecuador	13	13	-	13	100.0
Total	26	26	-	26	100.0
Grand total—Total general	682	542 <sup>2</sup>	140 <sup>3</sup>	682 <sup>4</sup>	100.0

<sup>1</sup> Includes one Belize-flag, one Cyprus-flag, and two Spanish-flag vessels under the jurisdiction of Ecuador

<sup>1</sup> Incluye un barco de bandera de Belice, uno de bandera de Chipre, y dos de bandera española bajo jurisdicción de Ecuador

<sup>2</sup> Includes 56 trips which departed in late 1996 and ended in 1997, and 460 trips which departed in 1997

<sup>2</sup> Incluye 56 viajes iniciados a fines de 1996 y terminados en 1997, y 460 viajes iniciados durante 1997

<sup>3</sup> Includes 9 trips which departed in late 1996 and ended in 1997, and 131 trips which departed in 1997

<sup>3</sup> Incluye 9 viajes iniciados a fines de 1996 y terminados en 1997, y 131 viajes iniciados durante 1997

<sup>4</sup> Includes 65 trips which departed in late 1996 and ended in 1997, and 591 trips which departed in 1997

<sup>4</sup> Incluye 65 viajes iniciados a fines de 1996 y terminados en 1997, y 591 viajes iniciados durante 1997

**TABLE 35.** Training courses held for observers during 1997.

**TABLA 35.** Cursos de capacitación de observadores celebrados durante 1997.

Date	Location	Number of attendees
Fecha	Sede	Número de asistentes
February 25-March 14	Puntarenas and San José, Costa Rica	5
July 15-August 1	Manta, Ecuador	22
November 10-27	Cumaná, Venezuela	9
Total (3 courses—cursos)		36

**TABLE 36.** Preliminary estimates of incidental mortality of dolphins in the eastern Pacific Ocean (EPO) during 1997.**TABLA 36.** Estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de delfines en el Océano Pacífico oriental (OPO) durante 1997.

Stock	Mortality—Mortalidad
Offshore spotted—Manchado de altamar	
Northeastern—Nororiental	721
Western and southern—Occidental y sureño	1,044
Spinner—Tornillo	
Eastern—oriental <sup>1</sup>	391
Whitebelly—Panza blanca <sup>1</sup>	498
Common—Común	
Northern—Norteño	9
Central	114
Southern—Sureño	58
Other dolphins—Otros delfines <sup>2</sup>	170
Total	3,005

<sup>1</sup> Unidentified spinner dolphins are prorated. The total for whitebelly spinners includes 7 unidentified spinner dolphins. The total for eastern spinners includes 1 unidentified spinner dolphin.

<sup>1</sup> Los delfines tornillo no identificados son prorrateados. El total de los delfines tornillo panza blanca incluye 7 tornillos no identificados; el de los tornillos orientales incluye 1 tornillo no identificado.

<sup>2</sup> "Other dolphins" includes the following species and stocks, whose observed mortalities are as follows: striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), 80; rough-toothed dolphins (*Steno bredanensis*), 20; bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), 10; pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*), 5; unidentified dolphins, 55.

<sup>2</sup> "Otros delfines" incluye las siguientes especies y stocks, con las mortalidades observadas correspondientes: delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), 80; delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), 20; tursiones (*Tursiops truncatus*), 10; ballenas piloto (*Globicephala macrorhynchus*), 5; delfines no identificados, 55.

**TABLE 37.** Coverage of the bycatch data base. The data bases are described in the text.**TABLA 37.** Cobertura de la base de datos de capturas incidentales. En el texto se describen las bases de datos.

Year	Set type	SETS			Percent coverage ((Col. 3/Col. 5) x 100)
		IATTC bycatch data base base	IATTC Tuua- Dolphin data bases	Three tuna- dolphin data bases	
Año	Tipo de lance	LANCES			Porcentaje de cobertura ((Col. 3/Col. 5) x 100)
		Base de datos CIAT sobre cap- tura incidental	Base de datos Atún-Delfin de la CIAT	Tres bases de datos atún-delfin	
1993	Dolphin—delfin	2,865	5,025	6,953	41.2
	Free-swimming—no asociado	3,257	4,760	6,267	52.0
	Floating object—objeto flotante	955	2,025	2,063	46.3
	Total	7,077	11,810	15,283	46.3
1994	Dolphin—delfin	5,280	5,399	7,804	67.7
	Free-swimming—no asociado	3,270	3,668	5,070	64.5
	Floating object—objeto flotante	2,341	2,614	2,770	84.5
	Total	10,891	11,681	15,644	69.6
1995	Dolphin—delfin	5,583	5,599	7,187	77.7
	Free-swimming—no asociado	3,360	3,389	5,124	65.6
	Floating object—objeto flotante	3,249	3,273	3,568	91.1
	Total	12,192	12,261	15,879	76.8
1996	Dolphin—delfin	5,842	5,844	7,483	78.1
	Free-swimming—no asociado	3,225	3,229	5,387	59.9
	Floating object—objeto flotante	4,062	4,062	4,160	97.6
	Total	13,129	13,135	17,030	77.1
1997	Dolphin—delfin	6,339	6,339	8,995	70.5
	Free-swimming—no asociado	2,881	2,881	4,977	57.9
	Floating object—objeto flotante	5,614	5,614	5,828	96.3
	Total	14,834	14,834	19,800	74.9

TABLE 38. Estimated discards and bycatches of tunas and bonito in the EPO, in metric tons.

TABLA 38. Descartes y capturas incidentales estimadas de atunes y bonitos en el OPO, en toneladas métricas.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Free-swimming	Floating object	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfin	No asociado	Objeto flotante	
1993	Yellowfin—aleta amarilla	270	1,682	3,088	5,040
	Skipjack—barrilete	84	734	9,770	10,589
	Bigeye—patudo	0	19	566	585
	Black skipjack—barrilete negro	0	237	3,712	3,949
	Bullet—melva	2	166	1,814	1,981
	Other tunas—otros atunes	-	-	-	-
	Bonito	-	12	-	12
	Total	356	2,850	18,950	22,156
1994	Yellowfin—aleta amarilla	569	625	3,420	4,614
	Skipjack—barrilete	27	986	9,301	10,314
	Bigeye—patudo	1	53	2,251	2,305
	Black skipjack—barrilete negro	0	130	675	805
	Bullet—melva	2	198	322	522
	Other tunas—otros atunes	-	-	-	-
	Bonito	-	82	64	146
	Total	599	2,074	16,033	18,706
1995	Yellowfin—aleta amarilla	2,509	178	2,657	5,344
	Skipjack—barrilete	356	1,240	15,019	16,615
	Bigeye—patudo	0	14	3,247	3,261
	Black skipjack—barrilete negro	40	730	646	1,416
	Bullet—melva	6	119	543	668
	Other tunas—otros atunes	-	-	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>
	Bonito	-	15	40	55
	Total	2,911	2,296	22,154	27,361
1996	Yellowfin—aleta amarilla	879	1,039	4,742	6,660
	Skipjack—barrilete	204	864	23,903	24,971
	Bigeye—patudo	0	26	5,760	5,786
	Black skipjack—barrilete negro	20	89	2,308	2,417
	Bullet—melva	33	239	781	1,053
	Other tunas—otros atunes	-	-	-	-
	Bonito	1	-	-	1
	Total	1,137	2,257	37,494	40,888
1997	Yellowfin—aleta amarilla	620	417	4,594	5,631
	Skipjack—barrilete	127	1,022	30,718	31,867
	Bigeye—patudo	0	8	5,620	5,628
	Black skipjack—barrilete negro	84	389	2,109	2,582
	Bullet—melva	25	626	2,756	3,407
	Other tunas—otros atunes	-	3 <sup>2</sup>	-	3 <sup>2</sup>
	Bonito	-	-	4	4
	Total	856	2,465	45,801	49,122

<sup>1</sup> albacore—albacora<sup>2</sup> northern bluefin—aleta azul del norte

TABLE 39. Estimated bycatches of billfishes in the EPO, in numbers of individuals.

TABLA 39. Capturas incidentales estimadas de peces picudos en el OPO, en número de individuos.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Free-swimming	Floating object	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfín	No asociado	Objeto flotante	
1993	Swordfish—pez espada, <i>Xiphias gladius</i>	7	8	27	41
	Blue marlin—marlín azul, <i>Makaira nigricans</i>	41	79	345	466
	Black marlin—marlín negro, <i>M. indica</i>	32	107	300	439
	Striped marlin—marlín rayado, <i>Tetrapturus audax</i>	41	106	237	383
	Shortbill spearfish—marlín trompa corta, <i>T. angustirostris</i>	0	0	2	2
	Sailfish—pez vela, <i>Istiophorus platypterus</i>	364	648	78	1,090
	Unidentified marlin—marlín no identificado	41	59	288	388
	Unidentified billfish—picudo no identificado	28	25	41	94
	Total	554	1,032	1,318	2,903
1994	Swordfish—pez espada	4	7	7	19
	Blue marlin—marlín azul	46	133	399	579
	Black marlin—marlín negro	53	82	624	759
	Striped marlin—marlín rayado	37	95	207	339
	Shortbill spearfish—marlín trompa corta	8	1	2	11
	Sailfish—pez vela	348	551	10	909
	Unidentified marlin—marlín no identificado	27	15	176	218
	Unidentified billfish—picudo no identificado	4	4	15	23
	Total	527	888	1,440	2,856
1995	Swordfish—pez espada	3	31	24	59
	Blue marlin—marlín azul	56	83	526	666
	Black marlin—marlín negro	65	81	378	524
	Striped marlin—marlín rayado	60	110	121	291
	Shortbill spearfish—marlín trompa corta	15	2	6	24
	Sailfish—pez vela	390	501	58	950
	Unidentified marlin—marlín no identificado	14	22	73	109
	Unidentified billfish—picudo no identificado	5	8	46	59
	Total	609	839	1,233	2,681
1996	Swordfish—pez espada	10	6	3	19
	Blue marlin—marlín azul	57	85	592	734
	Black marlin—marlín negro	71	91	448	610
	Striped marlin—marlín rayado	118	161	78	357
	Shortbill spearfish—marlín trompa corta	9	2	17	28
	Sailfish—pez vela	452	300	56	808
	Unidentified marlin—marlín no identificado	85	32	56	173
	Unidentified billfish—picudo no identificado	4	4	159	167
	Total	806	681	1,409	2,896
1997	Swordfish—pez espada	14	21	16	51
	Blue marlin—marlín azul	88	173	926	1,188
	Black marlin—marlín negro	45	74	726	845
	Striped marlin—marlín rayado	73	151	120	345
	Shortbill spearfish—marlín trompa corta	7	0	12	19
	Sailfish—pez vela	325	438	112	875
	Unidentified marlin—marlín no identificado	6	8	54	68
	Unidentified billfish—picudo no identificado	2	4	10	16
	Total	560	871	1,977	3,407

TABLE 40. Estimated bycatches of animals other than tunas and billfishes in the EPO, in numbers of individuals.

TABLA 40. Capturas incidentales estimadas de animales aparte de atunes y picudos en el OPO, en número de individuos.

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Free-swimming	Floating object	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfín	No asociado	Objeto flotante	
1993	Marine mammals—mamíferos marinos	3,594	0	7	3,601
	Mahi mahi—dorado, <i>Coryphaena</i> spp.	220	17,445	310,413	328,078
	Wahoo—peto, <i>Acanthocybium solandri</i>	53	7,120	54,944	62,117
	Rainbow runner—salmón, <i>Elagatis bipinnulatus</i>	2	38	12,308	12,348
	Yellowtail—jurel, <i>Seriola lalandi</i>	49	22,416	8,952	31,418
	Other large teleost fish—otros peces teleósteos grandes	6	347	15,185	15,538
	Trigger fish—peces ballesta, Balistidae	0	1,282	739,551	740,833
	Other small teleost fish—otros peces teleósteos pequeños	20,142	14,569	1,029,662	1,064,373
	Sharks and rays—tiburones y rayas	3,851	23,512	37,508	64,871
	Sea turtles—tortugas marinas	49	124	116	288
	Unidentified fish—peces no identificados	14	0	114	128
	Other fauna—otros animales	0	5	0	5
	1994	Marine mammals—mamíferos marinos	4,079	17	0
Mahi mahi—dorado		110	7,522	681,551	689,184
Wahoo—peto		126	618	419,833	420,577
Rainbow runner—salmón		1	31	10,593	10,625
Yellowtail—jurel		3,826	2,806	19,637	26,269
Other large teleost fish—otras peces teleósteos grandes		45	23,042	3,383	26,469
Trigger fish—peces ballesta		283	1,339	338,226	339,849
Other small teleost fish—otros peces teleósteos pequeños		16,434	284,480	476,373	777,288
Sharks and rays—tiburones y rayas		2,743	15,356	29,790	47,889
Sea turtles—tortugas marinas		77	28	54	159
Unidentified fish—peces no identificados		1,737	37	166	1,940
Other fauna—otros animales		17	23	0	40
1995		Marine mammals—mamíferos marinos	3,268	6	0
	Mahi mahi—dorado	392	31,831	549,339	581,562
	Wahoo—peto	83	282	242,542	242,907
	Rainbow runner—salmón	7	12	8,634	8,653
	Yellowtail—jurel	0	12,489	21,800	34,289
	Other large teleost fish—otras peces teleósteos grandes	11	10,581	2,010	12,602
	Trigger fish—peces ballesta	1,109	13,066	768,925	783,099
	Other small teleost fish—otras peces teleósteos pequeños	38,580	41,634	1,966,743	2,046,957
	Sharks and rays—tiburones y rayas	8,962	8,880	36,829	54,671
	Sea turtles—tortugas marinas	30	20	90	140
	Unidentified fish—peces no identificados	2	918	1,087	2,007
	Other fauna—otros animales	0	2	2	4
	1996	Marine mammals—mamíferos marinos	2,547	0	0
Mahi mahi—dorado		525	7,723	626,233	634,480
Wahoo—peto		23	330	156,239	156,591
Rainbow runner—salmón		1	7,350	25,812	33,163
Yellowtail—jurel		0	98,344	17,194	115,537
Other large teleost fish—otros peces teleósteos grandes		12	126,653	7,649	134,314
Trigger fish—peces ballesta		1,498	5,465	374,124	381,087
Other small teleost fish—otros peces teleósteos pequeños		141,487	65,838	460,820	668,145
Sharks and rays—tiburones y rayas		7,266	6,903	38,263	52,432
Sea turtles—tortugas marinas		19	28	76	124
Unidentified fish—peces no identificados		4	17	1,402	1,423
Other fauna—otros animales		9	94	1	104

TABLE 40. (continued)  
 TABLA 40. (continuación)

Year	Species	Set type			Total
		Dolphin	Free-swimming	Floating object	
Año	Especie	Tipo de lance			Total
		Delfín	No asociado	Objeto flotante	
1997	Marine mammals—mamíferos marinos	2,981	4	20	3,005
	Mahi mahi—dorado	64	6,178	470,768	477,010
	Wahoo—peto	3,125	774	474,399	478,298
	Rainbow runner—salmón	1	2,044	54,969	57,014
	Yellowtail—jurel	9,136	4,275	118,636	132,046
	Other large teleost fish—otros peces teleósteos grandes	68	14,684	28,467	43,219
	Trigger fish—peces balista	321	752	725,714	726,788
	Other small teleost fish—otros peces teleósteos pequeños	16,217	65,011	1,216,287	1,297,515
	Sharks and rays—tiburones y rayas	3,813	10,965	61,828	76,607
	Sea turtles—tortugas marinas	8	52	90	150
	Unidentified fish—peces no identificados	0	1,381	5,725	7,106
	Other fauna—otros animales	0	0	0	0



**INFORME ANUAL DE LA  
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL, 1997**

**INTRODUCCION**

La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) funciona bajo la autoridad y dirección de un convenio suscrito originalmente por Costa Rica y los Estados Unidos de América. El convenio, vigente desde 1950, está abierto 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, y El Salvador en 1997. México se retiró de la CIAT en 1978, y Canadá en 1984.

La CIAT cumple su mandato 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 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 los stocks de peces puedan mantenerse a niveles que permitan las capturas máximas sostenibles. Las responsabilidades principales del Programa Atún-Delfín son (1) controlar la abundancia de las poblaciones de delfines y su mortalidad incidental a la pesca, mediante la toma de datos a bordo de embarcaciones atuneras de cerco pescando en el OPO, (2) analizar esta información y formular recomendaciones apropiadas para la conservación de los delfines, (3) estudiar las causas de la mortalidad de delfines en las maniobras de pesca e instar a los pescadores a adoptar aquellas técnicas de pesca que minimicen esa mortalidad, y (4) estudiar los efectos de las distintas modalidades de pesca sobre los varios peces y demás animales del ecosistema pelágico.

Para llevar a cabo estas misiones, 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 (Anexo 1), seleccionados por el Director, quien responde directamente ante la Comisión.

El programa científico se encuentra en su 47º año. Los resultados de las investigaciones del personal de la CIAT son publicados en la serie de Boletines 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, asimismo bilingüe, se describen las actividades realizadas en el año en cuestión.

## REUNIONES DE LA COMISION

El Convenio de la CIAT estipula que la Comisión se reúna al menos una vez al año. Adicionalmente, casi siempre se celebran en conjunto con las reuniones de la CIAT reuniones intergubernamentales, en las cuales participan representantes de gobiernos miembros y no miembros interesados en las pesquerías de atunes tropicales del Océano Pacífico oriental (OPO). El Acuerdo para la Conservación de Delfines, o Acuerdo de La Jolla, adoptado en la 24ª reunión intergubernamental, celebrada en junio de 1992, estableció dos grupos de trabajo permanentes, el Panel Internacional de Revisión y el Consejo Científico Asesor. (Se presenta el texto más actual de dicho Acuerdo en el Anexo 2 de este informe.) En 1997 se estableció un grupo de trabajo *ad hoc* sobre opciones para el manejo del atún patudo. En esta sección se resume lo ocurrido en las reuniones de estos grupos celebradas en 1997. Se puede obtener de la CIAT las actas de las reuniones.

### 58ª REUNION DE LA CIAT

La CIAT celebró su 58ª reunión en San José de Costa Rica el 3 y 4 de junio de 1997, bajo la presidencia del Dr. Jorge Campos Montero, de Costa Rica. Asistieron representantes de los gobiernos miembros de Costa Rica, Estados Unidos, Francia, Japón, Panamá, y Venezuela, así como observadores de Colombia, Ecuador, El Salvador, España, México, la República de China, la Comisión para la Conservación del Atún Aleta Azul de Sur, la Comisión Ballenera Internacional, la Fundación para la Defensa de la Naturaleza (FUDENA), Greenpeace International, y la Humane Society International.

Se adoptó la agenda siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Aprobación de la agenda
3. Revisión de la investigación atunera actual
4. El año pesquero 1996
5. Condición de los stocks de atunes
6. Revisión del programa atún-delfín: investigaciones y extensión
7. Revisión del Programa Internacional de Conservación de Delfines
8. Recomendaciones y resoluciones para 1997
9. Programa de investigación y presupuesto recomendado para el AF 1998-1999
10. Fecha y sede de la próxima reunión
11. Nombramiento de funcionarios
12. Otros asuntos
13. Clausura

El personal de la CIAT recomendó una cuota de captura para el atún aleta amarilla y que se tomaran medidas con respecto a los aumentos recientes en las capturas de atún patudo pequeño.

Se tomaron las acciones siguientes:

(1) Se aprobó la siguiente resolución sobre la cuota de captura de aleta amarilla:

*La Comisión Interamericana del Atún Tropical*, responsable del estudio científico de los atunes y especies afines del Océano Pacífico oriental, y de formular recomendaciones a las Altas Partes Contratantes con respecto a dichos recursos, y habiendo mantenido desde 1950 un programa científico ininterrumpido dedicado al estudio de dichos recursos,

*Observa* que el recurso de atún aleta amarilla en el Pacífico oriental sostiene a una de las pesquerías de atunes con artes de superficie más importantes del mundo, y

*Reconoce*, con base en la experiencia previa en esta pesquería, que existe la posibilidad de reducir la producción potencial del recurso si el esfuerzo de pesca es excesivo;

*Tiene presente* que el cumplimiento satisfactorio del programa de conservación entre 1966 y 1979 mantuvo los stocks de aleta amarilla a altos niveles de abundancia, y

*Nota* que de 1980 a 1996, con la excepción de 1987, a pesar de no haberse establecido programas de conservación, el personal científico de la Comisión recomendó medidas de conservación a los Comisionados, quienes a su vez aprobaron dichas medidas para recomendación a sus gobiernos respectivos, y

*Observa* que, a pesar de que el stock de aleta amarilla está en un nivel de abundancia por encima del óptimo, es posible sobreexplotarlo,

*Concluye* que, si las condiciones lo justifican, se debería instrumentar una limitación de la captura de aleta amarilla en 1997.

*La Comisión Interamericana del Atún Tropical recomienda por lo tanto a las Altas Partes Contratantes* que se establezca para el año civil 1997 una cuota de 220,000 toneladas métricas sobre la captura total del atún aleta amarilla del ARCAA (definida en la resolución adoptada por la Comisión el 17 de mayo de 1962), y que se autorice al Director a aumentar este límite por un máximo de tres incrementos de 15,000 toneladas métricas cada uno, si el análisis de los datos disponibles le lleva a la conclusión que estos incrementos no perjudicarían el stock de forma sustancial, y

*Recomienda* finalmente que todas las naciones miembros y demás naciones interesadas trabajen con diligencia por lograr el cumplimiento de este programa de conservación del atún aleta amarilla en 1997.

(2) Se aprobó también la siguiente resolución sobre el atún patudo:

*La Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT)*, responsable del estudio científico de los atunes y especies afines del Océano Pacífico oriental, y de hacer recomendaciones, basadas en evidencia científica, para acción conjunta por parte de las Altas Partes Contratantes que tenga por finalidad mantener las poblaciones de peces abarcadas por la Convención a niveles de abundancia que permitan las capturas máximas sostenidas,

1. *Nota* que las capturas anuales de atunes patudo pequeños capturados en la pesquería con red de cerco en el Océano Pacífico oriental han aumentado en los últimos años de menos de 5.000 toneladas a más de 50.000 toneladas;
2. *Reconoce* que es probable que estos aumentos causen una reducción en las capturas totales de atún patudo del Pacífico oriental;
3. *Nota* que una limitación de la mortalidad ocasionada por la pesca cerquera de patudo asociado con objetos flotantes al nivel de 1996 evitaría agravar el problema;
4. *Expresa su preocupación* de que la pesquería de patudo asociado con objetos flotantes resulta en capturas elevadas de patudo sin valor comercial y también en el desecho de muchas otras especies asociadas, ya muertas;
5. *Teniendo en cuenta* que el Artículo 5 del Acuerdo de las Naciones Unidas para la implementación de las disposiciones del Convenio de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar del 10 de diciembre de 1982 pertinentes a la Conservación y Ordenación de las Poblaciones de Peces Transzonales y Altamente Migratorios requiere de los estados costeros y naciones pesqueras, entre otros, (1) adoptar medidas para asegurar la supervivencia a largo plazo de las poblaciones de peces transzonales y altamente migratorios y promover el objetivo de su aprovechamiento óptimo, (2) asegurarse de que dichas medidas estén basadas en los datos científicos más fidedignos de que se disponga y que tengan por finalidad preservar o restablecer las poblaciones a niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible, (3) aplicar el criterio de precaución de conformidad con el Artículo 6 del Acuerdo, (4) reducir al mínimo la

contaminación, el desperdicio, los desechos, la captura por aparejos perdidos o abandonados, la captura accidental de especies no objeto de la pesca, tanto de peces como de otras especies, (5) proteger la biodiversidad en el medio marino, (6) tomar medidas para prevenir o eliminar la pesca excesiva y el exceso de capacidad de pesca;

6. *Notando* que el Código de Conducta para la Pesca Responsable de la FAO insta a los estados, organizaciones internacionales, y todos los interesados en las pesquerías a colaborar en la realización de los objetivos y principios de dicho Código, los que incluyen tomar medidas para prevenir o eliminar el exceso de capacidad de pesca y asegurar que los niveles de pesca sean compatibles con el uso sostenible de los recursos pesqueros; en el caso de nuevas pesquerías o de pesquerías exploratorias, adoptar lo antes posible medidas de conservación y ordenación precautorias que incluyan, entre otros, límites de las capturas y del esfuerzo de pesca, los que deberían permanecer en vigor hasta que se disponga de datos suficientes para hacer una evaluación de los efectos de la actividad pesquera sobre la sostenibilidad a largo plazo de las poblaciones; y adoptar medidas apropiadas para reducir al mínimo los desperdicios, los descartes, y la captura de especies que no son objeto de pesca, tanto peces como otras especies;
7. *Teniendo también en cuenta* que la Declaración de Panamá, concluida y adoptada en octubre de 1995 por doce naciones, y respaldada por cinco grupos ambientalistas, para formalizar el Acuerdo de La Jolla como instrumento legal obligatorio que exige, entre otros, un compromiso a adoptar medidas de conservación y manejo para asegurar la sustentabilidad a largo plazo de los stocks de atunes y que dichas medidas estén diseñadas para mantener o restablecer la biomasa de los stocks explotados en o por encima de los niveles máximos sostenibles; y
8. *Notando* que la Declaración de Panamá insta también a los gobiernos a tomar medidas para evitar, reducir, y minimizar las capturas incidentales de atunes juveniles y de especies no objetivo de la pesca, por lo tanto:
9. *Concluye* que se debe tomar acción para limitar o reducir la mortalidad por pesca de atunes patudo pequeños en el Océano Pacífico oriental a los niveles observados en la pesquería en años recientes; los niveles exactos de estas limitaciones y/o reducciones quedarán por considerar en la Reunión Anual de la CIAT en 1998; y
10. *Solicita* al personal de la CIAT convocar un Grupo de Trabajo de expertos para evaluar posibles opciones de manejo que se podrían implementar para lograr los objetivos detallados en el Párrafo 9, incluyendo, entre otras, áreas de veda, temporadas de veda, prohibiciones y/o limitaciones del uso de ciertos tipos de arte de pesca, cuotas globales de captura, y cuotas de barcos individuales; y
11. *Recomienda finalmente* que el Grupo de Trabajo se reúna con la frecuencia necesaria para lograr sus propósitos, pero que remita a las Altas Partes Contratantes sus recomendaciones para medidas de conservación y manejo para realizar las metas definidas en el Párrafo 5 a más tardar en la próxima Reunión Anual de la CIAT.

(3) Se aprobó el presupuesto presentado de US\$ 4.553.226 para el año fiscal 1998-1999. Se propuso que en el futuro se ofreciera interpretación simultánea en las reuniones del Panel Internacional de Revisión, y el personal dijo que investigaría la posibilidad de incluirlo en presupuestos futuros.

(4) Se decidió establecer un grupo de trabajo para estudiar la cuestión de las capturas incidentales de todas especies en la pesquería atunera con red de cerco en el OPO, y buscar formas de reducirlas. Se encargó al personal de la CIAT preparar un documento definiendo los puntos de mandato del grupo y algunas ideas para su consideración, y distribuirlo entre los gobiernos. El personal nombraría también los miembros del grupo de trabajo.

(5) Se acordó celebrar la próxima reunión regular de la CIAT en La Jolla (EE.UU.) en junio de 1998.

Se suspendió la reunión de la CIAT el día 4 de junio y se celebró la 33ª Reunión Intergubernamental. El delegado de México leyó una declaración (Anexo 3) en la cual manifestó la intención de su país de regresar, de manera cautelosa, para tener una participación plena en el Programa Internacional para la Conservación de Delfines, suspendida en octubre de 1996 (Informe Anual de la CIAT de 1996, Anexo 2). El Coordinador de la 15ª reunión del Panel Internacional de Revisión presentó un informe sobre las actividades del Panel. El informe incluyó una recomendación que se cambiasen las Reglas de Procedimiento del Panel para permitir a cualquier país miembro de la CIAT ser miembro del Panel, independientemente de si tenía barcos cerqueros de más de 400 toneladas cortas (363 toneladas métricas) de capacidad pescando en el OPO. (En el Anexo 4 de este informe se presenta una versión enmendada de las Reglas de Procedimiento, incorporando los cambios adoptados en las reuniones intergubernamentales 32ª y 33ª.)

### **59ª REUNION DE LA CIAT**

La 59ª reunión de la CIAT tuvo lugar en La Jolla, California (EE.UU.), del 28 al 31 de octubre de 1997. Tenía como meta negociar un acuerdo legalmente obligatorio conforme con la Declaración de Panamá, aprobada en la 56ª reunión de la CIAT, celebrada en Panamá (República de Panamá) en octubre de 1995 (Informe Anual de la CIAT de 1995, Anexo 3). La agenda fue la siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Aprobación de la agenda
3. Revisión del año pesquero 1997 hasta la fecha
4. Revisión del Programa Internacional para la Conservación de Delfines (PICD) hasta la fecha
5. Consideración de un instrumento legalmente obligatorio para el PICD
6. Otros asuntos
7. Clausura

Ya que algunas de las naciones que participarían en las negociaciones no son miembros de la CIAT, las negociaciones tuvieron lugar en el marco de la 34ª reunión intergubernamental, con la agenda siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Elección del Presidente
3. Adopción de la agenda
4. Consideración de un documento legalmente obligatorio para el PICD
5. Otros asuntos
6. Clausura

Se lograron avances importantes, pero no se llegó a un acuerdo sobre un instrumento legalmente obligatorio. Se acordó celebrar otra reunión intergubernamental en enero de 1998 para proseguir las negociaciones.

### **14ª REUNION DEL PANEL INTERNACIONAL DE REVISION**

La 14ª reunión del Panel Internacional de Revisión fue celebrada en Santa Marta (Colombia) el 18 y 19 de febrero de 1997. Presidió el Dr. Osvaldo Pérez Molina, de Colombia, y asistieron representantes de Colombia, Costa Rica, Estados Unidos, Vanuatu, Venezuela, y la Cámara Nacional de la Industria Pesquera de México, más representantes de la CIAT, en función de Secretaría.

La agenda fue la siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Elección del Coordinador

3. Aprobación de la agenda
4. Aprobación de las actas de la 13ª reunión del Panel
5. Límites de Mortalidad de Delfines (LMD):
  - a. Repaso de los LMD de 1996
  - b. LMD para 1997
6. Repaso de los datos de los observadores
7. Normas para el equipo de pesca para barcos sin LMD
8. Posible inclusión en el PICD de barcos de menos de 400 toneladas cortas de capacidad
9. Tarjetas de identificación para los observadores
10. Procedimientos para tratar los lances con problemas especiales
11. Actualización de información sobre tasas de mortalidad en lances con pocos delfines capturados y sin retroceso
12. Miembros no gubernamentales del Panel
13. Confidencialidad:
  - a. Nombres de barcos con LMD
  - b. Divulgación de datos a naciones costeras
14. Cooperación de naciones no partes del Acuerdo con barcos en el OPO
15. LMD y cambios de bandera
16. Fecha y sede de la próxima reunión
17. Otros asuntos
18. Clausura

La reunión del Panel fue seguida, el 20 y 21 de febrero, por la 32ª reunión intergubernamental, a la cual asistieron todos los representantes nacionales presentes en la reunión del Panel, en calidad de participantes u observadores, y también un representante de la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero. Se acordó enmendar la redacción de la sección III del Anexo del Acuerdo para la Conservación de Delfines referente al Panel Internacional de Revisión para incrementar el número de representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG) en el Panel de cuatro a seis, tres de organizaciones ambientalistas y tres de la industria atunera, todos de los cuales serían nombrados por los gobiernos miembros del Panel. En el Anexo 2 de este informe se presenta la versión enmendada. Se acordó también que el gobierno de Costa Rica seguiría como miembro del Panel hasta que se considerasen los cambios en la composición del Panel en su próxima reunión. Finalmente, se acordó aceptar el procedimiento modificado para el ingreso de las ONG al Panel propuesto por un comité *ad hoc* del mismo. Los representantes gubernamentales presentes aceptaron el Consenso de Santa Marta y la Resolución de Santa Marta (Anexos 5 y 6 de este informe).

### 15ª REUNION DEL PANEL INTERNACIONAL DE REVISION

La 15ª reunión del Panel Internacional de Revisión tuvo lugar en Puntarenas (Costa Rica) del 1 al 3 de junio de 1997. Presidió el Sr. Jaime Basadre Oreamuno, de Costa Rica, y asistieron representantes de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, México, Panamá, Venezuela, la industria atunera, y la comunidad ambientalista, más representantes de la CIAT, en función de Secretaría.

La agenda fue la siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Elección del Coordinador
3. Aprobación de la agenda
4. Aprobación de las actas de la 14ª Reunión del Panel y del Informe Anual del Panel para 1996
5. Tarjetas de identificación para los observadores
6. Requisitos de aparejos de pesca para los barcos sin LMD

7. Tiempo transcurrido entre el inicio del lance y el fin del retroceso
8. Límites de Mortalidad de Delfines (LMD):
  - a. Repaso de los LMD de 1997
  - b. LMD para el segundo semestre de 1997
9. Repaso de los datos de los observadores
10. Procedimientos para tratar lances con problemas especiales
11. Confidencialidad de la información
12. Cooperación de las naciones no partes del Acuerdo con barcos en el OPO
13. Posible inclusión en el PICD de barcos de menos de 400 toneladas cortas de capacidad
14. Procedimiento de incorporación de miembros gubernamentales en el Panel
15. Nombramiento de miembros no gubernamentales
16. Grupo de trabajo para el estudio de normas y procedimientos para el ingreso de nuevas flotas al OPO
17. Fecha y sede de la próxima reunión
18. Otros asuntos
19. Clausura

#### **16ª REUNION DEL PANEL INTERNACIONAL DE REVISION**

La 16ª reunión del Panel Internacional de Revisión tuvo lugar en La Jolla, California (EE.UU.) el 27 de octubre de 1997. Fue presidida por la Sra. Wanda Cain, de Estados Unidos, y asistieron representantes de Colombia, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, México, Panamá, Vanuatu, Venezuela, la industria atunera, y la comunidad ambientalista, más representantes de la CIAT, en función de Secretaría.

La agenda fue la siguiente:

1. Apertura de la reunión
2. Elección del Coordinador
3. Aprobación de la agenda
4. Aprobación de las actas de la 15ª Reunión del Panel
5. Límites de Mortalidad de Delfines (LMD):
  - a. Repaso de los LMD de 1997
  - b. LMD para 1998
6. Repaso de los datos de los observadores
7. Procedimientos para tratar lances con problemas especiales
8. Confidencialidad de la información
  - a. Barcos y LMD
  - b. Registro del Panel de avistamientos de barcos atuneros
9. Confirmación de bandera del barco antes de ingresar al Programa
10. Fecha y sede de la próxima reunión
11. Otros asuntos
12. Clausura

En el Anexo 4 se presenta la versión más actual de las Reglas de Procedimiento del Panel, modificadas de conformidad con las decisiones tomadas en las reuniones intergubernamentales 32ª y 33ª.

#### **GRUPO DE TRABAJO SOBRE OPCIONES PARA EL MANEJO DEL PATUDO**

Una resolución aprobada en la 58ª Reunión de la CIAT concluyó en que “se debe tomar acción para limitar o reducir la mortalidad por pesca de atunes patudo pequeños en el Océano Pacífico oriental a los niveles observados en la pesquería en años recientes” y encargó al personal de la CIAT “convocar un

Grupo de Trabajo de expertos para evaluar posibles opciones de manejo que se podrían implementar para lograr (esos) objetivos, ... incluyendo, entre otras, áreas de veda, temporadas de veda, prohibiciones y/o limitaciones del uso de ciertos tipos de arte de pesca, cuotas globales de captura, y cuotas de barcos individuales." La primera reunión del grupo de trabajo sobre opciones para el manejo del patudo tuvo lugar en La Jolla, California (EE.UU.) del 16 al 18 de septiembre de 1997. Participaron expertos de Canadá, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, Japón, México, Venezuela, la Comisión del Pacífico Sur, y la CIAT. Se adoptó la agenda siguiente:

1. Bienvenida, presentaciones, asuntos de orden, y consideración de la agenda
2. Introducción
3. Discusión del programa de trabajo
4. Toma de datos y monitoreo
5. Repaso de los documentos informativos
6. Disposiciones nacionales para cumplir con las medidas acordadas
7. Discusión de opciones de manejo adecuadas
8. Trabajo futuro y programa

## **ADMINISTRACION**

### **PRESUPUESTO**

En su 55ª reunión, celebrada del 13 al 15 de junio de 1995 en La Jolla, California (EE.UU.), la Comisión aprobó unánimemente el presupuesto de US\$4.998.530 presentado por el Director para el año fiscal 1996-1997. Sin embargo, la cantidad aportada por los países miembros en dicho año fue US\$3.447.142, o US\$1.521.358 menos que la suma recomendada y aprobada para el presupuesto regular. Como consecuencia se tuvieron que limitar algunos proyectos programados. Además de su presupuesto regular, durante el año fiscal 1996-1997 la CIAT recibió US\$1.234.573 de armadores de barcos para sufragar los costos de proveer observadores para sus embarcaciones, US\$34.407 de organizaciones que contrataron a la CIAT para llevar a cabo investigaciones de varios tipos, y US\$52.822 por concepto de intereses y de otras fuentes.

### **INFORME FINANCIERO**

El estado de cuentas de la Comisión para el año fiscal 1996-1997 fue comprobado por Peat, Marwick, Mitchell and Co. En el Anexo 7 del presente informe se presentan las tablas compendiadas de su informe.

## **COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES**

Durante 1997 el equipo de investigadores de la CIAT continuó desarrollando vínculos estrechos con organizaciones e instituciones de investigación universitarias, gubernamentales, y privadas a escala local, nacional, e internacional. 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 los terrenos del Scripps Institution of Oceanography (SIO) de la Universidad de California en La Jolla, California, uno de los principales centros mundiales de ciencias marinas y sede de varias agencias 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. Los Dres. James Joseph y Richard B. Deriso son catedráticos del SIO, y el



Dr. Deriso supervisó las investigaciones de algunos estudiantes en esa institución durante 1997. La Sra. Cleridy E. Lennert-Cody y el Sr. George M. Watters cursaron estudios de postgraduado en el SIO en 1997.

Los Dres. Joseph y Deriso son también profesores de la Universidad de Washington en Seattle, Washington (EE.UU.), y el Dr. Joseph de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada (México). El Dr. Martín A. Hall es miembro de la cátedra de la Universidad de Columbia Británica en Vancouver (Canadá). Los Dres. Deriso, Hall, y Robert J. Olson sirvieron en comités supervisores de las investigaciones de estudiantes de postgraduado en varias universidades durante 1997.

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 (ICCAT), la Comisión Permanente del Pacífico Sur, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), la Comisión del Atún del Océano Índico (IOTC), la Organización Latinoamericana de Desarrollo Pesquero (OLDEPESCA), la Comisión del Pacífico Sur (ahora el Secretariado de la Comunidad de Pacífico), y otros organismos internacionales. El Sr. Alejandro Anganuzzi fue otorgado dos excedencias durante 1997, una para trabajar para el Programa Indopacífico de Desarrollo y Ordenación del Atún (IPTP), precursor de la IOTC, en Colombo (Sri Lanka), y la otra para trabajar para la FAO como asesor sobre un modelo bioeconómico para pesquerías demersales para el gobierno de Sri Lanka. Para promover los objetivos de la Asesoría Experta de la FAO sobre las Interacciones de las Pesquerías de Atún en el Océano Pacífico, la FAO está subvencionando dos estudios de simulación en computadora llevados a cabo por el personal de la CIAT. La FAO también proporcionó fondos para publicar las actas de un taller mundial sobre el atún patudo, celebrado en las oficinas de la CIAT en La Jolla en noviembre de 1996. El Dr. Deriso sirvió de asesor para la CCSBT, y también fue miembro de un comité para analizar el programa de lampreas marinas de la Great Lakes Fishery Commission en 1997.

Asimismo durante 1997, el personal de la CIAT continuó su estrecha colaboración con agencias pesqueras de naciones afiliadas a la CIAT y con organismos similares de diversos países no afiliados. Los estudios del Sr. Forrest R. Miller de los efectos de las condiciones ambientales sobre la pesca atunera de superficie, descritos en la subsección titulada *Oceanografía y meteorología*, son pagados por Continental Weather Services, Inc., y la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de EE.UU. El Dr. James Joseph fue miembro del Comité sobre Pesquerías del Consejo de Estudios Oceánicos de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, y el Dr. Richard B. Deriso fue Copresidente del Comité sobre Métodos de Evaluación de Stocks de Peces del Consejo Nacional de Investigación de EE.UU., miembro del Comité Científico y Estadístico del Consejo de Administración de Pesquerías del Pacífico Occidental de Estados Unidos y del Comité de Revisión del California Sea Grant, y asesor sobre la evaluación de los stocks de tiburones *Galeorhinus* para la Autoridad Pesquera y de Ordenación de Australia. El Dr. William H. Bayliff y el Sr. Patrick K. Tomlinson formaron parte de la junta editorial de *Investigaciones Marinas CICIMAR*, publicado por el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en La Paz (México), el Dr. Ashley J. Mullen fue Editor Asociado de *Natural Resource Modeling*, revista publicada por el Rocky Mountain Mathematics Consortium en asociación con la Resource Modeling Association, y el Dr. Michael D. Scott fue Editor Asociado de la revista *Marine Mammal Science*. El Dr. Scott fue también miembro 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 Sr. Kurt M. Schaefer participó en el Programa de Hawaii de Mercado de Atunes, patrocinado por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas en el Instituto Conjunto de Investigación Marina y Atmosférica del Colegio de Ciencias y Tecnología Oceánica y Terrestre de la Universidad de Hawaii en Manoa (ver subsección titulada *Mercado de atunes*). El Sr. Felipe Galván Magaña, de CICIMAR y el Dr. Robert J. Olson, de la CIAT, continuaron su estudio conjunto de las interacciones tróficas de atunes aleta amarilla, delfines, y predadores asociados en el Océano Pacífico oriental, descrito en la página 238 del Informe Anual de 1995. El Dr. Olson y la

Srta. Jenny M. Suter pasaron el período del 2 de junio al 7 de julio de 1997 en Japón, gracias al apoyo de la Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) de ese país. Visitaron dos laboratorios de la Japan Sea Farming Association, la Estación Yaeyama en la Isla Ishigaki (Prefectura de Okinawa), y la Estación Amami en la Isla Amami (Prefectura de Kagoshima), donde observaron técnicas de maricultura. El Dr. Olson pasó también dos semanas en la Estación de Investigación Pesquera de la Universidad de Nagasaki en Nomozaki, donde trabajó con varios catedráticos en técnicas de respirometría. La Srta. Suter pasó también dos semanas en el Instituto de Investigación Oceánica de la Universidad de Tokio, con cuyo personal trabajó en la identificación y ecología del zooplankton encontrado comúnmente en los estómagos de atunes larvales. El Dr. Daniel Margulies y la Srta. Jeanne Wexler de la CIAT y el Dr. Seinen Chow del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar de Japón colaboraron en análisis de la genética y edad y crecimiento de atunes aleta amarilla y/o patudo capturados en alta mar frente a Panamá. Además, el Dr. Chow, Dr. Berten E. Ely de la Universidad de Carolina del Sur (EE.UU.), y Dr. Peter Grewe de la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization de Australia confirmaron las identificaciones de especies a partir de muestras de tejido de especímenes de atunes aleta amarilla y patudo usadas en un estudio comparativo de ciertas características anatómicas de estas dos especies realizado por el Sr. Kurt M. Schaefer de la CIAT. Se describe este trabajo en la subsección titulada **Identificación de atunes aleta amarilla y patudo**. El Dr. Michael G. Hinton fue invitado por el Dr. Christofer H. Boggs, del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. en Honolulu (Hawaii), a participar en un crucero de investigación de peces espada a bordo del barco *Townsend Cromwell* del NMFS en el OPO, principalmente entre 5°N y 10°N cerca de 140°O, desde el 30 de agosto hasta el 29 de septiembre de 1997. Se describe este trabajo en la subsección titulada **Estudios del pez espada**. La Srta. Wexler participó en un curso titulado "Identificación de estadios tempranos de peces en la región sur la Corriente de California" dado en el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional en La Paz (México) del 8 al 12 de diciembre de 1997. El curso fue dirigido por miembros del personal del NMFS en La Jolla (California).

Desde 1977 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. Además, estos observadores colectan contenidos estomacales y muestras de gónadas y otros tejidos de atún, 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. Diversas organizaciones gubernamentales e instituciones educativas, así como representantes del sector industrial, han colaborado activamente en el entrenamiento y embarque de estos observadores. Datos reunidos por el programa de observadores de México son proporcionados al personal de la CIAT para análisis.

A través de los años, 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 2 semanas. Asimismo, 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. El Dr. Martín A. Hall dio tres clases en la Escuela Nicholas del Medio Ambiente de la Universidad Duke en Beaufort, Carolina del Norte (EE.UU.) el 12 y 13 de agosto de 1997. Dos de éstas, tituladas "Capturas pesqueras incidentales: problemas y soluciones" y "La interacción de biología y política en la solución del problema atún-delfín," formaron parte del curso de Biología y Política de Conservación, y la otra, titulada "Temas internacionales en la administración de mamíferos marinos," formó parte del curso sobre Mamíferos Marinos.

El laboratorio de investigación de la CIAT en Achotines (República de Panamá), descrito en la sección titulada **OFICINAS REGIONALES**, permite una colaboración más estrecha entre los investi-

gadores de la CIAT y el personal de las agencias pesqueras panameñas. Los investigadores de la CIAT han ayudado a científicos locales con proyectos de investigación fuera del campo de los túnidos, sobre corvinas y especies afines (Sciaenidae) y pargos (Lutjanidae), por ejemplo, analizados en la subsección titulada ***Desove y cría de corvina colirubia y pargo de la mancha***.

Hacia fines de 1993, la OFCF, el gobierno de la República de Panamá, y la CIAT acordaron emprender un proyecto conjunto de cinco años de duración, subvencionado principalmente por la OFCF, en el Laboratorio de Achotines. El proyecto, cuya fase inicial comenzó en 1994, abarca la investigación de la viabilidad de criar atunes aleta amarilla adultos, corvinas y especies afines, y pargos para suministrar larvas para la investigación, y la producción de organismos de alimento para sus larvas y juveniles. En la sección titulada ***Estudios del ciclo vital temprano*** se describe este proyecto. En octubre de 1997 se recomendó extender el proyecto dos años más.

A través de los años, técnicos de la CIAT han colectado muestras de tejido de atunes y peces picudos para usar en estudios de genética llevados a cabo por científicos de otras entidades. En 1997 fueron tomadas muestras de tejido de atunes patudo y peces vela para la División de Pesquerías del Commonwealth Scientific and Industrial Organization en Hobart (Australia), el Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFS) en Shimizu (Japón), el Laboratorio de Genética FISHTEC en la Universidad de Carolina del Sur en Columbia, Carolina del Sur (EE.UU.), el Instituto Rowett de Investigación en Aberdeen (Escocia), y el Instituto de Ciencias Marinas de Virginia del Colegio de William and Mary en Gloucester Point, Virginia (EE.UU.). (La CIAT brinda también apoyo económico a algunos de los estudios realizados en esta última institución.)

### OFICINAS REGIONALES

La CIAT mantiene oficinas regionales en Manta (Ecuador); Mayaguez, Puerto Rico, (EE.UU.); Ensenada y Mazatlán (México); Panamá (República de Panamá); y Cumaná (Venezuela). Los científicos y técnicos de dichas oficinas obtienen datos de los desembarcos, recopilan las bitácoras de los barcos atuneros para obtener datos de captura y esfuerzo, toman medidas y demás datos biológicos de los peces, y colaboran en la capacitación y embarque de los observadores que acompañan a los barcos que participan en el Programa Atún-Delfín de la CIAT. Este trabajo se lleva a cabo no sólo en los puertos arriba nombrados, sino que también en otros puertos de Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, y Venezuela visitados regularmente por el personal de las oficinas regionales.

La CIAT mantiene además un laboratorio en la República de Panamá, situado en la Bahía de Achotines, al oeste de Punta Mala en la Península de Azuero. Dicho laboratorio es usado principalmente para estudios de las primeras etapas del ciclo vital de los atunes. Estos estudios son muy importantes, ya que información sobre el ciclo vital de los atunes antes de su reclutamiento a la pesquería servirá para reducir la incertidumbre en las evaluaciones de la condición de los diversos stocks de túnidos. En 1997 se completó la ampliación de las instalaciones del laboratorio para acomodar el proyecto conjunto, arriba descrito, de la Overseas Fishery Cooperation Foundation del Japón, el gobierno de la República de Panamá, y la CIAT. En la sección titulada ***Estudios del ciclo vital temprano*** se describe la labor realizada en el Laboratorio de Achotines.

### 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. Por este medio 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. Para fines de 1997 el personal de la CIAT había publicado 141 boletines, 46 informes anuales, 8 informes especiales, 9 informes de datos, 8 libros, y 478 capítulos, trabajos, y artículos en libros y revistas externas. En el Anexo 8 del presente informe se detallan las contribuciones del equipo de investigadores publicadas durante 1997.

## PROGRAMA ATUN-PICUDO

### LA PESQUERIA

El área de interés principal para el personal de la CIAT es el Océano Pacífico oriental (OPO; Figura 1), definido para los propósitos de las estadísticas de captura y esfuerzo como la zona entre el litoral de las Américas y el meridiano de 150°O.

#### *La flota atunera del Pacífico oriental*

El personal de la CIAT mantiene registros del arte de pesca, bandera, y capacidad de acarreo de la mayoría de los barcos que pescan atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), patudo (*Thunnus obesus*), o aleta azul (*T. thynnus*) con artes de superficie en el OPO. No se mantienen registros de los barcos palangreros de bandera de países de Lejano Oriente, ni de barcos de pesca deportiva ni embarcaciones pequeñas tales como canoas y lanchas. La flota aquí descrita incluye barcos que pescaron estas cuatro especies de atunes en el OPO durante el año entero o parte del mismo.

Se usan las estimaciones de capacidad de acarreo del barco suministradas por el armador o astillero a menos que los registros de descarga indiquen que sea conveniente revisarlas. Para los registros se clasifican los barcos de acuerdo a su capacidad en las siguientes clases: Clase 1, menos de 46 toneladas métricas (denominadas "toneladas" a secas de ahora en adelante) (51 toneladas cortas (tc)); Clase 2, 46-91 toneladas (51-100 tc); Clase 3, 92-181 toneladas (101-200 tc); Clase 4, 182-272 toneladas (201-300 tc); Clase 5, 273-363 toneladas (301-400 tc); y Clase 6, más de 363 toneladas (400 tc). Con la excepción de los buques palangreros y pequeñas embarcaciones misceláneas mencionadas en el párrafo anterior, se incluyen todos los barcos que pescaron en el OPO durante el año en las estimaciones anuales del tamaño de la flota de superficie.

Hasta aproximadamente 1960 predominaron en la pesca atunera en el OPO los barcos de carnada, que faenaban en las zonas costeras y cerca de islas de alta mar. Hacia fines de los años 50 y a principios de los 60, la mayoría de los barcos de carnada grandes fueron convertidos a arte de cerco, y para 1961 este arte predominaba en la flota de superficie del OPO. Entre 1961 y 1991 el número de barcos de carnada se redujo de unos 93 a 19, nivel donde sigue hoy en día, y su capacidad total disminuyó de unas 10 mil a unas mil toneladas. En el mismo período el número de cerqueros aumentó de 125 a 155, y su capacidad de unas 27 mil a 108 mil toneladas. Tanto el número como la capacidad alcanzaron su nivel máximo entre fines de la década de los 70 y principios de la de los 80, cuando llegó a haber 282 barcos, y la capacidad alcanzó unas 168 mil toneladas (Tabla 1).

La construcción de nuevos cerqueros de mayor tamaño, comenzada a mediados de los años 60, resultó en un aumento en la capacidad total de la flota de superficie de unas 42 mil toneladas en 1966 a unas 167 mil en 1976. Entre 1977 y 1981 la capacidad permaneció bastante estable. Continuó la construcción de barcos nuevos durante este período, pero la capacidad adicional se vio compensada por pérdidas ocasionadas por barcos hundidos o que abandonaron la pesquería. Un evento mayor de El Niño comenzó a mediados de 1982 y persistió hasta fines de 1983. Las tasas de captura en el OPO fueron bajas durante 1978-1981 debido a la concentración del esfuerzo de pesca sobre peces pequeños, y la situación se vio agravada por el Niño, que hizo que los peces fueran menos vulnerables a la captura. En 1982 ocurrió una

reducción de 16 mil toneladas en la capacidad total, debido al retiro de barcos o a su traslado a otras zonas de pesca, principalmente el Pacífico occidental. Esta tendencia continuó en 1983 a medida que disminuían las tasas de captura en el OPO, y durante 1983 y 1984 la capacidad se redujo en 48 mil toneladas; en 1984 alcanzó el nivel más bajo desde 1971, unas 107 mil toneladas. No obstante, en 1985 aumentó a unas 120 mil toneladas, debido principalmente al regreso de barcos del Pacífico occidental, pero en 1986 volvió a reducirse ligeramente a unas 114 mil toneladas. Durante 1987 ingresaron a la flota varios barcos nuevos, y otros regresaron del Pacífico occidental al OPO a pescar, lo cual resultó en un aumento en la capacidad a unas 132 mil toneladas. Esta tendencia continuó en 1988, resultando en una capacidad total de 137 mil toneladas, la mayor desde 1982. En la primavera de 1990 la industria enlatadora de los Estados Unidos decidió no comprar más atún capturado en viajes en los cuales se realizaran lances sobre atunes asociados con delfines. Esto llevó a que muchas de las embarcaciones de bandera de Estados Unidos que pescaban en el OPO se fueran a pescar en el Atlántico o el Pacífico occidental. Las enlatadoras han continuado esta política de “*dolphin-safe*” (“sin delfines”) resultando en una mayor reducción en el número de barcos estadounidenses pescando en el OPO, y una disminución consecuente en la flota del OPO a 101 mil toneladas en 1992. Con la mayor participación de barcos de otras naciones en la pesquería, la capacidad ha aumentado progresivamente desde 1992, y en 1997 fue unas 129 mil toneladas.

En las Tablas 2a y 2b se presentan los datos finales de 1996 y preliminares de 1997 del número y capacidad de acarreo de los barcos de arte de superficie de la flota atunera del OPO. En 1997 predominaron barcos de bandera mexicana y ecuatoriana. Desde 1987 la flota más grande ha sido la mexicana, con un 33% de la capacidad total en 1997, y buques registrados en Ecuador, Venezuela, Vanuatu, y Estados Unidos respondieron del 19, 17, 9, y 8% del total, respectivamente.

Buques cerqueros de la Clase 6 forman la mayor parte de la capacidad total de la flota de barcos que pescan atunes en la superficie en el OPO; este grupo de buques formó el 89% de la capacidad total faenando en el OPO en 1997.

En la Figura 2 se presentan los valores mensuales medios, mínimos, y máximos de capacidad en el mar (CEM), en toneladas métricas, de los buques que pescaron atunes en la superficie en el OPO durante 1982-1996, junto con los valores de 1997. Estos valores mensuales son los promedios de los valores de las estimaciones de la CEM publicadas en los Informes Semanales preparados por el personal de la CIAT. Se escogieron los valores de 1982-1996 para comparar con los de 1997 porque la reglamentación de la pesca en años anteriores resultó en distribuciones temporales del esfuerzo algo diferentes, a raíz de la restricción de la pesca del aleta amarilla en el Área de Regulación de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA; Figura 1). En general, los valores de la CEM en 1997 son más altos que los promedios de 1982-1996. Durante 1982-1996 un promedio del 51% de la capacidad de la flota estuvo en el mar cada mes; en 1997 el promedio fue 59%. Por lo tanto, aunque la capacidad total de la flota en 1997 fue menor que en muchos años previos, la proporción de la capacidad total de la flota en el mar fue mayor al promedio observado en los quince años anteriores. Los valores extremos de la CEM media mensual fueron el 38% observado en 1983-1984, durante y después del Niño de 1982-1983, y el 61% observado en 1989.

### **Capturas**

En la Tabla 3 se detallan las capturas anuales estimadas de las varias especies de atunes y especies afines descargadas por barcos de la flota atunera del OPO que pescan con artes de superficie. En las Tablas 14, 15, 16, y 27 se detallan las capturas de aleta amarilla, patudo, y aleta azul, respectivamente, realizadas en el OPO con artes subsuperficiales (palangre), y en la Tabla 40 se presentan datos sobre los descartes en el mar de estas especies y de barrilete negro (*Euthymmus lineatus*) en el OPO. Los datos correspondientes a barrilete descargado son esencialmente completos, exceptuando solamente algunas capturas insignificativas realizadas por las pesquerías palangrera, deportiva, y artesanal. Se incluyen en las descargas capturas deportivas descargadas en California. En el caso del aleta azul,

estas descargas han formado un componente cada vez más importante de las captura en los últimos años (Tabla 27).

No se impusieron restricciones sobre la pesca del atún en el OPO entre 1982 y 1997, aunque la reglamentación de aquellos cerqueros que dirigen su esfuerzo hacia atunes asociados con delfines afectó probablemente el modo de operación de esos barcos, especialmente a fines de los años 80 y principios de los 90. Se están realizando actualmente estudios que permitirán cuantificar este efecto, pero no se dispone todavía de resultados útiles, y por lo tanto se comparan los datos de 1997 con aquellos de 1982-1996. Tal como se comenta en la subsección anterior, durante 1982-1983 ocurrió un evento importante de El Niño que redujo la vulnerabilidad de los peces a la captura y el número de barcos en el OPO. El esfuerzo de pesca permaneció relativamente bajo durante 1984-1986.

En el ARCAA la captura anual media de aleta amarilla con artes de superficie durante 1982-1996 fue 197 mil toneladas (rango: 82 a 267 mil), y la estimación preliminar de la captura en dicha área en 1997 es de 219 mil toneladas. Las cifras correspondientes para el área entre el límite del ARCAA y 150°O son 26 mil toneladas (rango: 12 a 47 mil) y 41 mil toneladas. La captura estimada de la especie en el OPO en 1997, 260 mil toneladas, es inferior al valor máximo de 289 mil toneladas registrado en 1989, pero un 14% superior al promedio de 1982-1996 de 223 mil toneladas.

Durante 1982-1996 la captura anual media de barrilete en el OPO fue 83 mil toneladas (rango: 50 a 138 mil). La estimación preliminar para 1997, 158 mil toneladas, es casi un 90% superior al promedio de las capturas anuales de los últimos 15 años, y rebasa las de todos los años previos excepto 1978, cuando se capturaron 170 mil toneladas.

Antes de 1994 la captura anual media de patudo en el OPO por artes de superficie fue alrededor de 4 mil toneladas (rango: <1 a 15 mil). Desde 1993 las capturas han aumentado a 29 mil toneladas en 1994, 37 mil en 1995, y 51 mil en 1996 y 1997. Estos aumentos resultaron del descubrimiento, hecho a principios de esta década, de que atunes asociados con objetos flotantes, pero a bastante profundidad, pueden ser detectados con equipo de sonar y capturados con red de cerco. Muchos de estos objetos flotantes son colocados en el agua por los pescadores para agregar peces.

El aleta amarilla, barrilete, y patudo forman la mayor parte de la captura total de los barcos que pescan atunes en la superficie en el OPO, pero el aleta azul, albacora (*Thunnus alalunga*), barrilete negro, bonito (*Sarda orientalis*), y otras especies contribuyen también. La captura total de estas otras especies en el OPO fue unas 4 mil toneladas en 1997, cantidad bien inferior al promedio de 1982-1996 de 9 mil toneladas (rango: 2 a 17 mil).

En la Tabla 4a se detallan las capturas, clasificadas por bandera, y las descargas de atunes capturados con artes de superficie, clasificadas por país, en el OPO en 1996, y en la Tabla 4b las estimaciones preliminares correspondientes para 1997. La captura estimada de todas las especies en el OPO en 1997 fue unas 472 mil toneladas, batiendo el récord anterior de 423 mil toneladas establecido en 1996. Barcos de México, Ecuador, Venezuela, y Vanuatu respondieron del 32, 21, 14, y 9%, respectivamente, de este total. Las descargas representan pescado descargado en el año correspondiente, sin tener en cuenta el año de captura. El país de descarga es aquel en el cual el pescado fue descargado del barco pesquero o, en el caso de trasbordos, el que recibió el pescado transbordado. Datos de descarga preliminares (Tabla 4b) señalan que de las 476 mil toneladas descargadas en 1997, 184 mil (39%) fueron descargadas en Ecuador; le siguen México (136 mil toneladas; 29%) y Colombia (68 mil toneladas; 14%). Otros países con descargas importantes de atunes del OPO incluyeron Costa Rica (7%), Estados Unidos (4%), y Venezuela (2%). Es importante notar que cuando se disponga de información final los países a los que se asignan actualmente algunas descargas podrían cambiar debido a la exportación de pescado almacenado a procesadoras en otros países.

Los atunes son capturados con redes de cerco en tres tipos de cardúmenes: asociados con delfines, con objetos flotantes (tales como troncos de árboles), y no asociados con nada excepto otros peces. En la Tabla 5 se presentan datos del número de lances de cada tipo registrado de viajes en los

cuales la captura consistió de al menos dos tercios aleta amarilla y barrilete, las capturas de atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo en esos lances, y las capturas cerqueras totales de estas especies. (Las sumas de las capturas registradas por los tres tipos de artes son menos que las capturas totales porque no se obtuvieron datos de bitácora utilizables para todos los viajes de todos los barcos. Además, algunos de los datos considerados utilizables son probablemente imprecisos. Se obtiene información también de los registros de los observadores que acompañan a los barcos cerqueros para tomar datos para el Programa Atún-Delfín de la CIAT. Los observadores toman estos datos en todos los viajes de los cerqueros de la Clase 6, pero en solamente unos pocos de los que realizan los cerqueros de la Clase 5 y en ninguno de buques más pequeños. (Un 90% de la capacidad de acarreo de los barcos atuneros en el OPO consiste de cerqueros de la Clase 6 (Tabla 2).) El personal de la CIAT está investigando formas de combinar las dos bases de datos, reteniendo solamente los datos más confiables en casos de información duplicada.) El número de lances sobre atunes asociados con objetos flotantes y no asociados fue máximo entre mediados de los años 70 y principios de los 80. A pesar de la oposición a la pesca de atunes asociados con delfines, y de la decisión de las enlatadoras de EE.UU. de no comprar atún capturado en viajes en los cuales se realizaron lances sobre delfines, el número de lances sobre delfines ha disminuido tan sólo moderadamente. Las capturas registradas en estos lances alcanzaron un máximo de unas 173 mil toneladas en 1989, disminuyeron a unas 106 mil toneladas en 1993, y desde entonces han aumentado, con un promedio de unas 128 mil toneladas durante 1994-1997.

En la Figura 3 se ilustra la distribución anual media de las capturas de aleta amarilla por barcos cerqueros registradas en el OPO en 1982-1996, y en la Figura 4 una estimación preliminar para 1997. En 1997 las capturas fueron relativamente mayores al sur del ecuador y al oeste de 83°O. Las áreas de mayor captura varían de acuerdo a cambios en las condiciones de pesca durante el año. La captura de aleta amarilla en el primer trimestre de 1997 fue generalmente limitada a regiones dentro del ARCAA, la mayoría de ellas cerca de la costa de América del Norte y Central, cerca del Domo de Costa Rica, y entre 5°N y 15°N desde 85°O hasta 108°O. La pesca fue buena también en alta mar en el hemisferio sur desde 0° hasta 15°S entre 80°O y 97°O. Durante el segundo trimestre continuaron las capturas sustanciales cerca de la costa, especialmente en la desembocadura del Golfo de California y cerca del Domo de Costa Rica. Las capturas aumentaron en el área de alta mar entre 5°N y 15°N desde 110°O hasta 133°O, en la confluencia de la Corriente del Pacífico Norte y la Corriente Ecuatorial del Norte, que fluye hacia occidente, y a lo largo del límite entre este último y la Contracorriente Ecuatorial, que fluye hacia oriente. Durante el tercer trimestre ocurrieron regiones de capturas relativamente altas (1) frente a Baja California entre 24°N y 30°N, (2) cerca del Domo de Costa Rica, y (3) en el área de altura entre 8°N y 22°N desde 112°O hasta 130°O. Durante ese trimestre disminuyeron las capturas en la región costera frente a Colombia y Ecuador. Durante el cuarto trimestre continuó la pesca en la mayor parte del OPO, con áreas de capturas elevadas repartidas por toda la región. Ocurrieron áreas bastante concentradas de capturas elevadas entre 8°N y 20°N desde 92°O hasta 125°O y cerca de las Islas Galápagos. Las capturas aumentaron también en el Golfo de California, pero disminuyeron en el área frente a Baja California. Se capturaron cantidades relativamente pequeñas de aleta amarilla al sur del ecuador en todos los trimestres excepto el primero.

En la Figura 5 se ilustra la distribución anual media de las capturas cerqueras de barrilete en el OPO durante 1982-1996, y en la Figura 6 una estimación preliminar para 1997. En 1997 las capturas fueron relativamente mayores al sur del ecuador y al oeste de 100°O. Se realizaron capturas importantes de barrilete durante el primer trimestre de 1996 entre 5°S y 17°S desde 80°O hasta 90°O. Hubo otra región amplia de capturas elevadas bien lejos de la costa entre 2°S y 11°S desde 108°O hasta 135°O. También hubieron áreas menos extensas de capturas elevadas al este de 81°O y en la región entre 10°N y 2°S desde 89°O hasta 107°O. Durante el segundo trimestre la zona de capturas relativamente altas al este de 81°O se extendió hacia el sur frente al litoral de Colombia y Ecuador y al oeste hasta 90°O. La zona extensa de capturas elevadas en la región de altura se extendió desde 82°O hasta 138°O entre 3°S y 14°S. Durante ese mismo trimestre las capturas de barrilete aumentaron significativamente en el área



entre 5°N y 15°N desde 95°O y 137°O y cerca de la desembocadura del Golfo de California. Durante el tercer trimestre disminuyeron en la zona de altura al sur de 2°S y en el Golfo de Panamá y frente al norte de Colombia. Las capturas siguieron altas frente al sur de Colombia y Ecuador hasta 95°O, y aumentaron en el área entre 8°N y 22°N desde 115°O hasta 130°O. Disminuyeron en el Golfo de California, pero aumentaron significativamente frente a Baja California desde 24°N hasta 32°N. A medida que transcurrió el año, las capturas siguieron disminuyendo al este de 81°O, y para el cuarto trimestre permanecieron solamente unas pocas regiones dispersas de capturas más elevadas frente a la costa de Ecuador. Durante el cuarto trimestre las zonas de capturas elevadas se encontraron ampliamente distribuidas en las regiones de altura del OPO y a lo largo de la Zona de Convergencia Intertropical desde la costa de Ecuador hasta 120°O. También durante el cuarto trimestre aumentaron las capturas en el Golfo de California, pero disminuyeron frente a Baja California. También disminuyeron en el área de altura entre 8°N y 20°N desde 105°O hasta 125°O.

En la Figura 7 se ilustra la distribución anual media de las capturas de patudo por barcos cerqueros registradas en el OPO en 1994-1996, y en la Figura 8 una estimación preliminar para 1997. La captura de patudo por artes de superficie durante 1994-1996 tuvo lugar en dos áreas principales: (1) entre 6°N y 10°S desde 90°O hasta 135°O y (2) entre 3°N y 3°S desde 82°O hasta 88°O (Figura 7). Con el desarrollo de la pesquería de atunes subsuperficiales asociados con objetos flotantes, arriba descrita, ha disminuido la importancia relativa de las áreas costeras, mientras que ha aumentado la de las de altura. En 1997, al igual que en 1994-1996, se realizaron capturas relativamente grandes de patudo entre 6°N y 10°S desde 90°O hasta 130°O durante todos los trimestres, y entre 0° y 6°N desde 93°O hasta 115°O (Figura 8). Se capturó patudo en el área costera entre 3°N y 3°S desde 82°O hasta 88°O principalmente durante los trimestres segundo, tercero, y cuarto.

Conforme a las disposiciones del Convenio que estableció la CIAT, el objetivo principal de las investigaciones del personal de la Comisión es estudiar la condición de los stocks de atunes y otras especies capturadas por la pesca atunera del OPO. Tomando en cuenta los desplazamientos extensos de los atunes, la movilidad de los barcos de las flotas atuneras de los distintos países, y el carácter internacional del comercio del atún, las estadísticas de captura y esfuerzo del OPO deben ser vistas a la luz de las estadísticas mundiales. En las Figuras 9 y 10 se presentan las estadísticas de las capturas mundiales de atunes y especies afines en 1996, el año más reciente para el cual se dispone de datos. En la Tabla 6 y la Figura 11 se presentan las estadísticas de las capturas de las principales especies comerciales de atunes en 1970-1996, por océano.

#### ***Captura por tonelada de capacidad de acarreo***

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) total de los buques que pescan atunes en la superficie en el OPO proporciona un índice de las tendencias en el ingreso bruto relativo anual de buques de distintas clases de arqueo. Para que este índice proporcione mayor detalle de lo que es posible con las seis clases de arqueo usadas históricamente por la CIAT, se clasifica la flota en ocho clases de arqueo: 1. <301 toneladas cortas (tc) (273 toneladas); 2. 301-400 tc (273-363 toneladas); 3. 401-600 tc (364-544 toneladas); 4. 601-800 tc (545-726 toneladas); 5. 801-1000 tc (727-907 toneladas); 6. 1001-1200 tc (908-1089 toneladas); 7. 1201-1400 tc (1090-1270 toneladas); y 8. >1400 tc (1270 toneladas).

En la Tabla 7 se presentan las estimaciones de la CPTCA durante 1986-1997 correspondientes al OPO y a todas las zonas oceánicas de pesca en las cuales barcos de la flota atunera del OPO capturaron pescado, por clase de arqueo, zona, y especie. La CPTCA de los barcos mayores consiste principalmente de aleta amarilla y barrilete, mientras que otras especies, entre ellas otros atunes y peces misceláneos, forman una parte importante de la CPTCA de los barcos más pequeños en muchos años. En años anteriores, y en aquellos años cuando la mayoría de la flota del OPO ejerce la mayor parte de su esfuerzo de pesca en el OPO, las CPTCA del OPO y de todas las zonas oceánicas de pesca son casi iguales. Durante



el período de 1986-1996, el promedio de las CPTCA de todos los barcos y todas las especies en el OPO fue 3,2 toneladas de pescado por tonelada de capacidad de acarreo (rango: 2,6 a 3,8); para el aleta amarilla, el promedio fue 2,2 toneladas (rango: 2,1 a 2,4), y para el barrilete, 0,8 toneladas (rango: 0,5 a 1,2). Las estimaciones preliminares para 1997 son 3,8, 2,1, y 1,3 toneladas para todas las especies, aleta amarilla, y barrilete, respectivamente. Los únicos años en los cuales el aleta amarilla y barrilete combinados formaron menos del 90% del total son 1994-1997.

### **CUOTAS DE ALETA AMARILLA**

El personal científico de la CIAT tiene la responsabilidad de realizar estudios de la biología de los atunes y especies afines que viven en el Océano Pacífico oriental y del efecto de la pesca sobre ellos, y de recomendar medidas de conservación apropiadas cuando sea necesario para permitir mantener los stocks de peces a niveles que permitan las capturas máximas sostenibles. Se recomendó una cuota de captura para el aleta amarilla en el Área de Regulación de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA, Figura 1) por primera vez en 1962, pero los gobiernos miembros no se pusieron de acuerdo sobre una cuota hasta 1966. Se fijó una cuota cada año entre 1966 y 1997, con la excepción de 1987; no se recomendó una cuota para ese año porque la abundancia de aleta amarilla parecía estar al nivel más alto de años recientes, debido principalmente al reclutamiento excepcionalmente elevado de 1984 y 1985.

En la 58ª reunión de la CIAT, celebrada en San José de Costa Rica el 3 y 4 de junio de 1997, el Director recomendó una cuota para 1997 de 220.000 toneladas de aleta amarilla, con la opción de aumentar este tope por hasta tres incrementos de 15.000 toneladas cada uno. Esta cuota fue también aprobada.

### **LA INVESTIGACION**

#### ***Composición por tamaño de la captura***

Las muestras de frecuencia de talla son la fuente básica de los datos usados para estimar la composición por longitud y edad de las distintas especies de peces en las descargas. Esta información es necesaria para obtener estimaciones de la composición de las poblaciones por edad, usadas para varios propósitos, entre ellos el modelado de las poblaciones con estructura de edades. Los resultados de dicho modelado pueden ser usados para estimar el reclutamiento, que puede ser comparado con la biomasa reproductora y las condiciones oceanográficas. Además, las estimaciones de mortalidad obtenidas con estos modelos pueden ser usadas, en conjunto con las estimaciones del crecimiento, para modelar el rendimiento por recluta. Los resultados de estudios de este tipo han sido descritos en diversos Boletines de la CIAT y en todos los Informes Anuales desde 1954.

Las muestras de frecuencia de talla de aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y barrilete negro capturados por barcos cerqueros, de carnada, y deportivos en el Océano Pacífico oriental (OPO) son tomadas por el personal de la CIAT en puertos de desembarco en Ecuador, Estados Unidos (California y Puerto Rico), México, Panamá, y Venezuela. El muestreo de las capturas de aleta amarilla y barrilete fue iniciado en 1954, y continúa actualmente.

De la captura de 1997 se tomaron y procesaron 742 muestras de aleta amarilla, 554 de barrilete, 192 de patudo, 26 de aleta azul del norte, y 17 de barrilete negro. La mayoría de estas muestras fueron de 50 peces cada una. Se estratifican las muestras de frecuencia de talla de todas estas especies excepto el barrilete negro por área de medición (Figura 12), mes, y arte de pesca. Se describen los procedimientos de muestreo en detalle en el Boletín de la CIAT, Vol. 20, N° 6.

La Figura 13 consiste de histogramas de las capturas estimadas de aleta amarilla en 1997 en las áreas de medición del ARCAA (Figura 12). Aunque el rango de tamaños es aproximadamente igual en

todas las áreas, con casi todo el pescado entre 40 y 160 cm, las distribuciones varían considerablemente entre áreas. Los pesos promedio varían de 3,0 kg en el Area 6 a 14,1 kg en el Area 10.

En la Figura 14 se presentan histogramas de las capturas estimadas de aleta amarilla en el ARCAA (todas las áreas excepto las 10 y 11 en la Figura 12) durante cada año del período de 1992-1997. El peso promedio de los aletas amarillos capturados en el ARCAA en 1997, 9,1 kg, es el más bajo de dicho período.

La Figura 15 consiste de histogramas de las capturas estimadas de aleta amarilla en la zona entre el límite del ARCAA y 150°O (las Areas 10 y 11 en la Figura 12) en cada año del período de 1992-1997. El mayor grupo modal de la distribución de 1997 se encuentra entre los 90 y 140 cm. La distribución es algo similar a las de 1995 y 1996, pero la frecuencia relativa de peces de entre unos 90 y 120 cm fue mayor durante 1997 que durante los otros dos años. El peso promedio de 1997, 13,8 kg, es el más bajo del período de 1992-1997.

En la Figura 16 se presentan histogramas de las capturas estimadas de barrilete en las áreas de medición en el OPO durante 1997. A raíz de las bajas capturas en las Areas 1, 2, y 8 y las Areas 4 y 5 se combinaron los datos de esas áreas (Figura 6). Son más evidentes peces grandes en el Area 7, y pequeños en las Areas 7, 13, y 11.

La Figura 17 consiste de histogramas de las capturas estimadas de barrilete en el OPO entero en cada año del período de 1992-1997. El peso promedio de 1997, 2,4 kg, fue el más bajo del período.

Antes de 1994 la captura de superficie de patudo en el OPO era incidental a la de aleta amarilla y barrilete, y las capturas anuales (Tabla 3) y la cantidad de muestras de frecuencia de talla era muy inferior a la de esas dos especies. Durante 1994-1997, sin embargo, se capturó más patudo y se obtuvieron más muestras. En la Figura 18 se presentan histogramas de las capturas estimadas de patudo en las áreas de medición en el OPO durante 1997. Las capturas mayores ocurrieron en las Areas 7 y 11. Los peces más grandes evidentes en las Areas 7 y 9 están casi completamente ausentes en las demás áreas.

La Figura 19 consiste de histogramas de las capturas estimadas de patudo en cada año del período de 1992-1997. El peso promedio de 1997, 5,4 kg, es el más bajo del período.

El aleta azul del norte es capturado con artes de superficie frente a California y Baja California entre 23°N y 35°N, aproximadamente, principalmente entre mayo y octubre. Durante 1997 fue capturado entre 27°N y 33°N, principalmente en julio y agosto. En la Figura 20 se presentan histogramas de las capturas estimadas de aleta azul en cada año del período de 1992-1997. Las cantidades de muestras obtenidas de las capturas comerciales y deportivas en los últimos años son como sigue:

Año	Comercial	Deportiva
1990	14	0
1991	4	0
1992	1	1
1993	4	35
1994	2	11
1995	6	16
1996	67	5
1997	17	9

La incidencia de pescados de mayor tamaño fue mayor en la captura de los barcos comerciales. En los datos de 1996 destacan cuatro grupos modales, correspondientes a peces de 2, 3, 4, y 5 años de edad.

El barrilete negro es capturado incidentalmente por pescadores que dirigen su esfuerzo hacia los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo. La demanda de la especie es baja, y la mayoría de la captura es desechada en el mar, pero a veces se retienen pequeñas cantidades, mezcladas con las especies más deseadas. En la Figura 21 se presentan las distribuciones anuales porcentuales de la frecuencia de longitud de barriletes negros capturados en el OPO durante 1992-1997. El peso promedio en 1994 fue mucho

menor que en los demás años, pero es posible que esto no sea significativo, ya que el muestreo en ese año fue insuficiente. No se intentó estimar los pesos de las capturas por intervalos de tamaño.

### ***Identificación de atunes aleta amarilla y patudo***

Se está a punto de completar un estudio comparativo de las características anatómicas de los atunes aleta amarilla y patudo. Durante 1997 se completaron los análisis estadísticos de las características anatómicas externas e internas para las que se había tomado datos. La meta de esta investigación es determinar características diagnósticas válidas para poder distinguir las dos especies en todo el rango de tamaños capturados en la pesca comercial en el Océano Pacífico oriental.

Los 58 patudos y 62 aletas amarillas utilizados en este estudio fueron capturados por barcos cerqueros pescando cerca de balsas para agregar peces en el área delimitada por 3°N, 7°S, 100°O, y 144°O entre julio de 1996 y enero de 1997. Medían entre unos 35 y 145 cm de largo. Se identificó la especie a partir de la morfología del hígado. Se envió una muestra del tejido muscular de cada espécimen a tres geneticistas, el Dr. Seinen Chow, del National Research Institute of Far Seas Fisheries del Japón, el Dr. Berten E. Ely, de la Universidad de Carolina del Sur (EE.UU.), y el Dr. Peter Grewe, de la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization en Australia; todos confirmaron las identificaciones de las especies.

Se examinó la coloración y marcas distintivas de cada espécimen, y se determinó su peso y sexo. Se midieron quince dimensiones distintas del cuerpo, se contaron las branquiespinas, se tomaron datos sobre el tamaño y morfología del hígado y la vejiga natatoria, se extrajeron los otolitos, y se tomó una muestra de músculo. Se evaluaron 14 relaciones morfométricas (las razones de 14 de las medidas a la longitud furcal (la distancia del punto del hocico a la furca caudal)) para cada especie mediante el ajuste de regresiones no lineales ponderadas a los conjuntos de datos no transformados. Las relaciones de regresión que resultaron ser diferentes de forma estadísticamente significativa y de utilidad práctica para distinguir el patudo del aleta amarilla son: (1) longitud de la cabeza *versus* longitud furcal; (2) diámetro del ojo *versus* longitud furcal; (3) distancia del origen de la primera aleta dorsal al origen de la aleta pélvica *versus* longitud furcal; (4) longitud de la aleta pectoral *versus* longitud furcal; (5) longitud de la segunda aleta dorsal *versus* longitud furcal; y (6) longitud de la aleta anal *versus* longitud furcal.

El número total de branquiespinas fue significativamente mayor para los aletas amarillas (promedio = 30,38; rango = 28-33) que para los patudos (promedio = 26,55; rango = 25-29). La morfología del hígado de las dos especies es muy diferente. En el aleta amarilla el lóbulo derecho del hígado es considerablemente más largo que los lóbulos medial e izquierdo, mientras que en el patudo el lóbulo medial es ligeramente más largo que el derecho y el izquierdo. No hay estriaciones en el hígado del aleta amarilla, pero sí en los bordes ventrales de los lóbulos en el patudo. Se calcularon estimaciones del volumen de la vejiga natatoria para las dos especies a partir de reconstrucciones geométricas de dicho órgano basadas en mediciones de sus dimensiones. En peces del mismo tamaño, el volumen es significativamente mayor en el patudo que en el aleta amarilla.

### ***Biología reproductora del atún barrilete***

En diciembre de 1997 se completó un programa, iniciado en enero de 1996, en el cual observadores a bordo de barcos cerqueros atuneros pescando en el Océano Pacífico oriental (OPO) tomaron muestras de gónadas de atún barrilete. El objetivo es llegar a una comprensión completa de la biología reproductora y el potencial de reproducción del barrilete en el OPO. Se describe el proyecto en mayor detalle en el Informe Anual de la CIAT de 1996.

Para el fin de 1997 se habían tomado muestras en 64 viajes de pesca, y se obtuvieron 3.710 hembras con tejido ovárico adecuado para el procesamiento y examen histológicos. Durante 1998 se procesará el tejido, y se preparará para un examen microscópico en el cual se identificará las etapas de ovogénesis

para poder evaluar con precisión la condición reproductora de cada pez. Durante el procesamiento se están seleccionando también ovarios para usar para estimar la fecundidad de los peces.

***Efectos de cerrar estratos de temporada-área sobre las capturas de patudo y otras especies de atunes***

En la 58ª reunión de la CIAT se aprobó una resolución solicitando al personal de la CIAT “convocar un Grupo de Trabajo de expertos para evaluar posibles opciones de manejo que se podrían implementar para ... limitar o reducir la mortalidad por pesca de atunes patudo pequeños en el Océano Pacífico oriental a los niveles observados en la pesquería en años recientes.” En esta sección se describen los resultados de un estudio de los efectos de una opción, cerrar estratos de temporada-área, sobre las capturas de patudo y otras especies de atunes, presentado como documento informativo en la primera reunión de ese grupo de trabajo.

Se estratificaron datos reunidos por observadores del Programa Atún-Delfín de la CIAT durante 1994, 1995, y 1996 por áreas de 5° y trimestre. Durante esos años al menos el 94% del patudo fue capturado en asociación con objetos flotantes, por lo que se incluyeron solamente datos correspondientes a ese tipo de lance en los cálculos siguientes. Se estimaron tres valores para cada estrato: la captura de patudo (inclusive pescado no retenido); la captura retenida de todo atún de otras especies; y el número de lances realizados sobre objetos flotantes.

Se investigó la posibilidad de cerrar estratos a la pesca sobre objetos flotantes, con base en los datos de captura de años previos, mediante una simulación en computadora usando una técnica matemática llamada programación lineal. Se eliminaron los estratos con las mayores capturas de patudo y las menores de otras especies durante dos de los tres años, uno por uno, hasta que se redujera la captura simulada de patudo al 20% de la captura real. A continuación se cerraron esos estratos durante el tercer año, para simular los efectos de una reglamentación basada en información sobre las capturas durante los otros dos años. En una serie de cálculos no se reasignó el esfuerzo de los estratos cerrados a otros estratos (Pronóstico 1; Tabla 8), pero en la otra serie fue reasignado en proporción al esfuerzo existente (Pronóstico 2; Tabla 9). Durante el primer trimestre de 1996, por ejemplo, el efecto de la reglamentación sería como sigue:

Pronóstico 1 - reducción de la captura de patudo de 11.503 a 5.362 toneladas y reducción de la captura de otros atunes de 17.183 a 14.610 toneladas (Tabla 8);

Pronóstico 2 - reducción de la captura de patudo de 11.503 a 6.830 toneladas y aumento de la captura de otros atunes de 17.183 a 18.608 toneladas (Tabla 9).

El efecto deseado, arriba comentado, era reducir la captura de patudo en un 80% de lo que sería sin reglamentación, pero con el Pronóstico 1 se redujo tan sólo un 53%  $((1 - (5.362/11.503)) \times 100)$  de esa cantidad y con el Pronóstico 2 solamente un 41%  $((1 - (6.30/11.03)) \times 100)$  de la misma.

El programa lineal tiene el efecto de ordenar los estratos por la razón de la captura de patudo a la captura retenida de las otras especies. Se calculó esta razón para cada estrato de (1) los dos años muestreados y (2) el año excluido de la muestra. En la Figura 22 se grafica cada pareja de estos valores. La distribución de los puntos indica que no es posible pronosticar con precisión la razón en un estrato de temporada-área de un año a partir de su valor en dos otros años. Similarmente, en la Figura 23 se grafica la captura retenida de otras especies en un año contra la suma de la captura retenida de otras especies en los otros dos años. De nuevo, la distribución ilustra la gran variación entre un año y los otros dos en la serie. Es probable que cambios ambientales a gran escala, como son lo eventos de El Niño, exacerbarían esta variabilidad.

La variabilidad interanual en la distribución de la proporción de capturas de patudo a las capturas retenidas de otros atunes hace difícil administrar la especie sin afectar las capturas de otros atunes. No es probable que cambie esta situación hasta que sea posible predecir las distribuciones de

los atunes con referencia a factores externos tales como el desplazamiento de masas de agua. Reconociendo esto, el grupo de trabajo pidió al personal considerar los efectos de restricciones de la pesca en zonas mayores.

### ***Marcado de atunes***

Un científico de la CIAT participó en un programa de marcado de atunes aleta amarilla y patudo cerca de Hawaii, dirigido por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas en el Instituto Conjunto de Investigación Marina y Atmosférica del Colegio de Ciencias y Tecnología Oceánicas y Terrestres de la Universidad de Hawaii en Manoa durante 1995 y 1996. Un aleta amarilla marcado, liberado en noviembre de 1996, fue recapturado en el Océano Pacífico oriental en julio de 1997. Esto es solamente la cuarta vez que se comprueba el desplazamiento de un aleta amarilla del Pacífico central u occidental al oriental, y la primera vez que el intervalo entre liberación y recaptura es menor de un año. En la Tabla 10 se detallan las posiciones y fechas de liberación y recaptura.

Unos 20.000 barriletes, más pequeñas cantidades de aletas amarillas y patudos, fueron marcados y liberados cerca de las Islas de Hawaii y en otros puntos del Océano Pacífico central entre 1954 y 1970 por la organización ahora denominada el Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de EE.UU. No se han publicado casos de devoluciones de barriletes ni aletas amarillas de estos experimentos recapturados en lugares aparte de las Islas de Hawaii.

### ***Estudios del pez espada***

Un miembro del personal de la CIAT participó en un crucero de investigación del pez espada a bordo del buque *Townsend Cromwell*, del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU., en el Océano Pacífico oriental, principalmente entre 5° y 10°N alrededor de 140°O, desde el 30 de agosto al 29 de septiembre de 1997. Los objetivos principales del crucero eran coleccionar peces espada juveniles y adultos con palangres, y peces espada larvales y juveniles tempranos con redes de zooplancton, para estudios morfológicos, merísticos, y genéticos, y determinar cómo capturar peces espada adecuados para el marcado. Se pescó 17 días con palangre, usando generalmente de 450 a 500 anzuelos en cada lance. Se usó calamar congelado de cebo, y se sujetó una luz en la unión de cada reinal con la línea madre. Se caló el palangre al atardecer de cada día; se comenzó a cobrarlo alrededor de las 4 de la madrugada siguiente, y se completó la tarea alrededor de las 10 de la mañana. Se determinaron las características del hábitat mediante lances de frascos de conductividad-temperatura-profundidad y de Niskin con sensores de fluorómetro y oxígeno disuelto, batitermógrafos desechables, y transectos de termosalinografía y de perfiles de corrientes acústicos de Doppler. Con el palangre se capturaron 31 peces espada, 7 marlines azules, cuatro marlines rayados, atunes aleta amarilla y patudo, y muchos tiburones. Se tomaron datos morfológicos y de la actividad reproductora de los marlines y datos genéticos de los peces espada y patudos para investigaciones que realiza la CIAT, en cooperación con otras organizaciones. Además, con permiso del NMFS, se colocaron marcas de dardo del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar del Japón en una gran cantidad de tiburones. Fueron también capturadas con palangre, y liberadas vivas, una tortuga laúd y dos golfinas. Se tomaron muestras de tejido de las dos tortugas golfinas para estudios genéticos, y también se les pusieron marcas, una con transmisor para permitir rastrearla por satélite. Aunque no se ha completado la identificación de los organismos obtenidos en los arrastres de zooplancton realizados cerca de las Islas de Hawaii durante los viajes de ida y regreso al área de pesca con palangre, se sabe que se capturó al menos un pez espada juvenil.

### ***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 los stocks 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 (Figura 24). La plataforma continental es bastante estrecha en este lugar: el contorno de 200 metros (109 brazas) se encuentra a entre solamente 6 y 10 km (3 y 5 mn) 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 agua de la Bahía de Achotines es adecuada para mantener atunes vivos en el laboratorio. La proximidad del laboratorio al área de estudio ofrece una alternativa menos costosa que un buque de investigación, y permite una mayor flexibilidad y espontaneidad en el muestreo.

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 y salinidad, por ejemplo) como los biológicos (alimentación, predación, 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 No. 9 de la CIAT).

Gran parte del trabajo realizado en el Laboratorio en los primeros años fue dedicado a desarrollar métodos de capturar, trasladar, y mantener vivos en cautiverio a los escómbridos. Escómbridos larvales tardíos (en etapas de flexión tardía y postflexión del notocordio) y juveniles tempranos (de longitud estándar (LE) de entre 8 y 35 mm) para los experimentos de laboratorio y otros proyectos de investigación fueron capturados usando una luz submarina suspendida de una lancha de noche. La luz atrae a los peces, que son capturados con salabre y trasladados vivos al laboratorio. Se han capturado y mantenido vivos en el laboratorio atunes aleta amarilla y/o patudo (en lo siguiente denominados *Thunnus* spp.); atunes barrilete negro, *Euthynnus lineatus*; melvas, *Auxis thazard* y/o *A. rochei* (en lo siguiente denominados *Auxis* spp.); sierras, *Scomberomorus sierra*; caballas, *Scomber japonicus*; y bonitos del Pacífico, *Sarda orientalis*. (Es imposible en estas etapas del ciclo vital distinguir las larvas y juveniles tempranos de aletas amarillas y patudos usando características morfológicas, merísticas, osteológicas, o de pigmentación; ha sido descrita la identificación de juveniles tempranos por electroforesis (U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 86 (4): 835-838). Se pueden distinguir *Auxis thazard* y *A. rochei* larvales y juveniles tempranos a partir de diferencias menores en la pigmentación, la profundidad del cuerpo, y el número de las branquiespinas, pero hay desacuerdo sobre la validez de estas características identificadoras.) Hasta 1995 las investigaciones en Achotines se enfocaron principalmente en el barrilete negro, *Auxis* spp., y sierras, los escómbridos más abundantes en las aguas costeras frente al sur de la Península de Azuero. A partir de 1996, se intensificó el esfuerzo de estudio de las etapas tempranas del ciclo vital del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), usando huevos puestos por los reproductores cautivos en el Laboratorio (ver subsección titulada **Desove de atún aleta amarilla**).

#### **Proyecto conjunto OFCF-Panamá-CIAT**

En diciembre de 1993, la Overseas Fishery Cooperation Foundation (OFCF) del Japón, el gobierno de la República de Panamá, y la CIAT acordaron emprender un proyecto conjunto de cinco años de duración, subvencionado principalmente por la OFCF, en el Laboratorio de Achotines. Los objetivos del proyecto son: (1) criar atunes aleta amarilla adultos para suministrar larvas y juveniles para la investigación de su ciclo vital temprano; (2) producir organismos de alimento para los atunes larvales y juve-

niles; y (3) criar pargos (*Lutjanidae*) y corvinas y especies afines (*Sciaenidae*) reproductores y organismos de alimento para sus larvas y juveniles.

Fueron necesarias ampliaciones y mejoras de la infraestructura del Laboratorio de Achotines para poder realizar los objetivos del proyecto. Durante 1996 se completó la construcción de cuatro grandes tanques de hormigón, con sistemas de agua de mar y vitales para los peces reproductores, y en 1997 se completó uno más. Las dimensiones y capacidades de los tanques son:

Tanque	Diámetro		Profundidad		Capacidad	
	(metros)	(pies)	(metros)	(pies)	(litros)	(galones)
1	17,0	56	6,0	20	1.361.900	359.800
2	8,5	28	3,0	10	170.200	44.000
3	8,5	28	1,5	5	85.100	22.500
4	8,5	28	1,5	5	85.100	22.500
5	8,5	28	1,5	5	85.000	22.500

Los sistemas vitales incluyen una torre de aireación y fraccionador de proteínas para el Tanque 1, filtros de arena para agua recirculada para los Tanques 1 y 2, y aparatos de esterilización ultravioleta y micro-filtros para todos los tanques. También se completaron y entraron en servicio dos tanques de hormigón para el cultivo en masa de algas y zooplancton, y se establecieron ocho nuevos tanques para cultivar peces larvales y juveniles tempranos.

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

Se capturaron aletas amarillas de entre 2 y 7 kg en aguas costeras adyacentes al Laboratorio de Achotines para establecer la población de reproductores en el mismo. Se desarrollaron protocolos para transportar, trasladar, marcar, pesar, y medir los especímenes recién capturados. Cada uno fue marcado con una marca con microprocesador implantada en la musculatura dorsal e inyectado con 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 mantuvieron durante 1997 los aletas amarillas colocados en los tanques de reproductores grande (Tanque 1) y de reserva (Tanque 2) durante 1996. Se está vigilando la dieta de los reproductores en el Tanque 1 para asegurar que proporcione suficiente energía para soportar tasas elevadas de crecimiento y desove, pero sin causar una deposición excesiva de grasa. Se está usando un modelo bioenergético, combinado con estimaciones de la tasa de crecimiento de los peces en el tanque, como base para determinar las raciones diarias. Se usa información de análisis de la cantidad de proteína, humedad, grasa, y ceniza en los organismos alimenticios y en los peces reproductores (obtenidos de peces muertos o sacrificados) para ajustar el modelo. Los organismos alimenticios incluyeron calamares (*Loligo* spp.), anchovetas (*Cetengraulis mysticetus*), machuelos (*Opisthonema* spp.), y anchoas *Anchovia macrolepidota*, con suplementos de vitaminas y bilis en polvo. Varios especímenes de cada grupo taxonómico usado de alimento fueron secados, homogeneizados, y analizados por un laboratorio en Aguadulce (Panamá) para determinar las cantidades de estos componentes que contienen. En promedio, las anchovetas contienen 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 1997 los reproductores en el Tanque 1 fueron alimentados a un nivel de alrededor del 3 al 5% de su peso por día. Seis fueron sacados del tanque para analizar su condición; parecían estar en buenas condiciones, y la deposición de grasa no parecía excesiva.

Al fin del año habían 26 aletas amarillas en el Tanque 1. Durante el año murieron siete peces, uno de hambre, cinco de choques con la pared del tanque, y uno al saltar del tanque. La longitud y peso medios estimados de los peces en el tanque al fin del año fueron 117 cm y 32 kg; variaron de 105 a 132 cm y de 29 a 45 kg. Estas estimaciones se basan en las tasas medias de crecimiento calculadas para los peces muertos o sacrificados durante el año. Para el fin del año se estimaba la biomasa en el tanque de reproductores en 0,61 kg/m<sup>3</sup>, algo mayor que la densidad originalmente deseada de 0,50 kg/m<sup>3</sup> para la población de reproductores.

Se mantuvieron los aletas amarillas en el Tanque 2 en reserva para incrementar la población de reproductores en el Tanque 1 en caso necesario. Se redujo paulatinamente la población en el Tanque 2 durante 1997, y hacia fines del año se sacrificaron los cuatro últimos. Se usaron estos peces para producir huevos y larvas de los cuales se obtuvo información sobre herencia genética directa. Al fin de año se reanudó el esfuerzo de pesca para obtener nuevos especímenes para el Tanque 2.

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

Los aletas amarillas en el Tanque 1 desovaron a intervalos casi diarios durante la mayor parte de 1997, excepto desde mediados de marzo hasta mediados de abril, cuando ocurría un afloramiento fuerte en las aguas costeras cerca del laboratorio. Durante el período de afloramiento la temperatura del agua en el tanque varió de 20,0° a 24,0°C, y durante el resto del año varió de 24,4° a 29,5°C. El desove tuvo lugar entre las 1500 y 2030 horas, y fue generalmente precedido por comportamiento de cortejo (natación en pareja, persecución).

El número de huevos fertilizados recogido tras cada desove osciló entre unos 9.300 y 1.771.000. Se usaron varios métodos para recoger los huevos, entre ellos sifones y salabardos en la superficie y una red de superficie 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, longitud 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 longitud y morfometría seleccionada de larvas en primera alimentación. Se incorporó esta información en una base de datos, la que se usará para hacer comparaciones entre los parámetros de desove y los factores físicos o biológicos que podrían afectarlo (por ejemplo, temperatura del agua, salinidad, ciclo lunar, tamaño medio de los peces que desovan, y la ración media diaria de los mismos).

Los peces en el Tanque 2 comenzaron a desovar a mediados de abril, en cual momento habían ocho peces en el tanque. Se mantenían estos peces en reserva para incrementar la población de reproductores en el Tanque 1, y no se esperaba que desovasen en el tanque más pequeño. El desove continuó casi a diario hasta octubre, cuando se sacrificaron los cuatro peces que quedaban en el tanque. La temperatura del agua durante el desove varió de 24,7° a 29,5°C, y el número de huevos recogido después de cada evento osciló entre unos 100 y 750.000. El desove ocurrió entre las 0915 y 1745 horas, y en varias ocasiones ocurrieron eventos separados en la mañana y la tarde.

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

Se examinó en el laboratorio el crecimiento y supervivencia de aletas amarillas larvales y juveniles criados de huevos fertilizados puestos por los peces reproductores. Durante enero y febrero de 1997 se realizó un experimento preliminar para comparar el crecimiento y supervivencia de larvas en primera etapa de alimentación bajo dos condiciones de cultivo: (1) condiciones de "agua verde" (con fitoplancton cultivado añadido al agua); y (2) condiciones de "agua clara" (sin fitoplancton cultivado). Las larvas fueron mantenidas en tanques circulares con 800 L de agua de mar filtrada y alimentadas con zooplancton (prin-



principalmente nauplios y adultos de copépodos) capturado en el mar y separado por tamaño. Los resultados indicaron que las tasas de crecimiento y supervivencia de las larvas eran más elevadas con condiciones de agua verde que con las de agua clara. Con base en estos resultados, se usaron rutinariamente condiciones de agua verde en todos los experimentos subsiguientes de cultivo con larvas de aleta amarilla.

Posteriormente se realizaron experimentos de laboratorio para examinar los efectos de tipo de alimento, concentración de alimento, temperatura del agua, y microturbulencia sobre el crecimiento, supervivencia, y selectividad de alimento de aletas amarillas larvales y juveniles tempranos. Se realizaron las pruebas de cría con larvas en tanques de 1,2 m de diámetro y 700 L de capacidad o de 1,5 m de diámetro y 1.200 L de capacidad, y las de juveniles en tanques de 2,4 m de diámetro y 4.700 L de capacidad o de 4,6 m de diámetro y 11.000 L de capacidad. Luces fluorescentes suspendidas sobre los tanques proporcionaron luz de entre 2.500 y 3.000 lux de intensidad en la superficie del agua. La temperatura del agua en los tanques de cría varió de 27,1° a 30,0°C.

Los tipos de alimento incluyeron plancton silvestre capturado en el mar (copépodos clasificados por tamaño), rotíferos enriquecidos con un suplemento de ácido graso, nauplios de camarones *Artemia* enriquecidos con un suplemento de ácido graso, larvas de aleta amarilla recién criadas, pececillos picados o enteros, y machuelos picados. Se compararon los efectos de la microturbulencia sobre la alimentación, crecimiento, y supervivencia de las larvas variando el nivel de aireación en cada tanque. Se estudió la selectividad de alimento de las larvas a distintos niveles de abundancia y composición de las presas. Se conservaron a diario muestras de las larvas, y se están analizando para determinar las tasas de crecimiento somático (talla y peso) y de ingestión de alimento, y los patrones de selectividad de presas.

Se ha logrado criar doce grupos de aletas amarillas larvales desde huevos hasta después de la metamorfosis juvenil. Resultados preliminares indicaron que las tasas de crecimiento somático desde los 3 días después de la eclosión (etapa de primera alimentación) hasta los 19 días después de la misma (justo antes de o en la metamorfosis juvenil) eran 2 a 3 veces aquéllas de experimentos previos con larvas de aleta amarilla (Informe Anual de la CIAT de 1992) así como de experimentos realizados en el curso del mismo año. Las mayores tasas de crecimiento se debían a la introducción de peces larvales como alimento durante la etapa larval tardía. Para el fin del año el período de cría más largo para una aleta amarilla en el laboratorio era 100 días después de eclosionar.

#### ***Efectos de suplemento carotenoide en la dieta***

Durante julio y agosto se realizó un estudio de los efectos de un suplemento carotenoide en la dieta de los aletas amarillas reproductores sobre el crecimiento y supervivencia de sus larvas. Se alimentó a los peces desovando en el Tanque 2 con la dieta normal de calamar y machuelos, suplida con astaxantina (un tipo de carotenoide), durante 30 días. Se recogieron huevos del tanque antes y después del período de tratamiento. Se congeló o conservó una porción de los huevos, y se permitió a los demás eclosionar. Al cabo de 13 días después de la eclosión se sacrificaron las larvas resultantes y se congelaron o conservaron. Se compararán las tasas de supervivencia y la talla media de los dos grupos de larvas. Los huevos y larvas fueron liofilizados y enviados al Japón para análisis químicos.

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

Durante 1996 se capturaron corvinas colirubia (*Umbrina xanti*) y pargos de la mancha (*Lutjanus guttatus*) para establecer poblaciones reproductoras en cautiverio. En octubre de 1996 se les indujo a desovar con inyecciones de hormonas (Informe Anual de la CIAT de 1996). Se prosiguieron estos estudios durante 1997.

Durante la última semana de abril de 1997, 17 corvinas colirubia fueron estimuladas al desove mediante la implantación en el tejido muscular de pastillas con hormona LHRH-a. El desove comenzó 28 horas después y continuó diariamente durante 19 días; durante ese período la temperatura promedio

del agua en el tanque fue 26,3°C. Se produjeron en total 2.089.000 huevos, de diámetro medio de 0,7812 mm y con glóbulo de aceite de 0,1833 mm de diámetro promedio. Los huevos fueron recogidos y colocados en tanques de incubación casi diariamente. Al cabo de un promedio de 17 horas después del desove se alcanzó el 50% de eclosión de los huevos, a una temperatura media de 28,3°C. La tasa de eclosión fue de 90,7%, y las larvas eclosionadas medían en promedio 1,782 mm de largo. Se mantuvieron vivas para determinar el crecimiento y el desarrollo morfológico. Al principio fueron alimentadas con rotíferos enriquecidos con un suplemento de ácido graso y alimento artificial microencapsulado, y posteriormente nauplios de camarón *Artemia*. A partir del día 25 se les alimentó con huevos y larvas de atún y machuelos molidos. Unos 900 peces fueron criados hasta los 65 días después de eclosionar, cuando todos murieron debido a una avería en el sistema de abastecimiento de agua al tanque. En ese momento medían en promedio 38,4 mm LE.

Sesenta pargos de la mancha mantenidos en el Tanque 4, y aclimatados a las condiciones de laboratorio durante al menos 24 meses, desovaron naturalmente (sin ser inducidos artificialmente) por primera vez en octubre de 1997. Desovaron 18 veces durante un período de 43 días. Fue la primera vez que esta especie desovaba en cautiverio sin inyecciones de hormonas. La longitud promedio de los peces fue 44 cm y el peso promedio 1,95 kg. El desove ocurrió generalmente entre las 2200 y 2400 horas. El número de huevos recogidos de cada evento de desove osciló entre 10.000 y 900.000. Las tasas de eclosión de los huevos variaron del 95 al 98%. El diámetro promedio de los huevos fue 0,728 mm, y el de los glóbulos de aceite 0,124 mm.

Se completaron once pruebas de cría con huevos y larvas de pargo de la mancha. Se llevaron a cabo los experimentos para examinar los efectos de la densidad inicial de los huevos o larvas y/o distintas densidades y tipos de alimento sobre el crecimiento y supervivencia de las larvas y juveniles. Los tipos de alimento usados en el experimento incluyeron rotíferos de dos tamaños (S (121 a 200 µm de largo) y SS (≤120 µm de largo)) enriquecidos con un suplemento de ácido graso y nauplios de copépodo (principalmente *Acartia* spp.). La supervivencia de las larvas fue mayor en los tanques en los que se alimentó a los peces con los rotíferos más pequeños tipo SS.

Habían 900 pargos juveniles vivos al fin de los dos primeros experimentos de cría. Se separó a los peces en dos grupos de 450 individuos cada uno, con base en su longitud. Los más grandes fueron alimentados con una dieta de comprimidos húmedos, y los más pequeños con una dieta mixta de machuelo y calamar picados. Se observó el crecimiento y supervivencia de los peces de cada grupo. Para el fin del año el grupo con la dieta de comprimidos medía en promedio 7,6 cm de largo, y el otro 6,1 cm. Todos los 900 juveniles seguían vivos al fin del año.

#### ***Identificación de larvas de atún aleta amarilla y/o patudo***

No es posible distinguir aletas amarillas de patudos capturados en el mar durante las primeras etapas del ciclo vital a partir de sus características morfológicas, merísticas, o de pigmentación. Se ha logrado hacerlo usando electroforesis de gel de fécula (U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 86 (4): 835-838). Durante 1997 el ADN mitocondrial de larvas de *Thunnus* spp. capturadas en aguas costeras de Panamá durante 1990-1992 fue amplificado usando la técnica de reacción a cadena de polimerasa (*polymerase chain reaction*, o PCR), y a continuación se usó análisis de polimorfismo de longitud del fragmento de restricción (*restriction fragment-length polymorphism*, o RFLP) para identificar las larvas. Se midieron las larvas, y se les extrajo los otolitos para determinar la edad. Se conservó el resto de cada espécimen en etanol y se envió al Dr. Seinen Chow, del National Research Institute of Far Seas Fisheries en Shimizu (Japón), para análisis bioquímico. Se extrajo ADN crudo del tejido muscular de cada espécimen, y el fragmento de gene ATPase mitocondrial (*mitochondrial ATPase gene fragment*, o ATCO) fue amplificado por PCR. La endonucleasa, Mse I digestión, proporciona el patrón diagnóstico de fragmento de restricción entre las dos especies. Se observó una amplificación positiva en 57 de los 93 especímenes examinados, y

los perfiles de fragmento de restricción indicaron claramente que todos los 57 eran aletas amarillas.

#### ***Edad y crecimiento de atunes aleta amarilla larvales***

Se compararon las tasas de crecimiento y datos de tamaño a edad correspondientes a aletas amarillas larvales y juveniles de etapa temprana capturados en aguas costeras de Panamá, larvas de aleta amarilla criadas en el Laboratorio de Achotines, y larvas de aleta amarilla criadas en la Estación Yaeyama en la Isla Ishigaki (Japón). Los especímenes silvestres fueron capturados frente a la Península de Azuero durante la temporada de lluvias y afloramiento reducido de 1990 y 1991 con salabardo cerca de una luz submarina de noche, con trampas de luz, y con una red de arrastre tipo Tucker de 75 x 83 cm, con una malla de 335  $\mu\text{m}$  (Informe Anual de la CIAT de 1991; 216-217). Se determinó la especie de las larvas mediante análisis de ADN mitocondrial (ver sección anterior). Se determinó la edad de las larvas a partir del número de incrementos diarios en los otolitos sagitales, y se usó la información de longitud a edad para estimar las tasas de crecimiento. (Se había validado previamente la formación diaria de incrementos en los otolitos en larvas de aleta amarilla criadas en el laboratorio en un estudio colaborativo con la Japan Sea Farming Association en la Estación Yaeyama en 1992.) Las larvas de aleta amarilla obtenidas del desove de reproductores cautivos en el Laboratorio de Achotines fueron sacrificadas al cabo de 12 días para los estudios comparativos. La longitud promedio y el diámetro de los otolitos en larvas de la misma edad capturadas hacia el principio de la temporada de lluvias (junio y julio) de los dos años fueron similares, pero fueron significativamente mayores que aquéllas de larvas capturadas hacia el fin de esa temporada (septiembre) en 1991. La tasa de crecimiento en longitud de las larvas capturadas durante junio de 1990 (1,268 mm/día) fue asimismo significativamente mayor que la de las larvas capturadas durante septiembre de 1991 (0,585 mm/día). Es posible que las diferencias interanuales se deban a diferencias estacionales intranuales en las condiciones físicas y biológicas, y no a diferencias entre los dos años.

La tasa de crecimiento de los peces silvestres capturados en septiembre de 1991, aunque relativamente lenta, fue aproximadamente el doble de la tasa más alta observada para las larvas criadas en el laboratorio de la Estación Yaeyama en 1992 (Informe Anual de la CIAT de 1992). Similarmente, el tamaño promedio por edad de larvas silvestres capturadas durante septiembre de 1991 fue de 1,5 a 2,5 veces mayor que aquél de larvas de edad similar criadas en el laboratorio en la Estación Yaeyama en 1992 o en el Laboratorio de Achotines en febrero y marzo de 1997. Sin embargo, un análisis preliminar de los resultados de experimentos realizados en el Laboratorio de Achotines durante julio y agosto de 1997 indicó que las tasas de crecimiento y el tamaño promedio a entre 14 y 20 días después de la eclosión eran comparables los de los especímenes silvestres capturados en septiembre de 1991. Los aumentos en las tasas de crecimiento y el tamaño por edad en el laboratorio con respecto a aquéllos de experimentos de laboratorio anteriores están asociados probablemente con la introducción de peces larvales en la dieta 13 días después de la eclosión (11 días después de la primera alimentación). En general, la supervivencia y crecimiento fueron mayores durante los experimentos realizados en julio y agosto de 1997, debido probablemente a condiciones de alimentación más óptimas en el laboratorio.

#### ***Propagación de barrilete negro en el laboratorio***

Se obtienen huevos fertilizados de atunes barrilete negro adultos para suministrar larvas recién criadas para experimentos en el Laboratorio de Achotines. Hasta agosto de 1997 se mantuvieron los peces en un tanque de 6,4 m de diámetro y 37.000 L de capacidad.

Estos reproductores desovaron por última vez a principios de 1995. Durante 1997 se siguió intentando restablecer la población de peces reproductores. En septiembre se transfirieron dos peces a un tanque de hormigón de 8,5 m de diámetro y 85.100 L de capacidad y en diciembre se añadieron tres más. Al fin de año se seguía observando a los cinco peces para detectar actividad de desove.

### ***Agregaciones de peces asociadas con balsas***

El Sr. Peter Nelson, candidato de doctorado en la Universidad de Arizona del Norte, estudió la ecología y comportamiento de agregaciones de peces asociadas con balsas para agregar peces en el Laboratorio de Achotines durante 1997. La investigación formará parte de sus tesis doctoral.

Se realizó un experimento de campo para examinar las diferencias entre las tasas diarias de inmigración y emigración de los peces en balsas de dos tipos: en unos se despejaron los peces asociados cada día, y en los otros no se molestaron las agregaciones de peces. Se compararon los tamaños de los grupos y el número de especies que se agregaban alrededor de los dos tipos de balsa. Despejar los peces diariamente no ejerció ningún efecto significativo sobre el tamaño promedio de los grupos ni el número promedio de especies asociadas con la balsa, por lo que parece que las tasas de inmigración y emigración son altas. Se realizó otro experimento para determinar si los peces discriminan entre objetos flotantes de distintos tamaños. El tamaño promedio del grupo y el número promedio de especies fue significativamente mayor en las balsas grandes que en las pequeñas. Experimentos de marcado indicaron que, aunque los peces llegaban a y abandonaban las balsas continuamente, algunos individuos permanecían con una balsa hasta 96 horas. Se llevó a cabo otro experimento para comparar las características de grupos de peces asociados con balsas con comunidades contaminadoras establecidas (por ejemplo, *Lepas* sp., hidroides, algas) con balsas sin biota contaminadora. Las balsas contaminadas acumularon grupos mayores de peces, los acumularon con mayor rapidez, y atrajeron más especies que las balsas limpias.

Experimentos adicionales se enfocaron en la fidelidad de los peces a las balsas con respecto a duración de estancia, el comportamiento diario de los peces asociados con las balsas, el tamaño de las agregaciones nocturnas alrededor de las mismas, y las tasas de reclutamiento a balsas ancladas y a la deriva. Los resultados indicaron que la fidelidad a la balsa de peces juveniles aumenta con la duración de la estancia, señalado por una reducción en la intensidad de reacción de reconocimiento y las distancias promedio entre la balsa y los peces mantenidas bajo condiciones físicas comparables. El comportamiento diurno y nocturno de los peces asociados con las balsas eran marcadamente diferentes. De noche los *Abudefduf troschelii* juveniles (la especie predominante en número) casi tocaban las balsas, mientras que de día permanecían más alejados. La presencia de reclutas previos ejerce una influencia positiva sobre el reclutamiento a las balsas, ya sea ancladas o a la deriva, hasta durante períodos muy cortos (menos de 4 horas después de ser lanzada la balsa al agua). Las tasas de reclutamiento a las balsas a la deriva eran altamente variables, pero fueron siempre más bajas que las de las balsas ancladas, presuntamente debido a tasas de encuentro más bajas.

### ***Oceanografía y meteorología***

La alta productividad del Océano Pacífico oriental tropical (POT) se debe principalmente a los vientos de oriente y corrientes prevalecientes que causan afloramiento de aguas subsuperficiales más frías y ricas en nutrientes. A veces disminuye la fuerza de dichos vientos, llevando a una disminución del afloramiento, temperaturas superficiales del mar (TSM) más elevadas, nivel del mar más alto en las estaciones costeras, termoclina más profunda, y cambios en la distribución y cantidad de precipitación en varias áreas. (En el presente informe, la termoclina se refiere a la capa en el océano debajo de la capa de mezcla donde la temperatura disminuye rápidamente con la profundidad.) Los períodos en los que predominan estas condiciones son denominados episodios o eventos de El Niño, y aquéllos en los que los vientos de oriente son anormalmente fuertes, y son acompañados por TSM subnormales, nivel del mar bajo, y termoclina menos profunda – o sea, la antítesis de un Niño – son denominados episodios de “anti-El Niño.” El término “El Niño” proviene originalmente de una estrecha corriente oceánica que fluye hacia el sur y aparece frente al litoral de Ecuador cada año durante diciembre y enero, denominada “*Corriente del Niño*” por marineros españoles. Normalmente es subsuperficial, pero aparece en la superficie cuan-

do pierde fuerza y se aleja de la costa la muy ancha Corriente de Perú. Este cambio forma parte de un evento de El Niño, que a su vez es una manifestación, entre muchas otras, de un cambio en los patrones de circulación atmosférica y oceánica a escala global. Estos eventos son acompañados normalmente por Índices de Oscilación del Sur (IOS) negativos. (El IOS es la diferencia entre las anomalías en la presión atmosférica a nivel del mar en Tahiti (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 efectos de un evento de El Niño son generalmente más aparentes en el POT entre 5°N y 15°S, pero durante episodios fuertes, como aquéllos de 1972-1973, 1982-1983, y 1997-1998, pueden extenderse al norte hasta 40°N y al sur hasta 30°S. Las capturas de atunes con arte de superficie suelen disminuir en las áreas afectadas de los trópicos una vez establecido un evento de El Niño.

Entre junio de 1995 y abril de 1997 prevalecieron condiciones de "anti-El Niño" en el POT. Eventos fuertes de El Niño suelen ser seguidos por estas condiciones, y son importantes en el POT porque ayudan a restablecer y mantener el suministro de alimento para los organismos pelágicos, incluso aquellos de importancia comercial directa. Además, los peces pelágicos, entre ellos el aleta amarilla y barrilete, son más vulnerables a la captura durante condiciones de "anti-El Niño", cuando la termoclina no es profunda.

Durante el primer trimestre de 1997 las TSM permanecieron ligeramente inferiores al nivel normal en la región ecuatorial del POT. Aparecieron algunas TSM superiores al nivel normal entre las Islas Galápagos y el litoral de Ecuador y Perú, donde las TSM habían estado por debajo de ese nivel durante los 18 meses previos, y en la región de altura al oeste del sur de Perú y el norte de Chile las TSM fueron de 1° a 2°C por encima de lo normal. En la Figura 25 se ilustra el patrón de anomalías de las TSM en marzo de 1997, representativo de los demás meses del trimestre. En el Pacífico occidental ecuatorial se incrementaron considerablemente las anomalías positivas de 1°C, fenómeno que algunos científicos consideran haber sido, en el pasado, precursor de condiciones de El Niño durante los meses subsecuentes en el POT. La profundidad media de la termoclina en el POT permaneció alrededor de los 50 m durante la mayor parte del trimestre, pero cerca del fin del mismo aumentó a 60 m en la región ecuatorial. El IOS medio en el primer trimestre fue +0,6, pero disminuyó de +1,6 en febrero a -1,1 en marzo, señalando que se debilitaban los vientos de oriente, especialmente en el Pacífico occidental tropical.

Durante el segundo trimestre de 1997 ocurrió una alza rápida de las TSM en el POT. Para el fin del trimestre estaban entre 3° y 5°C por encima de lo normal a lo largo del litoral del Perú y de 1° a 2°C por encima de lo normal a lo largo del ecuador desde las Islas Galápagos hasta 135°O. El patrón de las TSM en mayo de 1997, ilustrado en la Figura 26, es similar a aquéllos de abril y junio, pero las anomalías positivas en junio fueron significativamente mayores que las de mayo en la región ecuatorial entre 85°O y 140°O. El nivel del mar subió rápidamente hasta 20 cm por encima de lo normal y la profundidad de la termoclina aumentó a 70 a 80 m, de 10 a 20 m más que normal. Al oeste de 140°O no habían áreas grandes con TSM de más de 1°C por encima de lo normal. En esa región la termoclina subió en promedio unos 20 m durante el segundo trimestre, y el IOS medio en ese período fue de -1,6. El evento de El Niño de 1997-1998 se desarrolló de forma similar al Niño moderado de 1976 y al Niño muy fuerte de 1982-1983, que también comenzaron durante el segundo trimestre. El de 1976-1977 apenas afectó las condiciones de pesca al norte de 10°N durante la segunda mitad de 1976, a diferencia de el de 1982-1983, cuyo efecto sobre la pesca fue marcadamente adverso entre 5°N y 15°N durante el segundo semestre de 1982 (y mayor todavía durante el primer semestre de 1983). El Niño de 1997-1998 no se manifestó al norte de 5°N durante el primer semestre de 1997, pero alcanzó hasta 15°N durante el segundo semestre del año.

Durante el tercer trimestre el Niño parecía estar alcanzando su intensidad máxima, con TSM de 4° a 6°C por encima del nivel normal frente a Perú y al suroeste de las Islas Galápagos. TSM de más de 2°C por encima de lo normal siguieron ampliándose desde el ecuador hacia el norte y el sur,

especialmente en el hemisferio norte al este de 160°O. En la Figura 27 se ilustra el patrón de anomalías de las TSM en el POT correspondiente a septiembre de 1997; los de julio y agosto fueron similares. A lo largo de la costa entre el ecuador y 20°N las TSM fueron casi normales, al igual que desde junio hasta octubre de 1982 (Informe Anual de la CIAT de 1983: Figuras 40 y 41). Las mayores anomalías positivas ocurrieron en las regiones de altura de la Corriente de Perú, donde suele ocurrir un afloramiento fuerte de agua más fría durante años cuando no ocurre un Niño. La termoclina descendió a unos 30 a 50 m por debajo de su nivel normal al este de 150°O entre 5°N y 5°S. El nivel del mar ascendió a entre 15 y 25 cm por encima de lo normal en las áreas costeras desde México central hasta el sur de Perú, niveles significativamente mayores que aquéllos que predominaron durante el período correspondiente de 1982. El IOS, cuyo valor medio durante el tercer trimestre fue -1,6, alcanzó un mínimo de -2,1 en agosto.

Durante el cuarto trimestre el Niño alcanzó su intensidad máxima de 1997, con anomalías positivas de las TSM de 5° a 7°C frente al litoral de Ecuador y Perú. En la Figura 28 se ilustra el patrón de anomalías correspondiente a diciembre de 1997. Las TSM de más de 2°C por encima de lo normal se extendieron hacia el oeste hasta 160°O a lo largo del ecuador y al norte hasta 10°N al este de 105°O. La gran extensión de las TSM más de 4°C superiores al nivel normal en la Figura 28 es característica de los otros meses del trimestre, excepto que las anomalías positivas de 6° a 7°C frente a Perú en diciembre fueron las mayores observadas en 1997, y mayores que las de diciembre de 1982. Se observaron niveles del mar de 25 a 35 cm superiores a lo normal en estaciones costeras desde Panamá hasta Perú central, y la profundidad de la termoclina en el POT fue unos 30 a 60 m mayor que de costumbre. El IOS promedio durante octubre-diciembre fue -1,5, reflejando una continuación de la circulación débil de los vientos de superficie sobre la mayor parte del Pacífico ecuatorial.

Las anomalías positivas de las TSM frente a Baja California durante 1997 (Figuras 25-28) resultaron principalmente de una reducción en la mezcla de las aguas superficiales por los vientos de oriente en la región. Las condiciones fueron buenas para la pesca en la región, debido quizá al período extendido durante el cual las TSM fueron adecuadas para los atunes.

Ya que el Niño de 1997-1998 fue tan extenso y fuerte durante el cuarto trimestre de 1997, es probable que siga fuerte en el POT hasta mediados de 1998, con anomalías positivas de las TSM de entre 2° y 4°C, nivel del mar alto, y termoclina profunda. Este Niño muy fuerte podría llevar a condiciones adversas para la pesca atunera en la región costera desde Perú central hasta 15°N durante la primera mitad de 1998. Deberían persistir condiciones favorables para la pesca atunera (vientos leves y termoclina alta) en el Pacífico occidental y frente a Baja California. Es posible que el Niño de 1997-1998 resulte ser el más fuerte del siglo, y será probablemente el último del milenio.

#### **CONDICION DE LOS STOCKS DE ATUNES Y PEZ ESPADA EN 1997 Y PERSPECTIVAS PARA 1998**

La convención que estableció la Comisión Interamericana del Atún Tropical dispone que las responsabilidades principales de la Comisión son estudiar la biología de los atunes y especies afines del Océano Pacífico oriental (OPO) para determinar los efectos de la pesca y de los factores naturales sobre la abundancia de los mismos y, con base en estos estudios, recomendar medidas apropiadas de conservación para mantener a los stocks de peces a niveles que permitan las capturas máximas sostenidas. Para cumplir con esta obligación, el personal de la Comisión realiza un amplio programa de investigación que abarca estudios biológicos y oceanográficos y la toma y análisis de estadísticas detalladas de captura y esfuerzo de los barcos que pescan en el OPO. Conforme a estas responsabilidades, se preparan documentos informativos para poner a los Comisionados al día sobre la evaluación por el personal de la Comisión de la condición de los recursos de atunes en el OPO. En el presente Informe Anual se reproduce la información en dichos documentos, con cambios menores, para ponerlo al alcance del público en general.

### ***Atún aleta amarilla***

Las capturas mundiales de aleta amarilla han superado aquéllas de todas las demás especies de atunes excepto el barrilete desde hace muchos años. Según datos compilados por la Organización para el Alimento y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas (Tabla 6), el aleta amarilla formó el 37, 38, 35, 33, y 33% de las capturas mundiales de las especies de atunes de mayor importancia comercial (barrilete, aleta amarilla, patudo, albacora, y aleta azul del norte y del sur) en cada año del período de 1992 a 1996. Es la especie más importante capturada por la pesquería de superficie en el Océano Pacífico oriental (OPO). Durante 1970-1974, el porcentaje de la captura mundial de aleta amarilla proveniente de las distintas zonas oceánicas fueron: OPO, 41 a 49%; Pacífico occidental, 23 a 28%; Atlántico, 19 a 22%; Indico, 5 a 10% (Figura 29). Los porcentajes equivalentes correspondientes a 1991-1995 fueron: OPO, 25 a 29%; Pacífico occidental, 33 a 38%; Atlántico, 12 a 14%; Indico, 22 a 29%. Es evidente que, pese a que las capturas de aleta amarilla en el OPO han aumentado substancialmente desde 1970, los incrementos porcentuales en los Océanos Pacífico occidental e Indico han sido todavía mayores, por lo cual el OPO es ahora una fuente de aleta amarilla relativamente menos importante de lo que era a principios de los años 70.

### ***Indices de abundancia***

Es necesario, al evaluar la condición de un stock de peces explotado por una pesquería, disponer de estimaciones de su abundancia absoluta o, si eso no es posible, estimaciones de su abundancia relativa. En general, no es posible estimar la abundancia de un stock de peces, como por ejemplo el atún aleta amarilla en el OPO, pero sí es posible evaluar los efectos de la pesca sobre un stock a partir de estimaciones de su abundancia relativa. Concretamente, es necesario calcular una serie de estimaciones de la abundancia relativa del stock correspondiente al período de interés. El personal de la CIAT usa tres métodos relativamente independientes para calcular los índices de abundancia para el aleta amarilla.

### ***Método de cohortes***

El método de cohortes, descrito por primera vez en las páginas 127 a 130 del Informe Anual de la CIAT de 1972, precisa que los peces capturados sean asignados a cohortes. Una cohorte consiste de todos los peces reclutados a la pesquería al mismo tiempo: por ejemplo, los peces de la cohorte X73 alcanzaron unos 30 cm de largo en noviembre de 1973, ingresaron inicialmente a la pesquería en pequeñas cantidades durante el primer semestre de 1974, y contribuyeron a la pesquería de forma significativa por primera vez durante el segundo semestre de ese año; los de la cohorte Y73, que alcanzaron los 30 cm en mayo de 1973, ingresaron a la pesquería por primera vez en pequeñas cantidades en el segundo semestre del mismo año, y contribuyeron significativamente a la pesquería por primera vez en el primer semestre de 1974. El personal de la CIAT estima las capturas mensuales de peces de las cohortes X e Y, en número de peces, durante toda su vida (hasta un máximo de siete años). Puede por lo tanto haber peces de hasta 14 cohortes diferentes en la captura durante un mes. Se usan estos datos en los análisis de cohortes (llamados a veces análisis de poblaciones virtuales), comentados en detalle en la subsección titulada ***Modelos con estructura de edades***. Se usa este método para producir dos índices de abundancia, uno para el stock total de peces reclutados a la pesquería (es decir, todos los peces de 30 cm o más) y el segundo para peces grandes (que han estado más de 17 meses en la pesquería) solamente; se presentan ambos en la Figura 30. Si las estimaciones de dos otros parámetros usados para llevar a cabo los análisis de cohortes, las tasas presuntas de mortalidad natural y las tasas "de inicio" de mortalidad por pesca, son correctas, o casi correctas, las estimaciones obtenidas de estos análisis serán cercanas a las biomásas reales del stock. Sin embargo, no es posible calcular estimaciones precisas de las tasas de mortalidad natural de los atunes con técnicas actuales, y por lo tanto las estimaciones de las biomásas del stock derivadas de los análisis de cohortes podrían estar sesgadas

positiva o negativamente. Dada esta situación, deberían ser consideradas como índices útiles para comparar tendencias interanuales, y no como medidas de abundancia.

#### ***Método de CPDP***

El método de captura por día de pesca (CPDP), desarrollado en los años 50 (Boletines de la CIAT, 1 (3), 1 (7), y 2 (6)) y luego modificado a una forma más general (Boletín de la CIAT, 13 (3)), implica el análisis de estimaciones de la CPDP de un barco normal hipotético para una serie de años. Se comenta este método en detalle en la página 248 del Informe Anual de la CIAT de 1994. En la Figura 31 se ilustra la tendencia anual de este índice (1967-1997), junto con el índice correspondiente a la biomasa de los peces grandes calculado con el método de cohortes (ajustado para que su promedio coincida con aquél del índice de CPDP).

#### ***Método de tiempo de búsqueda***

En los Boletines de la CIAT Vol. 18, N° 4, y Vol. 19, N° 3, y en las páginas 117-118 del Informe Anual de la CIAT de 1984 se describe el método de tiempo de búsqueda. Es similar al método de CPDP, excepto que se basa en el período de tiempo que un barco pasa buscando pescado, es decir, los días de pesca menos las horas dedicadas a los lances pesqueros. Ha sido refinado todavía más con ajustes del tiempo de búsqueda para compensar aquellos factores, tales como la velocidad del barco, que se ha descubierto afectan la eficacia de la búsqueda. En la Figura 32 se ilustra la tendencia anual de este índice (1970-1995), junto con el índice de la biomasa total (1967-1997) calculado con el método de cohortes (ajustado para que su promedio coincida con aquél del método de tiempo de búsqueda).

---

Las tendencias de los cuatro índices (dos del método de cohortes, más uno del método de CPDP y otro del método de búsqueda) son similares, aunque el índice de cohortes para peces grandes es más parecido al índice de CPDP (Figura 31) y el índice de cohortes para todos los peces es más parecido al índice de tiempo de búsqueda (Figura 32). Todos los índices señalan que la abundancia del aleta amarilla disminuyó de forma precipitada desde fines de los años 60 hasta principios de los 80, se recuperó rápidamente hasta mediados o fines de esa década, y posteriormente disminuyó ligeramente.

#### ***Evaluación de los stocks***

Ninguno de los modelos descritos en esta subsección es aplicable a menos que ocurra poco o ningún intercambio de aletas amarillas entre el OPO y las regiones más al oeste. Se ha estudiado el nivel de intercambio de la especie entre estas áreas mediante el análisis de datos de marcado, características morfométricas, las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE), el tamaño del pescado capturado, y otros, y parece que la mezcla de peces del OPO y de las áreas al oeste del mismo no es suficiente como para invalidar el uso de estos modelos.

#### ***Modelos con estructura de edades***

Los modelos con estructura de edades utilizan datos sobre el reclutamiento y sobre las tasas medias de crecimiento y mortalidad de peces individuales. Se obtienen estimaciones de estos parámetros del análisis de datos de frecuencia de longitud y de los otolitos de los peces en la captura, complementados con datos de marcas devueltas y demás datos de varios tipos. Los investigadores de la CIAT han recopilado datos sobre la composición por tamaño de aletas amarillas capturados en el OPO desde 1954, y han tenido acceso a datos análogos recopilados por el California Department of Fish and Game durante 1951-1954. Los otolitos fueron colectados entre 1977 y 1979, y se realizaron los análisis a principios de los años 80. La gran mayoría del marcado fue llevado a cabo entre 1955 y 1981.



### *Análisis de cohortes*

Los análisis de cohortes realizados por los investigadores de la CIAT han producido información sobre la abundancia relativa, mortalidad, y reclutamiento de peces de cohortes individuales muy útil para la evaluación del stock. El primer paso consiste en asignar a los peces a cohortes. A continuación se calculan estimaciones del número de peces en cada cohorte en el momento de reclutamiento y en varios intervalos subsiguientes, y también del número capturado y muerto durante cada intervalo. La información necesaria para realizar estos cálculos incluye el número y peso promedio de los peces de cada cohorte en la captura, una estimación de la tasa de mortalidad natural (o estimaciones de una serie de tasas si la mortalidad natural no es igual para peces de distintas edades), y una estimación de la tasa de mortalidad por pesca correspondiente a por lo menos uno de los intervalos de captura de cada cohorte. Estas se denominan tasas "de inicio" de la mortalidad por pesca. Todas estas estimaciones se obtienen de los análisis de las estadísticas de captura, y de los datos de la frecuencia de longitud, peso-longitud, y proporción de sexos. Los resultados de estos análisis no tienen la precisión deseada porque, aunque es fácil distinguir los peces de una cohorte cuando son jóvenes, se hace más y más difícil a medida que envejecen, y por consecuencia es probable que sean asignados a menudo a cohortes incorrectas. Por lo tanto no sólo son menos precisas de lo deseable las estimaciones de las capturas de los peces de cada cohorte, sino que las estimaciones de las tasas de mortalidad son algo imprecisas. Específicamente, se usa un coeficiente anual de mortalidad natural ( $M$ ) de 0,8 para machos de cualquier edad. Para las hembras, se supone que  $M$  es 0,8 para los primeros 30 meses en la pesquería, y que subsecuentemente aumenta de forma lineal hasta llegar a 4,8 a los 80 meses. (En realidad, varía probablemente bastante entre cohortes.) Además, la capturabilidad de los peces varía con la edad, área, temporada del año, condiciones meteorológicas y oceanográficas, y otras circunstancias, y las tasas de crecimiento y el momento de reclutamiento también varían. Todo esto crea interferencia y produce también posiblemente un sesgo en los cálculos.

En la Tabla 11 se detallan las poblaciones medias estimadas para las distintas cohortes, expresadas en número de peces. En el caso de la cohorte X68, por ejemplo, el número medio de peces de edad 0 en el último trimestre del 1968 fue 26,15 millones, y la población de la cohorte durante los cuatro trimestres de 1969 fue en promedio 21,41, 17,43, 13,89, y 10,52 millones de peces (filas de 1969, columna I). En 1970, el promedio de la población de peces de 2 años de edad de la misma cohorte durante los cuatro trimestres fue 7,22, 4,51, 3,45, y 2,65 millones de peces (filas de 1970, columna II), y así sucesivamente. El promedio del número de peces de 0, 1, 2, 3, 4, 5, y 6 años de edad de las siete cohortes X (1968, 1967, 1966, 1965, 1964, 1963, y 1962) durante el último trimestre de 1968 fue 26,15, 14,66, 2,41, 0,97, 0,27, 0,08, y 0,06 millones, respectivamente (1968, última fila). Se presentan los valores para las cohortes Y de igual forma, excepto que aparecen por primera vez durante el segundo trimestre del año.

En la Tabla 12 se presentan las estimaciones del número de reclutas de cada cohorte en el período de 1967-1997. Las estimaciones de 1992 a 1997 son preliminares y están sujetas a cambios, debido a que los peces en esas cohortes están todavía expuestos a la pesca, y las capturas futuras afectarán las estimaciones de su reclutamiento. Los promedios de los reclutamientos iniciales (Columnas 2-4) son 37 millones para la cohorte X y 43 millones para la cohorte Y; el promedio de la población media durante el mes de reclutamiento (Columnas 5-7) es 35 millones para la cohorte X y 42 millones para la cohorte Y. La variabilidad (el cociente de la estimación más grande a la más pequeña) entre años para el reclutamiento inicial es casi igual para la cohorte X (3,18) y la cohorte Y (3,11), y aquella de los datos combinados (2,75) indica una relación inversa (no necesariamente significativa) para las dos cohortes. El reclutamiento ha sido variable, pero el promedio de 1977-1997 (86,7 millones) es mayor que aquél de 1967-1976 (64,6 millones). Parece que ha sido ascendente la tendencia en el reclutamiento en los 20 últimos años, con un reclutamiento inicial medio de unos 66, 76, y 91 millones de peces durante los períodos de 1967-1975, 1976-1984, y 1985-1997, respectivamente (Figura 33). Se podría sin embargo postular

que esto se debe a una variación aleatoria, especialmente en el período de 1973-1997, cuando el reclutamiento inicial medio fue de unos 85 millones de peces. El reclutamiento inicial promedio durante 1994-1996 fue de solamente unos 80 millones de peces, mientras que durante 1986-1993 fue alrededor de 97 millones. Sin embargo, es muy difícil estimar el reclutamiento para el período de 1994-1997.

Los números de peces en la Tabla 11 fueron convertidos a pesos, usando los datos del peso promedio de los peces de distintos tamaños (Tabla 13), para estimar la biomasa anual media (peso total promediado sobre cuatro trimestres) de cada cohorte. Se estimaron distintas tasas de inicio de mortalidad por pesca para los meses en los cuales se explotaron por última vez las distintas cohortes, de acuerdo con las fluctuaciones del esfuerzo de temporada a temporada. Además, para permitir una comparación, se hicieron los cálculos para todas las cohortes con tasas de inicio superiores o inferiores a aquéllas que se consideran ser las mejores estimaciones. Se ajustaron considerablemente estas tasas para lograr comparaciones mejores de las estimaciones medias anuales de las biomásas de las cohortes (Figura 30) con las demás tendencias estimadas de la abundancia (Figuras 31 y 32). Se estimaron las biomásas anuales medias, por grupo de edad, en la Figura 34 promediando los valores mensuales y combinando las estimaciones de las siete cohortes X y las siete Y. En esta figura es fácil ver la fuerza relativa de las varias cohortes. Por ejemplo, el reclutamiento de las cohortes X84 y Y84 combinadas fue más o menos normal (Tabla 12) y su biomasa (Figura 34, sombreado doble) alcanzó su nivel máximo a la edad de 2 años. Estas cohortes no fueron explotadas de forma intensiva hasta 1987, cuando tenían 2 años de edad (Figura 35). En cambio, el reclutamiento inicial de las cohortes X72 y Y72 combinadas (Figura 34, rayas diagonales) fue inferior al promedio (Tabla 12), y después de la pesca intensiva de los peces de la cohorte Y a la edad de 1 año en 1973 (Figura 35), su biomasa fue relativamente baja (Figura 34) durante los años subsiguientes.

En la Figura 30 se presentan las estimaciones de la biomasa anual media correspondientes al período de 1967-1997, correspondientes a todos los peces de unos 30 cm o más de largo y a "peces grandes" (todos los peces presentes en la pesquería durante más de 17 meses). El promedio de la biomasa total en el período de 1967-1971 fue unas 429 mil toneladas. Consistía de una gran proporción de peces grandes, procedentes del reclutamiento de 1965-1967 y poco explotados en su juventud. Reclutamientos subnormales, junto con el aumento de la explotación durante 1969-1972, provocaron una reducción de la biomasa de peces grandes de 1969 a 1974. La abundancia de los peces jóvenes aumentó en 1974 a raíz de una generación anual extremadamente numerosa en 1973 (Tablas 11 y 12), la cual respondió de la mayor parte del aumento en la biomasa total en 1975 y la biomasa de peces grandes en 1975 y 1976. La mayor captura anual de aleta amarilla en la historia de la pesquería antes de 1986 fue la de 1976 (Tabla 14). El reclutamiento inferior al promedio de 1975 y 1976, junto con la explotación aumentada de peces jóvenes entre 1973 y 1982, provocaron una reducción en las biomásas de todos los peces y de los peces grandes, alcanzando en 1982 el nivel más bajo (183 mil toneladas, de las cuales 99 mil consistían de peces grandes) observado en años recientes. Aunque el reclutamiento de 1977 fue bien superior al promedio, superado solamente por aquellos de 1973 y 1987, la captura de estos peces (y de aquéllos del reclutamiento de 1978) a 1 y 2 años de edad fue tan elevada (Figura 35) que impidió que estas generaciones contribuyeran de forma importante a la pesca durante 1981 ó 1982. El reclutamiento fue inferior al promedio desde 1979 hasta 1982, superior al mismo en 1983 y 1984, inferior en 1985, y de nuevo superior al promedio desde 1986 hasta 1996, con la excepción de 1994 (Tabla 12). Datos preliminares señalan que el reclutamiento en 1997 fue ligeramente superior al promedio. La biomasa total aumentó en 1983, debido principalmente a la disminución del esfuerzo de pesca en ese año, y se incrementó mucho en 1984 y 1985 gracias al aumento del reclutamiento y a la reducción de la pesca de peces jóvenes. Permaneció elevada hasta 1989, pero ha disminuido desde ese año (aparte de ligeros aumentos en 1993 y 1995), debido probablemente a una declinación en el reclutamiento (Figuras 30, 31, y 33). La biomasa de peces grandes aumentó de unas 100 a unas 250 mil toneladas entre 1982 y 1985, y permaneció entre 200 y 300 mil toneladas entre 1985 y 1997.

En las Figuras 35 y 36 se detallan las capturas anuales de peces de las cohortes X e Y, y de ambas cohortes combinadas, durante el período de 1970-1997. En la Figura 35 cada recuadro contiene las capturas de peces de una sola cohorte en diferentes años, mientras que en la Figura 36 cada recuadro contiene las capturas de peces de distintas cohortes en un solo año.

Los cambios ocurridos en la composición por edad de la población y la captura se ven bien claros si se comparan las Figuras 34 (estimaciones anuales de la biomasa de las cohortes X e Y), 30 (estimaciones anuales de la biomasa total y de peces grandes), y 36 (capturas anuales, clasificadas por edad). En los años setenta, cuando el esfuerzo de pesca fue elevado, sobrevivían cada vez menos peces hasta alcanzar tamaños grandes. La reducción del esfuerzo en 1982, 1983, y 1984 permitió crecer a muchos peces que de otra forma hubieran sido capturados de jóvenes. La contribución total de las cohortes X e Y combinadas en el período de 1970-1993 (Figura 35) fluctuó de las 134 mil toneladas de las cohortes de 1976 a las 371 mil toneladas de las de 1987, con un promedio de 228 mil toneladas para los 24 grupos. De no haber sido explotada tan intensamente la cohorte Y73 durante su primer año, las capturas correspondientes hubieran sido todavía mayores. Dividir las capturas de estas cohortes por las estimaciones iniciales correspondientes del reclutamiento (Tabla 12) arroja estimaciones del rendimiento por recluta (RPR) para cada cohorte (Figura 37) que oscilan entre 1,7 y 3,5 kg. El RPR bajo de la cohorte X67 fue consecuencia de un esfuerzo de pesca bajo, no de capturas grandes de peces pequeños. El reclutamiento inicial para 1967-1993 varió de 49 a 135 millones de peces (Tabla 12), con un promedio de 79 millones, y produjo un RPR medio de 2,8 kg.

#### ***Análisis de rendimiento por recluta***

Además de los análisis de cohortes, se usa también el modelo de RPR. Cuando los peces de una cohorte son jóvenes, el peso total aumenta debido al crecimiento rápido en peso de los peces individuales, mientras que las pérdidas por mortalidad natural son leves. A medida que envejecen los peces, se reduce su tasa de crecimiento, mientras que la mortalidad natural permanece más o menos igual o aumenta, y en consecuencia la disminución del peso total ocasionada por la mortalidad natural en ese período es superior al incremento por crecimiento, y el peso total sufre una pérdida neta. Finalmente, la cohorte desaparece. La forma ideal de obtener el rendimiento en peso máximo de una cohorte de peces (suponiendo, para los fines de este estudio, que ese sea el propósito de la administración de la especie) sería capturar cada pez justo antes de su muerte por causas naturales, situación imposible de lograr. La mejor alternativa sería capturar a los peces cuando alcancen la edad o tamaño al cual la pérdida en el peso total ocasionada por la mortalidad natural compensa exactamente la ganancia debida al crecimiento ("edad crítica" o "tamaño crítico"). Esto es factible en el caso de algunos moluscos, como las ostras y las almejas, que quedan expuestos al bajar la marea y pueden ser capturadas fácilmente en ese momento. Si se vigila constantemente un banco de moluscos, y se recogen con frecuencia aquellos ejemplares que han alcanzado el tamaño crítico, se está ejerciendo un esfuerzo pesquero infinito sobre los organismos que han alcanzado dicho tamaño. Es obvio que esto no es factible para la mayoría de las especies marinas.

Si tampoco es factible esta segunda alternativa, entonces la intuición sugiere que la pesca debería comenzar por aquellos peces que todavía no han alcanzado el tamaño crítico. Esta es la tercera alternativa, y es la única factible para la mayoría de las especies de peces. Se supone, por ahora, que el tamaño de ingreso (es decir, el tamaño de los peces más pequeños capturados) puede ser controlado eficazmente. Si el esfuerzo de pesca fuera intenso, se seleccionaría una tamaño de ingreso tan sólo ligeramente inferior al tamaño crítico, la mayoría de los peces capturados serían de edad y tamaño cercanos al nivel crítico, y el rendimiento sería casi tan elevado como con la segunda alternativa. Si el esfuerzo de pesca fuera bajo, se seleccionaría una tamaño de ingreso muy inferior al crítico, el rango de tamaño y edad de los peces capturados sería más amplio, y el rendimiento sería bien inferior a lo que

se podría lograr con la segunda opción (pero continuaría representando el máximo posible sin incremento del esfuerzo).

No obstante, es posible que no se pueda controlar el tamaño de ingreso eficazmente. En tal caso, la única manera de administrar la pesquería sería mediante el control de la captura o del esfuerzo. Si el tamaño de ingreso es superior al tamaño crítico, se permitiría una captura o un esfuerzo ilimitado, pero si es inferior, limitar la captura o el esfuerzo podría aumentar el rendimiento.

Cabe señalar que es necesario permitir que algunos miembros de una cohorte se reproduzcan por lo menos una vez antes de ser capturados. Se comentará este tema en la subsección titulada **Relación reproductor-recluta**.

Cabe señalar además que un aumento en la densidad de una población de peces puede llevar a una reducción en el crecimiento de individuos o un aumento en la mortalidad natural. Por consiguiente, es posible que la pérdida por captura de algunos peces de tamaño inferior al crítico sea compensada, al menos parcialmente, por el crecimiento más rápido y/o la mortalidad natural inferior de los peces restantes. Además, si la densidad de la población influye en las tasas de crecimiento y de mortalidad natural, esto modificará el tamaño y la edad críticos de manera correspondiente. El modelo de RPR aquí descrito no toma en cuenta esta dificultad, pero se compensa en forma automática en los modelos de producción, comentados más adelante.

En el caso del aleta amarilla del OPO, las estimaciones del crecimiento y de la mortalidad natural obtenidas por los investigadores de la CIAT serían idealmente más confiables, pero se estima el tamaño crítico en aproximadamente 116 cm (32 kg). La mayoría de los peces capturados por la pesca con carnada son bastante más pequeños. A fines de los años cincuenta y principios de los sesenta, cuando la mayor parte de la flota atunera cambió de la pesca con carnada a la pesca con red de cerco, se incrementó el tamaño promedio de los peces capturados, y muchos eran de tamaño igual o superior al crítico. La captura anual media lograda por las artes de superficie también aumentó de forma marcada después de la conversión a la pesca cerquera, de unas 76 mil toneladas en 1951-1960 a unas 95 mil entre 1961 y 1970. La expansión de la pesquería hacia alta mar a mediados y fines de los años 60 fue un factor importante en este incremento de las capturas, pero también influyó el aumento en el tamaño promedio de los peces capturados.

El objetivo de la administración estipulado en la Convención de la CIAT es mantener los stocks a niveles capaces de producir la "pesca máxima constante." Ya que ésta varía de año en año, el personal de la CIAT usa ahora el término *rendimiento promedio máximo sostenible* (RPMS). En realidad, tal como se comenta en el primer párrafo de esta subsección, es imposible lograr el RPMS sin un esfuerzo de pesca infinito y un control completo del tamaño al cual se captura el pescado. No obstante, una administración basada en los resultados del modelado de RPR logrará rendimientos que se aproximarán al RPMS, siempre que el reclutamiento sea independiente del número de reproductores. (Se comenta la relación entre el reclutamiento y el desove más adelante, en la subsección titulada **Relación reproductor-recluta**.) En la Figura 38 se presentan las estimaciones del RPR que resultan de varias combinaciones de tamaño de ingreso y esfuerzo de pesca, correspondientes a dos épocas diferentes. (Se analiza el esfuerzo de pesca más detalladamente en la subsección titulada **Modelos de producción**.) Distintas combinaciones de esfuerzo de pesca y tamaño de ingreso producen distintos RPR, señalados por las líneas curvas. Los cálculos se basan en los datos de crecimiento en peso detallados en la Tabla 13, los coeficientes de mortalidad por pesca (Figura 39) obtenidos del análisis de la biomasa descrito en la subsección titulada **Análisis de cohortes**, y las estimaciones de los coeficientes de mortalidad natural presentadas en esa subsección. Durante el período de 1978-1982 el esfuerzo de pesca fue máximo para peces pequeños y grandes y mínimo para peces medianos, mientras que durante 1989-1992 se orientó en mayor medida hacia peces grandes y en menor medida hacia peces pequeños, con un esfuerzo intermedio dirigido hacia peces medianos. Los efectos de este cambio pueden ser observados en los

histogramas de frecuencia de edad de la captura en la Figura 36. Si se aplicara una cantidad infinita de esfuerzo, el tamaño de ingreso óptimo sería 32 kg (el tamaño crítico), y el RPR 4,3 kg. El tamaño de ingreso real es un poco menos de 1 kg. Los tamaños de ingreso que producirían los RPR máximos con diversos múltiplos del esfuerzo de pesca son señalados por líneas de trazos curvas en la Figura 38. En el caso de 1978-1982, se puede ver en el primer recuadro de la Figura 38 que si el tamaño de ingreso aumentara de 1 kg a unos 14 kg y el esfuerzo permaneciera en unos 33 mil días (el nivel de 1978-1982), el RPR ascendería de unos 2,3 kg a unos 3,4 kg. Para el período de 1991-1995 (Figura 38, recuadro inferior), un cambio en el tamaño de ingreso de 1 kg a 14 kg y un aumento en el esfuerzo de 20 mil días (el nivel de 1991-1996) a 33 mil días aumentaría el RPR de unos 3,0 kg a unos 3,8 kg. Si se pudiera incrementar el tamaño de ingreso al nivel óptimo, 32 kg, el RPR sería unos 3,25 kg con 20 mil días de esfuerzo y unos 3,67 kg con 33 mil días.

La descripción anterior supone, por implicación, que cambiar el tamaño de ingreso no modifica la distribución por área del esfuerzo de pesca, suposición que se vería justificada si la pesquería operara de la forma siguiente. Al principio, cuando el tamaño de ingreso es bajo, los barcos encontrarían algunos cardúmenes de peces pequeños y otros de peces grandes, y realizarían lances sobre ambos tipos. Posteriormente, cuando el tamaño de ingreso es mayor, los barcos realizarían lances solamente sobre cardúmenes con peces grandes. Por consiguiente, el esfuerzo dirigido hacia peces grandes en el segundo período sería igual que en el primero. Sin embargo, es probable que si el tamaño de ingreso del aleta amarilla aumentara por algún motivo, los pescadores tenderían a disminuir la búsqueda en estratos de tiempo-área con preponderancia de peces pequeños y la intensificarían en aquellos en que predominaran los peces grandes, aumentando probablemente el esfuerzo de pesca aplicado a peces grandes. En general, esto tendería a incrementar el RPR en mayor medida que lo indicado en la Figura 38.

El rendimiento total es el producto de las estimaciones del RPR y el reclutamiento. Por ejemplo, los RPR correspondientes a los períodos de 1967-1975, 1976-1984, y 1985-1997 son unos 2,5 kg, 2,4 kg, y 3,0 kg, respectivamente (Figura 40). A partir de los análisis de cohortes, se estableció que el RPR anual medio fue 2,7 kg en el período de 1967-1997. Los rendimientos que se pueden obtener con estos RPR y un reclutamiento inicial de 87 millones de peces, el promedio de 1977-1997, son como sigue:

Período	RPR (kg)	Reclutamiento (millones de peces)	Rendimiento (miles de toneladas)
1967-1975	2,5	87	218
1976-1984	2,4	87	209
1985-1997	3,0	87	261
1967-1997	2,7	87	235

El rendimiento con el patrón de mortalidad por pesca por tamaño de 1985-1997 es un 25% mayor que con aquél de 1976-1984. En Informes Anuales anteriores de la CIAT se ha señalado que el cambio de orientación del esfuerzo de pesca de peces pequeños a peces grandes provocaría un aumento de los RPR y de las capturas. Ocurrió un cambio de ese tipo, y resultó en un aumento en las capturas en 1985, 1986, y 1987. Sin embargo, durante 1988 la pesquería capturó más peces pequeños, debido a un reclutamiento extraordinariamente elevado en 1987, luego en el período de 1989-1995 volvió a capturar principalmente peces grandes, y en 1996 y 1997 capturó más peces pequeños (Figura 41). Tal como se puede ver en la Figura 40, el RPR disminuyó a un poco más de 2,7 kg en 1988, y en 1989-1997 fue en promedio unos 3,0 kg. El RPR en un año (Figura 40) y el peso promedio del pescado capturado durante ese año (Figura 41) están altamente correlacionados en el período de 1974-1997 (Figura 42). Cuando una cohorte es pescada ligeramente, como en el caso de los años antes de 1974, la curva en la Figura 42 no arroja una predicción acertada del RPR.

### ***Relación reproductor-recluta***

Es necesario permitir que algunos miembros de una cohorte se reproduzcan por lo menos una vez antes de ser capturados. Si los peces desovan mucho antes de alcanzar el tamaño crítico, entonces no existe probablemente ningún peligro desde este punto de vista, pero si el desove no tiene lugar hasta después de que hayan alcanzado el tamaño crítico, y el esfuerzo de pesca es intenso, es posible que el número de reproductores se reduzca al grado de repercutir negativamente en el reclutamiento de años subsiguientes. En consecuencia, una estrategia de pesca orientada a lograr el RPR máximo no producirá necesariamente un rendimiento máximo. Si la estrategia de pesca influye en el reclutamiento futuro, se logrará el rendimiento máximo mediante un control de la pesca que optimice el producto de la magnitud de la cohorte y el RPR. (No obstante, no se debe suponer que una leve reducción del número de reproductores reduciría el reclutamiento en años subsiguientes, puesto que esto no parece ocurrir con el aleta amarilla dentro del rango de abundancia de los reproductores observados (Figura 43).)

### ***Modelos de producción***

Los modelos de producción, a diferencia de los modelos con estructura de edades, se basan en datos de la totalidad de la población y no de especímenes individuales. Una población de peces que no ha sido expuesta recientemente a la pesca está a la magnitud máxima permitida por las condiciones ambientales; su mayor desarrollo se ve impedido por los predadores, por falta de alimento o de espacio vital adecuado, etcétera. Se dice que la población está en equilibrio cuando el incremento por reclutamiento y crecimiento es compensado a la larga por las pérdidas causadas por la mortalidad natural. Es posible que ocurran años con condiciones ambientales particularmente favorables, en los que la magnitud de la población es superior al promedio, y años con condiciones ambientales particularmente pobres, en los que será inferior al mismo, pero generalmente se puede hacerles caso omiso al analizar las tendencias a largo plazo.

Si una o más embarcaciones pesqueras comenzaran a explotar la población, la captura por unidad de esfuerzo (CPUE; por ejemplo, la captura por día de búsqueda), que se supone ser proporcional a la magnitud de la población, sería bastante elevada al principio, ya que la población estaría en su punto máximo. El incremento de la población seguiría siendo debido al reclutamiento y crecimiento, pero las pérdidas se deberían no sólo a la mortalidad natural sino también a la mortalidad por pesca, y por consiguiente disminuiría la población. En reacción a esta disminución, las tasas de reclutamiento, crecimiento, y/o mortalidad natural cambiarían, y la ganancia lograda por los dos primeros factores excedería la pérdida provocada por el último. Si se dejara de pescar, la ganancia neta haría que la población recuperara paulatinamente su magnitud original. A medida que la población se aproximase a esa magnitud, las tasas de reclutamiento, crecimiento, y/o mortalidad natural volverían gradualmente a los niveles anteriores, hasta acabar iguales a lo que eran antes de comenzar la pesca. En esta forma, la población recuperaría el equilibrio en su magnitud máxima. Sin embargo, si se continuara a pescar al mismo nivel, la población llegaría eventualmente a equilibrarse, pero con diferentes tasas de reclutamiento, crecimiento, y/o mortalidad natural, y sería de magnitud inferior a la original. La CPUE seguiría proporcional a la magnitud de la población. Si hubiera pocos barcos explotando el recurso, la magnitud de la población se reduciría levemente y la CPUE sería relativamente elevada, pero si hubieran muchos, la población se reduciría considerablemente y la CPUE sería mucho menor.

La captura total sería el producto de la CPUE y el esfuerzo total. Si el esfuerzo de pesca fuera relativamente bajo, un incremento moderado del esfuerzo compensaría de sobra la reducción correspondiente de la CPUE y produciría capturas mayores, pero esto no sucedería si el nivel de esfuerzo fuera más elevado. En algún nivel intermedio de esfuerzo el producto se encontraría en su punto máximo. Si el objetivo de la administración es obtener el rendimiento promedio máximo sostenible (RPMS) de pescado, el esfuerzo de pesca debería ser mantenido a ese nivel. Si el objetivo es obtener la ganancia

económica máxima, el esfuerzo debería ser algo menor (suponiendo un precio constante), y si se logra el mayor empleo posible de pescadores, debería ser algo mayor. Si el esfuerzo es inferior al grado óptimo seleccionado, se dice que la población está subexplotada, mientras que si es mayor al óptimo, se dice que está sobreexplotada. Tal como se comentó previamente, el objetivo de la CIAT es mantener el stock a niveles capaces de producir el RPMS.

Es más fácil analizar la interrelación entre el esfuerzo, la captura, y la CPUE en condiciones de equilibrio, pero es necesario reconocer que rara vez existen estas condiciones. Por ejemplo, si la población se encuentra en equilibrio cerca de su punto máximo y súbitamente se incrementa el esfuerzo, la CPUE disminuirá paulatinamente durante un tiempo hasta alcanzar un nuevo punto de equilibrio con una CPUE menor. Durante el período de transición las capturas serán mayores que en el nuevo punto de equilibrio. De manera similar, si la población se encuentra en equilibrio a un nivel bajo, debido a un esfuerzo excesivo, y el esfuerzo disminuye repentinamente, la CPUE aumentará gradualmente durante un tiempo antes de alcanzar un nuevo punto de equilibrio con una CPUE mayor. Durante el período de transición las capturas serán menores a las que se lograrán en el nuevo punto de equilibrio.

Es oportuno examinar ahora la aplicabilidad y utilidad de los modelos de producción para el atún aleta amarilla del OPO. El análisis anterior examinó "una población de peces." Tal como se comentó anteriormente, ninguno de los modelos de evaluación de los stocks es aplicable a menos que haya poco o ningún intercambio de aletas amarillas entre el OPO y las regiones más al oeste. Antes de 1990 se realizó el modelado de producción solamente para el Área de Regulación de la Comisión para el Aleta Amarilla (ARCAA; Figura 1), pero (tal como se explica en la página 233 del Informe Anual de la CIAT de 1989) el personal decidió realizar análisis basados en la suposición de que las capturas realizadas en el OPO (al este de 150°O) provienen de un solo stock.

Se puede evaluar la aplicabilidad de los modelos de producción solamente si (1) existen datos de captura y esfuerzo o de captura y CPUE de un amplio rango de niveles de esfuerzo de pesca, que de preferencia incluyan períodos de subexplotación y sobreexplotación, y (2) las perturbaciones causadas por la fluctuación de las condiciones ambientales no alcanzan a ocultar los cambios en la abundancia aparente provocados por las variaciones en el esfuerzo de pesca. Constará más adelante que sí existen datos sobre un amplio rango de niveles de esfuerzo de pesca. Se analizaron los efectos de las condiciones ambientales en Informes Anuales anteriores de la CIAT. Estos efectos suelen compensarse en períodos relativamente cortos, aunque existen algunos indicios, comentados más adelante, de que ha aumentado la productividad del aleta amarilla en el OPO en los últimos años.

En esta subsección se usa solamente el esfuerzo estimado dividiendo la captura total de aleta amarilla por la CPDP de aleta amarilla correspondiente a barcos cerqueros de la Clase 6 (de más de 363 toneladas métricas (400 toneladas cortas) de capacidad de acarreo) excepto en el modelo de tiempo de búsqueda. En la Figura 31 se señalan los valores de CPDP correspondientes al período de 1967-1997. En la Figura 32 se presenta un índice de la abundancia para 1970-1995 basado en el modelo de tiempo de búsqueda, similar al modelo de CPDP. En estas dos figuras se presentan también índices de la abundancia de aleta amarilla derivados del análisis de cohortes descrito anteriormente.

Los datos de CPDP en la Tabla 14 y la Figura 31 indican que la abundancia del aleta amarilla en 1986 fue la más alta del período de 1967-1986, y que desde entonces ha disminuido ligeramente. En vista de las escasas capturas en 1982, 1983, y 1984, que permitieron a la población incrementarse, el aumento a mediados de los años 80 era de esperar. La disminución de 1986 a 1987 se debe probablemente al aumento en el esfuerzo de pesca y la mayor dependencia de la pesquería de pescado pequeño. Sin embargo, las CPDP de 1985-1997 han sido todavía más altas de lo que se esperaría a partir de los resultados de un análisis basado en datos de 1967-1983. Esto se debió probablemente a (1) un reclutamiento superior al promedio, (2) una reducción del esfuerzo en las zonas de mayor abundancia de barrilete,



a raíz de la disminución de la demanda de barrilete y de aleta amarilla pequeño, y (3) el mayor tamaño promedio del aleta amarilla capturado, que produjo un RPR más elevado. En cuanto al punto (2), cabe mencionar que (a) la demanda de atunes pequeños ha aumentado en los últimos años y (b) el modelo de tiempo de búsqueda (Figura 32) incluye un ajuste para el efecto producido por la pesca en las zonas de mayor abundancia de barrilete.

El modelo simétrico de producción, descrito a continuación, fue aplicado por primera vez (Boletín de la CIAT, 2 (6)) con datos de captura, esfuerzo, y CPUE de los barcos de carnada en el Area A1 (Figura 44) en el período de 1934-1955, que abarcaban un amplio rango de esfuerzo al lado de la curva correspondiente a la subexplotación. Dichos datos indicaban que, dentro del rango de esfuerzo de pesca abarcado, la población se conformaba al modelo. En 1960 y 1961 el esfuerzo fue mayor al nivel óptimo por primera vez, y la población reaccionó en años subsiguientes, provocando capturas y CPUE inferiores, lo que sirvió para una mayor confirmación de la aplicabilidad del modelo.

Antes de mediados de los años sesenta sólo se pescaba en la parte del OPO cercana a la costa, y alrededor de algunas islas y bancos de alta mar. A mediados y fines de esa década comenzó a incrementarse la flota pesquera, y el esfuerzo de pesca se extendió a una distancia mucho mayor de la costa. Las tres áreas denominadas A1, A2, y A3 (Figura 44) representan respectivamente la extensión original de la pesquería, el resto del ARCAA, y el resto del OPO. Si el intercambio de peces entre estas tres áreas fuera instantáneo, el RPMS de las tres zonas combinadas sería igual al del Area A1 solamente, y si no hubiera intercambio, el RPMS de las tres áreas combinadas sería la suma de los RPMS individuales de las tres áreas. Estudios descritos en detalle en Informes Anuales anteriores de la CIAT indican que el intercambio de peces entre las tres áreas es relativamente lento; por lo tanto, el RPMS de A1, A2, y A3 combinadas es superior a aquél del Area A1, pero inferior a la suma de los RPMS individuales de A1, A2, y A3.

Tal como se mencionó anteriormente, es necesario contar con datos que abarquen un amplio rango de esfuerzo para estimar el RPMS. En 1968, una vez se hizo evidente que la estimación del RPMS calculada para el Area A1 no era aplicable al ARCAA entero, los Comisionados autorizaron a los investigadores emprender un programa experimental de manejo con el objetivo de obtener, lo antes posible, una estimación del RPMS del ARCAA. Esto fue necesario puesto que el esfuerzo había sido relativamente constante durante los escasos años transcurridos desde la extensión de la pesca hacia alta mar. Cuando se alcanzasen niveles de esfuerzo superiores al óptimo, se reduciría la captura, o al menos no se aumentaría. Se podría entonces reducir el esfuerzo para aumentar la captura (suponiendo que se hubiera reducido anteriormente) y así sucesivamente, hasta obtener una estimación suficientemente precisa del RPMS. Sin embargo, esto requiere de bastante tiempo, ya que la población no reacciona instantáneamente a los cambios en el esfuerzo de pesca, y también porque las perturbaciones causadas por los factores ambientales dificultan aún más la interpretación de los resultados. El programa experimental de manejo permaneció en vigor hasta 1979.

Se utilizan técnicas de regresión para obtener estimaciones de los parámetros de los modelos de producción, usando datos de esfuerzo y captura en una serie de años. Uno de estos parámetros es una estimación de la biomasa de la población al principio del primer año. Se estima la biomasa de la población al principio del segundo año a partir del modelo, la captura en el primer año, y las demás estimaciones de los parámetros, y así sucesivamente en los demás años, produciendo estimaciones de la biomasa media de la población para cada año. Se usan las estimaciones de la biomasa, los parámetros, y las capturas observadas para obtener estimaciones del esfuerzo esperado para cada año. Se comparan los valores observados y esperados del esfuerzo para determinar las mejores estimaciones de los parámetros.

En años recientes se han estimado dos ajustes, uno para el período de 1968-1983 y el otro para el período que va desde 1984 hasta el último año para el cual se dispone de datos.



En Informes Anuales anteriores de la CIAT se presentaron dos análisis para el ARCAA basados en los modelos de producción. Uno de ellos emplea el modelo logístico o simétrico, en el cual se supone que la relación de equilibrio entre la captura y la CPDP es lineal. El otro emplea el modelo generalizado de producción del stock, para el cual dicha relación no necesita ser lineal. En ambos análisis se usaron solamente datos del esfuerzo estimados mediante la división de la captura total por la CPDP de los barcos de la clase 6 de arqueo. En todos los ajustes previos se fijó el coeficiente de capturabilidad  $q$  igual a 0,000039, estimación obtenida anteriormente con datos de 1968-1982, lo que implica que la capturabilidad de los peces de diversas edades no ha cambiado con el tiempo. Las estimaciones calculadas para los datos de 1969-1987 con estas dos curvas (Informe Anual de la CIAT de 1987: 195) fueron:

Ajuste	$m$	$q$	Rendimiento máximo sostenible (ARCAA) (miles de toneladas)	Suma de cuadrados ( $\times 10^{-9}$ )
1	2,0	0,000039	158	2,224
2	0,8	0,000039	161	3,330

$m$  es un parámetro que controla la forma de la curva; 2 la hace simétrica, los valores inferiores a 2 hacen que sea asimétrica hacia la derecha, y los valores superiores a 2 la hacen asimétrica hacia la izquierda. La suma de los cuadrados, derivada de la comparación del esfuerzo observado y esperado, es una medida de la precisión del ajuste de los parámetros; como más bajo el valor, mejor la estimación de los parámetros, y viceversa.

A partir de los análisis del modelo de producción basados en datos del período de 1968-1985, en la página 154 del Informe Anual de la CIAT de 1985 se afirmó que, para permitir al stock alcanzar su magnitud óptima, la captura de 1986 en el ARCAA no debía superar las 224 mil toneladas cortas (203 mil toneladas métricas). Sin embargo, puesto que algunas estimaciones señalaban una cantidad inferior, se fijó la cuota máxima para 1986 en 205 mil toneladas cortas (186 mil toneladas métricas). La captura en el ARCAA en 1986 alcanzó 230 mil toneladas métricas, pero los índices de abundancia no disminuyeron durante ese año. Anteriormente se demostró que este aumento inesperado de la producción se debía a un incremento del reclutamiento y del RPR. Las fluctuaciones en el reclutamiento y los cambios en la mortalidad por pesca por edad siempre han creado dificultades en la aplicación de los resultados de los análisis del modelo de producción. Tal como se mencionó anteriormente, el reclutamiento en el período de 1983-1991 fue superior al promedio, y estos niveles de reclutamiento, junto con los cambios en la mortalidad por pesca por edad, hacen que sean poco confiables a corto plazo las predicciones hechas a partir de los análisis de los modelos de producción. Por ejemplo, agregar los datos de 1986 y 1987 a la base de datos del período 1961-1985 y calcular nuevamente los parámetros del modelo de producción cambió muy poco las estimaciones del RPMS y el esfuerzo óptimo, y a la larga ambos modelos, el simétrico y el asimétrico, con el ajuste arriba descrito, describieron adecuadamente la producción potencial media del stock. Sin embargo, al agregar los datos de 1988 se vio bien clara la necesidad de una explicación diferente. La captura de 1988 fue tan grande que a partir del modelo se esperaba un colapso de la población y unas CPDP extremadamente bajas a principios de 1989. Esto no sucedió.

RPR medio más bajo (Figura 40) del período de 1976-1984, en comparación con el de 1967-1975, fue compensado por el mayor reclutamiento promedio (Figura 33) al computar la producción del stock. Sin embargo, durante el período de 1985-1997 el RPR medio y el reclutamiento promedio fueron mayores que en años anteriores, llevando a una mayor producción del stock. Durante los tres períodos mencionados en la página 233 el reclutamiento inicial estimado, peso promedio (Figura 41), RPR, rendimiento potencial, y capturas anuales del OPO fueron los siguientes:

Período	Reclutamiento inicial (millones de peces)	Peso promedio (kg)	RPR (kg)	Rendimiento potencial (miles de toneladas)	Captura observada (miles de toneladas)
1967-1975	66	11,1	2,5	165	167
1976-1984	76	6,9	2,4	182	179
1985-1997	91	11,7	3,0	273	272

Ya que las capturas promedio fueron aproximadamente iguales en los dos primeros períodos, no presenta dificultades el ajustar los modelos de producción a los datos de esfuerzo y captura de 1968-1984. No obstante, ya que aumentaron el reclutamiento y el RPR durante el tercer período, se hace imposible explicar la relación entre captura y esfuerzo a partir de la suposición de que los parámetros de la población permanecen constantes. Por consiguiente se ajustaron los datos con dos conjuntos de parámetros diferentes, uno para los datos de 1968-1983, y el otro para los datos de 1984-1997 (Figuras 45 y 46, recuadros superiores). Los resultados son los siguientes

Período	$m$	Rendimiento máximo sostenible (OPO) en miles de toneladas	Suma de cuadrados ( $\times 10^{-9}$ )
1968-1983	2,0	192	2,0586
1968-1983	0,8	181	3,1510
1984-1997	2,0	292	1,2357
1984-1997	0,8	270	1,6039

El rendimiento de equilibrio estimado para el período de 1984-1997 obtenido del modelo de producción con  $m = 2,0$  parece demasiado elevado, partiendo de que todas las capturas del período de 1991-1996 estuvieron por debajo de la línea de equilibrio, mientras que las de 1986-1990 estuvieron en o encima de la misma (Figura 45), pese a que el esfuerzo fue aproximadamente igual. Vale lo mismo, aunque en menor grado, para el modelado con  $m = 0,8$ . Algunos de los puntos deberían haber caído encima de la línea de trazos superior. Esto indica que el stock estaba en un nivel de productividad más alto durante el período de 1986-1990 que durante el de 1991-1996. El modelo simétrico ( $m = 2,0$ ) parece producir un ajuste mejor (Figura 45), a juzgar por su suma de cuadrados, que el asimétrico ( $m = 0,8$ ). Sin embargo, los estudios de RPR indican que la curva de producción debería ser asimétrica.

En los recuadros inferiores de las Figuras 45 y 46 se comparan las CPDP observadas con las CPDP esperadas calculadas del modelo, usando valores de  $m$  de 2,0 y 0,8 y datos de dos períodos distintos. Se puede ver que generalmente han correspondido bastante bien, en promedio, a lo largo de los años presentados, pero que están empezando a divergir. Sin embargo, en años específicos ocurren divergencias amplias, especialmente para  $m = 0,8$ . Esto se debe a que los modelos de producción sean esencialmente modelos de regresión que suponen condiciones normales, y no pueden reflejar los efectos de cambios grandes a corto plazo en el reclutamiento o la mortalidad por edad.

### ***Condición del stock en 1997 y consideraciones para 1998***

#### ***Análisis de cohortes***

Los análisis de cohortes producen estimaciones del número de peces de cada grupo de edad disponibles a la pesquería al principio de 1998 y también proporcionan la base para la estimación de la captura en dicho año, siempre que se satisfagan ciertas suposiciones acerca del número de peces reclutados y la mortalidad por pesca por edad durante 1998. Se parte de la suposición de que el reclutamiento durante 1998 será igual al promedio de los reclutamientos de 1989-1997, y que el esfuerzo de pesca y la mortalidad por pesca por edad en 1998 serán iguales a los de 1997. Los análisis indican que la captura

durante 1998 se reducirá por unas 30 mil toneladas, a unas 230 mil toneladas, como resultado del cambio en la composición por edad hacia peces más pequeños, a menos que cambie la mortalidad por pesca por edad. Claro que si el reclutamiento en 1996 y 1997 resulta ser inferior o superior al promedio, la captura de 1998 será asimismo inferior o superior a lo esperado. Si la pesquería sigue capturando peces pequeños las capturas futuras serán todavía menores.

#### ***Análisis de rendimiento por recluta***

Los análisis del RPR demuestran que dicho rendimiento, a niveles actuales de esfuerzo, sería un 30% mayor si en el futuro la flota concentrara su esfuerzo en peces grandes, tal como hizo en 1991-1995, y no en peces pequeños, tal como ocurrió en 1978-1982 (la diferencia, con 20 mil días, entre las curvas sólidas y de trazos en la Figura 47). El nivel de esfuerzo durante 1991-1995 fue de aproximadamente 20 mil días de cerqueros de la Clase 6 por año, mientras que en 1978-1982 fue en promedio unos 33 mil días por año. Una reducción de 33 mil a 20 mil días durante el período anterior hubiera producido un aumento de aproximadamente 2% en la captura y 68% en la CPDP. Por lo tanto, la combinación del RPR aumentado con el esfuerzo reducido produciría un aumento de un 33% en el RPR ( $1,02 \times 1,30 = 1,33$ ) relativo a la captura media de 1978-1982.

En la Figura 48 se ilustran los efectos de dos niveles promedio de reclutamiento distintos, aquellos de 1991-1995 ("elevado") y de 1978-1982 ("bajo"), combinados con la mortalidad por pesca por edad de 1991-1995. La captura es aproximadamente 20% mayor con un reclutamiento elevado que con un reclutamiento bajo con los niveles de esfuerzo de 1978-1982 ó 1991-1995.

En la Figura 49 se ilustran los efectos combinados de reclutamiento elevado y mortalidad por pesca por edad similar a aquélla de 1989-1995 *versus* reclutamiento normal y mortalidad por pesca por edad similar a aquélla de 1978-1982. En este caso la captura de la primera combinación es en promedio un 62% mayor que la segunda para niveles de esfuerzo entre 10 mil y 35 mil días. Un poco menos de la mitad del aumento en la captura estimada proviene del reclutamiento aumentado y un poco más de la mitad del RPR aumentado.

#### ***Modelos de producción***

Los resultados de los modelos de producción con los parámetros estimados con los datos de 1968-1983 indicaron que el stock de aleta amarilla se reduciría a cero a principios de 1990, a raíz de las capturas grandes realizadas durante 1985-1989. Obviamente estas estimaciones no son representativas de las condiciones en la pesquería desde 1983 ó 1984. Tal como se indica arriba, los análisis con estructura de edades demuestran que ocurrieron cambios mayores en la mortalidad por pesca por edad y el reclutamiento entre 1983 y 1985, y que estos cambios causaron que la producción del stock fuese mucho mayor que lo esperado por los parámetros del modelo de producción correspondientes a 1968-1983. Si se supone que los datos de los años más recientes representan las condiciones actuales en la pesquería, y se estiman de nuevo los parámetros del modelo de producción de la forma descrita anteriormente, usando datos de 1984 hasta ahora con el modelo constreñido para ajustarlo al rendimiento por recluta del período de 1984-1995, entonces las CPDP esperadas corresponden mucho mejor a las observadas (recuadros inferiores de las Figuras 45 y 46). Con los parámetros nuevamente estimados de los modelos de producción, se estima que la captura de equilibrio en el OPO en 1998, con los niveles de esfuerzo de 1996-1997, será aproximadamente 269 a 291 mil toneladas. Con este nivel de esfuerzo, los dos modelos de producción indican que la CPDP caerá entre 12 y 13 toneladas. Estos valores son probablemente un poco demasiado altos, dado que la composición por edad de la captura en 1996 y 1997 ha cambiado hacia peces más pequeños. Es más probable que la captura sea alrededor de 240 a 260 mil toneladas y la CPDP entre unas 10 y 12 toneladas. Aproximadamente 12 a 14 mil toneladas de este total provendrán de la pesquería palangrera.

### *Comparación de los resultados*

En resumen, es difícil evaluar el efecto de la pesca sobre la abundancia y rendimiento del aleta amarilla en el OPO. El uso exclusivo de los modelos de producción arroja resultados tenues, y en consecuencia se han combinado los resultados de tres modelos diferentes (RPR, cohortes, y producción) para llegar a lo que se cree ser las conclusiones más acertadas.

Se estima que el reclutamiento ha fluctuado por un factor de 3, aproximadamente, y que no parece tener relación con la magnitud del stock dentro del rango de datos de pesca observados (Figura 43). Esta situación dificulta aún más la elaboración de pronósticos a corto plazo con los modelos de producción. Para mejorar las predicciones obtenidas a partir de este modelo es necesario utilizar información sobre el reclutamiento. Lo más conveniente sería efectuar pronósticos con uno o dos años de anticipación, pero no es posible en la actualidad. En la Figura 50 se presentan las curvas de rendimiento derivadas de los modelos de RPR para los períodos de 1978-1982 y 1991-1996 (Figura 49), más los puntos y curvas de producción de los períodos de 1968-1983 y 1984-1997 (Figura 46, recuadro superior). Durante el período de 1968-1983, cuando hubo una variación interanual considerable en el esfuerzo, pero las capturas anuales promedio fueron aproximadamente iguales, por los motivos comentados en la página 242, las curvas de los dos modelos corresponden bien entre sí. Para el período de 1984-1997, cuando hubo poca variación interanual en el esfuerzo, se construyeron los parámetros del modelo de producción para ajustarlo al modelo de RPR. Tanto el modelo de RPR como el de producción, con  $m = 0,8$ , indican que la cantidad de esfuerzo en el período de 1984-1997 fue cerca de o mayor al nivel necesario para producir la captura máxima. Tanto el RPR (Figura 40) como el peso promedio (Figura 41) fueron menores durante 1996 y 1997 que durante 1991-1995, lo que significa que la pesquería ha sido menos productiva durante 1996 y 1997.

Los análisis de RPR, representados por la curva de trazos en la Figura 49 y el recuadro inferior de la Figura 50, demuestran que el nivel actual de esfuerzo (24 mil días de la Clase 6) es superior al rango de los niveles necesarios para lograr el RPMS (18 a 22 mil días). Demuestran además que la captura real varía conforme al nivel del rendimiento y la mortalidad por pesca por edad (Figuras 47-49). El RPR de 1997 y el peso promedio del pescado capturado durante ese año son los más bajos desde 1984, excepto 1988. Este análisis demuestra que la captura de equilibrio con la mortalidad por pesca por edad de 1997, un reclutamiento de 86 millones de peces (el promedio de 1989-1997), y 24 mil días de esfuerzo sería aproximadamente 228 mil toneladas por año, pero se tardaría varios años en llegar al equilibrio; la captura en 1998 sería unas 244 mil toneladas. Si se aumentara el esfuerzo a unos 26 mil días, la captura de equilibrio sería unas 226 mil toneladas, pero en 1998 la captura sería unas 256 mil toneladas. Cabe destacar que un aumento del esfuerzo de 24 a 26 mil días (un aumento de 8%) reduciría la captura de equilibrio en unas 2 mil toneladas por año (una reducción de menos de 1%), pero la CPDP de equilibrio disminuiría de unas 9,5 a unas 8,7 toneladas por día (una reducción de 9%).

El uso de estimaciones actuales de los parámetros del modelo de producción (Figuras 45 y 46, período tardío) arroja estimaciones del tamaño del stock de 4 a 10% inferiores al nivel óptimo. La pesquería podría seguir capturando unas 270 mil toneladas por año del OPO sin reducir más el tamaño del stock.

---

Tal como se comentó en la 58ª reunión de la CIAT en 1997, en los últimos años la flota ha dirigido una mayor porción del esfuerzo hacia peces no asociados con delfines. El pescado capturado en cardúmenes no asociados o asociados con objetos flotantes es más pequeño que aquél capturado en asociación con delfines (Figura 51), por lo que el cambio en la modalidad de pesca está causando probablemente una declinación de la captura sostenible de aleta amarilla en el OPO. Además, el esfuerzo anual se ha incrementado en un 13% en los últimos cinco años, y los análisis de RPR señalan (Figura 50, recuadro inferior) que esto supera el nivel óptimo de esfuerzo y quizá cause una ligera reducción en la producción sostenible. Estas reducciones tardarían varios años en manifestarse completamente.

### ***Atún barrilete***

Las capturas mundiales de barrilete han superado las de las demás especies de atunes desde hace muchos años. Datos compilados por la Organización para el Alimento y la Agricultura (FAO) de las Naciones Unidas (Tabla 6) indican que el barrilete formó un 46%, 45%, 47%, 49%, y 49% de las capturas mundiales de las especies de atunes de mayor importancia comercial (barrilete, aleta amarilla, patudo, albacora, aleta azul del norte y del sur) en cada año del período de 1992-1996. En el Océano Pacífico el barrilete formó un 50%, 52%, 52%, 57%, y 56% de la captura en esos mismos años. En la Figura 52 se detallan las capturas mundiales de barrilete, clasificadas por área. Las capturas en el Océano Pacífico son mucho mayores que las del Océano Atlántico e Índico, y las del Pacífico central y occidental mucho mayores que las del Océano Pacífico oriental (OPO). Las capturas en el OPO no demostraron ninguna tendencia positiva entre 1961 y 1997, mientras que las capturas en las otras áreas han aumentado marcadamente.

Existen pesquerías sustanciales de barrilete en el Pacífico nororiental cerca de Baja California, las Islas Revillagigedo, y la Isla Clipperton, y en el Pacífico sudoriental cerca de Centroamérica, el norte de Sudamérica, la Isla de Cocos-Banco de Brito, las Islas Galápagos, y en alta mar al sur de 10°N. La zona de aguas muy cálidas a la altura de México meridional que separa estas dos regiones aparentemente carece de barrilete en la mayoría de los años (Figuras 5 y 6), pero en algunos años (1956, por ejemplo) la distribución de la especie parece ser continua de norte a sur. La pesca del barrilete en el OPO suele tener lugar más cerca del litoral que la del aleta amarilla, pero en los últimos años, especialmente 1995-1997, ha aumentado la proporción de barrilete capturado mar afuera. En el Océano Pacífico central se explota el barrilete a menor escala cerca de las islas de Hawaii y las Islas Sociedad. Más al oeste, particularmente entre 10°N y 10°S al este de 140°E, existen pesquerías de barrilete mucho más importantes.

Las capturas totales de barrilete en el OPO varían considerablemente de año en año (Figura 52 y Tabla 3), y las áreas donde se captura la especie también varían entre años. A fines de la década de los 50 se realizaron grandes capturas de barrilete al sur de 5°S, y luego hasta principios de los años 70 cerca de la costa del Ecuador y el norte de Perú. A principios de los años 70 el centro de abundancia del grupo sudoriental pareció trasladarse a aguas frente a Colombia y Centroamérica, y una década después volvió a Colombia y Ecuador. Durante 1995, 1996, y 1997 se lograron las mayores capturas entre 5°N y 15°S desde el litoral de las Américas hasta 135°O.

En la Figura 17 se ilustra la composición por tamaño de las muestras de barrilete tomadas en el OPO entre 1992 y 1997. Son evidentes diferencias entre años; el tamaño de los peces fue máximo durante 1994 y 1996 y mínimo durante 1997.

Los atunes son capturados en tres tipos de cardúmenes: asociados con delfines, con objetos flotantes, tales como troncos de árboles, y no asociados con nada excepto otros peces. A diferencia del aleta amarilla, no se captura con frecuencia el barrilete en cardúmenes asociados con delfines. En la Tabla 5 se presentan datos del número de lances cerqueros de cada tipo registrado de viajes en los cuales la captura consistió de al menos dos tercios aleta amarilla y barrilete, las capturas de aleta amarilla, barrilete, y patudo en dichos lances, y las capturas totales de las tres especies. El número de lances sobre atunes asociados con objetos flotantes y no asociados fue máximo entre mediados de los años 70 y principios de los 80, y en ese período se lograron las mayores capturas de barrilete. Hay actualmente una oposición considerable a la pesca de atunes asociados con delfines, y si los barcos que han pescado de esa manera en años recientes dirigieran su esfuerzo hacia atunes asociados con objetos flotantes y no asociados, es probable que aumenten las capturas de barrilete.

### ***Estructura de la población***

El barrilete ocurre en todas las aguas tropicales y subtropicales del Océano Pacífico, y se sabe que ocurre un intercambio considerable de peces entre áreas (Figura 53). Es de importancia fundamental establecer si estos peces forman parte de una sola subpoblación o de varias, si hay varias, determinar

dónde ocurren y cómo varía su distribución con el tiempo y la edad. Se han usado varios métodos para estudiar este problema, entre ellos análisis de las estadísticas de captura, ciclo vital, marcado, datos genéticos bioquímicos, y datos de la composición química de los otolitos de los peces. Diversas organizaciones, entre ellas la CIAT, la Comisión del Pacífico Sur (ahora el Secretariado de la Comunidad del Pacífico; SPC), el National Marine Fisheries Service (NMFS) de EE.UU., y varias entidades japonesas, han estudiado estos temas. Los resultados de estos estudios fueron analizados en una reunión de trabajo patrocinada por la SPC en 1979, a la que asistieron biólogos pesqueros y especialistas en genética de población; las conclusiones de esa reunión fueron analizadas a fondo en el Informe Anual de la CIAT de 1983, páginas 186-189. En resumen, habían dos hipótesis principales sobre el barrilete del Océano Pacífico: (1) la hipótesis de subpoblaciones separadas, según la cual existen al menos dos subpoblaciones de barrilete genéticamente distintas en el Océano Pacífico; (2) la hipótesis de gradación (o clinal), según la cual no existen subpoblaciones separadas de barrilete en el Océano Pacífico, sino que hay aislamiento por distancia: es decir, la probabilidad de hibridación de dos peces dados es una función inversa de la distancia entre los dos. En la reunión se concluyó que la información disponible no permitía decidir a favor de una u otra de las dos hipótesis. Estudios posteriores, descritos en el Informe Anual de la CIAT de 1994, páginas 255-257, no produjeron información que sirviera mejor como base para decisiones administrativas. (No se deben considerar inútiles esos estudios, ya que es posible que la información que arrojaron sea eventualmente combinada con información reunida en el futuro para lograr una comprensión mucho más amplia de la estructura de los stocks de barrilete del Océano Pacífico.)

#### ***Abundancia, disponibilidad, y vulnerabilidad a la captura***

Tal como se comenta arriba, la abundancia aparente del barrilete es altamente variable en el OPO. Se cree que esto se debe más a los efectos de las condiciones ambientales que a los de la pesca. En el Boletín de la CIAT, Vol. 19, N° 6, se publicó un análisis de los efectos de las condiciones ambientales sobre la abundancia, disponibilidad, y vulnerabilidad a la captura del barrilete en el OPO, y en el Informe Anual de la CIAT de 1994, páginas 257-258, se resumen algunos de los resultados del mismo. En general, los resultados obtenidos por los investigadores de la CIAT, en sus intentos por relacionar la abundancia aparente del barrilete con las condiciones ambientales, indican que esta relación es compleja y sutil. El problema podría quizás ser resuelto parcialmente si se pudieran realizar estudios biológicos y estadísticos de toda la unidad (o de todas las unidades si hay más de una) de la población que contribuye(n) a la pesquería en el OPO, en lugar de analizar tan sólo la parte que habita el OPO durante parte de su ciclo vital. Se cuenta con datos utilizables sobre la captura, el esfuerzo, y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para tan sólo algunas partes de la unidad (o unidades) de la población del Pacífico. Separar las capturas de peces provenientes de aquella unidad (o unidades) de población que contribuye(n) a la pesquería del OPO de aquella(s) que no contribuye(n) constituye un problema adicional.

#### ***Indices de abundancia***

A partir de datos de captura y esfuerzo se calcularon de varias formas estimaciones de la abundancia relativa del barrilete en el OPO. A pesar de que las pesquerías de cerco y de carnada del OPO están dirigidas principalmente hacia el aleta amarilla y barrilete, y la distribución geográfica de las dos especies es similar, hay estratos de área-tiempo-modalidad de pesca en los cuales las capturas de barrilete son insignificantes. Específicamente, rara vez se captura barrilete en lances cerqueros sobre atunes asociados con delfines, y existen áreas, por ejemplo frente al sur de México (Figuras 5 y 6), donde se capturan solamente pequeñas cantidades de barrilete. Además, los pescadores a veces dejan pasar oportunidades para capturar barrilete para buscar aleta amarilla. Casi siempre se toman estos factores en cuenta al calcular índices de abundancia para el barrilete.

Se usaron las CPUE de barrilete, en captura por día de pesca (CPDP) de barcos de carnada de la Clase 3 (101 a 200 toneladas cortas (92 a 181 toneladas métricas) de capacidad), como estimaciones de

abundancia del barrilete durante el período de 1934-1954 (Boletín de la CIAT, 1 (7)). No se realizaron ajustes para ninguno de los factores mencionados en el párrafo anterior. En la Figura 54 se presentan estas estimaciones.

Otro estudio (Boletín de la CIAT, 13 (1)) se basó en datos de barcos cerqueros y de carnada para 1951-1965. Se examinaron los datos sobre las distribuciones de las capturas de cada año, y se excluyeron aquéllos correspondientes a áreas con capturas menores de barrilete. Las áreas cuyos datos fueron excluidos variaron entre años porque las distribuciones de las áreas con las mayores capturas variaron entre años. Luego se calcularon las CPDP de barcos de carnada de la Clase 4 (201 a 300 toneladas cortas (182 a 272 toneladas métricas) de capacidad) para 1951-1965 y de cerqueros de la misma clase y capacidad para 1960-1965, y se usaron como índices de la abundancia del barrilete en esos años. En la Figura 54 se presentan también estas estimaciones.

En un tercer estudio (Boletín de la CIAT, 19 (6)) se usaron datos de barcos de cerco y de carnada para estimar índices de abundancia de barrilete para 1961-1984. Se designaron 22 áreas de  $5^{\circ} \times 5^{\circ}$  "áreas de barrilete," y se excluyeron de los análisis datos sobre el esfuerzo de pesca en otras áreas. También fueron excluidos los datos de lances sobre atunes asociados con delfines. Se ajustaron los datos para compensar el efecto del aumento en la proporción de lances con captura de barrilete durante el período bajo consideración. A continuación se calcularon las CPDP de cerqueros de la Clase 3 y de la Clase 6 (más de 400 toneladas cortas (363 toneladas métricas) de capacidad) y de barcos de carnada ecuatorianos. En la Figura 54 se presentan también las estimaciones para cerqueros de la Clase 6 y barcos de carnada ecuatorianos.

Últimamente, se han usado datos de CPUE de aleta amarilla y barrilete combinados correspondientes a 1959-1997 para calcular índices de abundancia de estas dos especies. Los datos de 1968-1997 son de CPDP de cerqueros de la Clase 6; aquéllos de 1959-1967 son de captura por día estandarizado de pesca (CPDEP) de barcos de carnada de la Clase 4, multiplicado por 2,82 para compensar por el hecho de que los cerqueros de la Clase 6 son aproximadamente 2,82 veces más eficaces que los barcos de carnada de la Clase 4. Se calculó el factor de ajuste de 2,82 a partir de datos de CPDP de aleta amarilla y barrilete combinados correspondientes a cerqueros de la Clase 6 y barcos de carnada de la Clase 4 pescando en los mismos estratos de área-tiempo durante el período de 1965-1974, cuando habían suficientes buques de ambos tipos en la pesquería. Ya que los datos de 1968-1997 son de CPDP de barcos de la Clase 6 y aquéllos de 1959-1967 están ajustados al equivalente de esa misma CPDP, de ahora en adelante serán denominados datos de CPDP. Las capturas totales de aleta amarilla y barrilete combinados realizadas en cada año por todas las artes de superficie al este de  $150^{\circ}\text{O}$  fueron divididas por la CPDP de ambas especies combinadas en viajes de pesca no reglamentados a fin de estimar el esfuerzo total en días de barco cerquero de la Clase 6. Estas estimaciones de esfuerzo total fueron divididas en la captura total de aleta amarilla y la captura total de barrilete para obtener la CPDP de cada especie por separado. No se hicieron ajustes para compensar el hecho de que no todo el esfuerzo de pesca en el OPO está dirigido hacia el barrilete. En la Figura 54 se presentan también estas estimaciones.

Las CPUE son mayores para los años 60 que para los anteriores o subsiguientes. Existen cuatro razones posibles por este fenómeno. En primer lugar, es posible que los peces hayan sido más abundantes o más vulnerables a la captura en los años 60. En segundo lugar, en el caso de los datos en los recuadros segundo y tercero, es posible que los procedimientos usados para eliminar datos de áreas en las cuales el esfuerzo de pesca estuvo dirigido principalmente hacia especies aparte del barrilete no hayan cumplido plenamente esta intención. En tercer lugar, para el quinto recuadro, no se hizo intento alguno de eliminar datos de áreas en las cuales el esfuerzo de pesca estuvo dirigido principalmente hacia especies aparte del barrilete. Y en cuarto lugar, para los recuadros tercero y quinto, es posible que algunos o todos de los factores usados para convertir de una tipo de esfuerzo a otro estuvieran sesgados.

A juicio de los investigadores de la CIAT, ninguna de estas estimaciones es satisfactoria, y se justifica continuar los estudios.

### ***Evaluación de los stocks***

Se sabe desde hace tiempo que ocurre intercambio de peces entre el OPO y el Pacífico central y occidental (Figura 53), pero no existen medidas del alcance de este intercambio.

Las capturas de barrilete en el OPO son más variables que las de aleta amarilla, debido en parte a la mayor abundancia, disponibilidad, y/o vulnerabilidad a la captura del barrilete en el OPO comparado con el aleta amarilla. Las CPUE de barrilete varían entre años por un factor de aproximadamente 7 (Boletín de la CIAT, 19 (6): Tablas 9 y 10), mientras que las de aleta amarilla varían entre años por un factor de aproximadamente 3 (Tabla 14). Hay dos razones por la mayor variabilidad del barrilete. En primer lugar, el reclutamiento del barrilete (Boletín de la CIAT, 19 (6): Tabla 14) es más variable que aquél del aleta amarilla (Tabla 12). En segundo lugar, se capturan menos grupos de edad de barrilete que de aleta amarilla, y la presencia de más grupos de edad suele disminuir las fluctuaciones entre años en las capturas. Además, se deben tener en cuenta factores económicos. Con la sustitución de barcos pequeños con barcos grandes en las décadas de los 70 y 80, mayores proporciones del esfuerzo de pesca fueron ejercidas a mayor distancia de la costa, donde el barrilete es aparentemente menos abundante o más difícil de capturar. También, tal como se comentó previamente, los pescadores a veces no aprovechaban oportunidades para capturar barrilete en áreas donde abundaba y era fácil de capturar porque las enlatadoras no lo aceptarían o porque se vendía a un precio considerablemente menor que el aleta amarilla. A fines de 1993 los pescadores descubrieron que atunes asociados con objetos flotantes, pero a bastante profundidad, podían ser detectados con equipo de sonar y capturados con red de cerco. Esta pesquería tiene lugar principalmente entre 10°N y 15°S entre la costa y 135°O y, además del patudo, captura también grandes cantidades de barrilete y aleta amarilla juvenil. Fue mayormente responsable de las capturas anormalmente altas de barrilete durante 1995, 1996, y 1997.

### ***Modelos con estructura de edades***

En la sección del presente informe que trata del aleta amarilla se analiza el método de rendimiento por recluta (RPR) en relación con el modelado con estructura de edades. Se calculan las estimaciones de los RPR que se puede obtener con varias combinaciones de tamaño de ingreso y mortalidad por pesca. En la mayoría de los casos los resultados indican que (1) los RPR serán mayores si no se explotan los peces pequeños y (2) si se capturan peces de tamaño inferior al crítico, los RPR serán mayores con niveles de esfuerzo intermedios que con altos. Sin embargo, si la población no es cerrada, y peces entran al área de pesca, permanecen brevemente, y se van, es posible que no haya motivo por evitar la captura de peces pequeños ni limitar el esfuerzo de pesca. Se ha llevado a cabo un análisis de RPR, basado en el supuesto de que el barrilete del OPO constituye una población cerrada. En la Figura 55 se presentan los RPR para el barrilete correspondientes a varias combinaciones de mortalidad natural, esfuerzo de pesca, y tamaño de ingreso. Para llegar a los cálculos que forman la base de esta figura se integraron las estimaciones de los investigadores de la CIAT de la mortalidad por pesca para cada tamaño durante 1986-1987, y del crecimiento y la mortalidad natural. Las fuentes de los datos sobre crecimiento en peso son las siguientes:

Cálculo	Ecuación	Fuente
Crecimiento en longitud	24 cm/año	Boletín de la CIAT, 19 (6)
Relación peso-longitud	$\log w = 3,336 \log l - 8,250$	Boletín de la CIAT, 4 (2)

Se usó un coeficiente anual de mortalidad natural de 1,5 (un 78%). Los valores en la escala horizontal son múltiplos del esfuerzo de pesca; es decir, 0,5, 1,0, y 2,0 representan valores de esfuerzo equivalentes



a la mitad de, igual a, y el doble de los valores reales de esfuerzo de 1986-1987. Distintas combinaciones de esfuerzo de pesca y tamaño de ingreso arrojan RPR distintos, indicados por curvas. Por ejemplo, si se fija el multiplicador en 1 y el tamaño de ingreso en 40 cm (unos 1,2 kg), el RPR sería aproximadamente 0,719 kg. Si se fijara el multiplicador en aproximadamente 3 y el tamaño de ingreso en unos 48 cm (aproximadamente 2,3 kg) se podría lograr el RPR máximo de unos 0,735 kg. Con el nivel de esfuerzo de 1986-1987 un aumento del tamaño de ingreso de 30 a 40 cm incrementaría el RPR de 0,712 a 0,717 kg, un aumento de menos de 1%. Con la mortalidad por pesca por tamaño de 1986-1987, doblar o triplicar el esfuerzo de pesca resultaría en aumentos en el RPR a 0,721 ó 0,725 kg, respectivamente, incrementos de menos de 2%. Se podría lograr el aumento máximo posible, un 3%, si se aumentara el tamaño de ingreso a unos 48 cm y se triplicara el esfuerzo de pesca. Esto se debe a que la pérdida en el peso total de una cohorte de peces por mortalidad natural excede su incremento por crecimiento, aún cuando los peces miden menos de 50 cm y están presuntamente creciendo con rapidez.

### ***Modelos de producción***

En la sección del presente informe que trata del aleta amarilla se describen los modelos de producción, basados en índices de abundancia de los peces. Se examinan los datos de CPUE y esfuerzo para ver si los dos están relacionados; si no, es posible que el esfuerzo de pesca no esté afectando la abundancia de los peces. Se examinaron datos de CPUE de barrilete y esfuerzo de pesca en el OPO, y no se descubrieron relaciones significativas. Se atribuye la falta de relación a la posibilidad de que la llegada y salida de los barriletes del Pacífico central y/o occidental ejerce una mayor influencia que la pesca sobre su abundancia en el OPO. Sin embargo, existe también el problema de determinar cuál esfuerzo debería ser considerado esfuerzo sobre barrilete, ya que (tal como se comenta arriba) el barrilete no es el blanco principal de la pesquería.

### ***Relación reproductor-recluta***

En la sección del presente informe que trata del aleta amarilla se describen las relaciones reproductor-recluta. Debido a la falta de conocimientos de la estructura de los stocks de barrilete, es imposible analizar estas relaciones para la especie en el Océano Pacífico de forma significativa. El barrilete es menos explotado que la mayoría de las demás especies comerciales de atunes, y se cree generalmente que el reclutamiento del barrilete no ha sido afectado por la reducción en la abundancia de los reproductores debido a la pesca.

Se señaló anteriormente que las capturas de barrilete descargadas (es decir, las capturas que no fueron descartadas en el mar) fueron considerablemente mayores durante 1975-1982 y 1995-1997 que en los demás años del período de 1961-1997, y es por lo tanto interesante analizar la información sobre la relación entre el esfuerzo de pesca dirigido hacia la especie y las capturas de la misma descargadas. Rara vez se capturan barriletes en lances sobre atunes asociados con delfines, y por lo tanto se consideraron solamente lances sobre objetos flotantes y cardúmenes no asociados. En la Figura 56 se presentan estos datos, obtenidos de la Tabla 5. Es aparente que las capturas descargadas son aproximadamente proporcionales al esfuerzo, lo cual no concuerda con los resultados en la Figura 55. La discrepancia entre las Figuras 55 y 56 se podría deber a que la población de barrilete en el OPO no sea cerrada. En ese caso, es posible que, cuando se captura barrilete en áreas donde es más vulnerable a la captura, peces de otras áreas se trasladen a estas áreas para reemplazarlos. Si el reemplazo ocurre rápidamente, las descargas podrían ser aproximadamente proporcionales al esfuerzo, tal como parece ocurrir en la Figura 56. Además, se puede ver en el recuadro inferior de la Figura 54 que las CPUE estuvieron a más o menos el mismo nivel en 1975-1982, período en el cual se realizaron cantidades relativamente grandes de lances sobre atunes no asociados y asociados con objetos flotantes, y 1983-1997, cuando se realizaron relativamente pocos lances de estos tipos.

Por otra parte, la discrepancia entre las Figuras 55 y 56 podría deberse, al menos parcialmente, a diferencias en las proporciones de barrilete descartadas durante distintos períodos. La demanda comercial de la especie fue mayor durante 1975-1982 que durante 1983-1994, así que si se pudieran sustituir las capturas descartadas en la Figura 56 con las capturas totales (incluido el pescado desechado en el mar), la figura sería algo diferente. Datos tomados por los observadores durante 1993-1997 sobre los desechos de barrilete por barcos cerqueros de la Clase 6 indican que las capturas fueron un 10 a 20% superiores a las descargas.

### ***Consideraciones para 1998***

Se puede afirmar con bastante certeza que el barrilete ha sido subexplotado en el OPO. Sin embargo, esta situación podría cambiar, y es por lo tanto importante adquirir mayores conocimientos sobre esta especie y su relación con el ambiente.

### ***Atún patudo***

Las capturas mundiales de patudo son menores que las de barrilete y aleta amarilla, pero mayores que las de albacora y aleta azul del norte y del sur. La mayor parte de la captura de esta especie es consumida fresca, mientras que el barrilete y aleta amarilla son generalmente enlatados. Ya que se pagan precios mucho más elevados por pescado destinado al mercado de pescado fresco, el patudo forma un componente muy importante de las capturas mundiales de atunes. Entre 1964 y 1995, del 21 al 43% de la captura mundial de patudo provino del Océano Pacífico oriental (OPO) (Tabla 15).

Hasta los años 90, los patudos fueron capturados principalmente con palangres, que pescan a profundidades considerables bajo la superficie. A principios de los años 50 había poca pesca con palangre en el OPO, y por lo tanto las capturas de patudo en el área fueron bajas. A mediados de la década barcos palangreros japoneses comenzaron a pescar en el OPO, y las capturas de patudo aumentaron. Por consiguiente, a partir de la década de los 60, los investigadores de la CIAT prestaron mayor atención a la especie. Entre 1963 y 1996 seis científicos japoneses del National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) trabajaron en La Jolla en colaboración con científicos de la CIAT sobre la pesquería palangrera japonesa de patudo y especies afines en el OPO. A principios de la década de los 90 pescadores faenando en el OPO descubrieron que atunes asociados con objetos flotantes, pero a bastante profundidad, pueden ser detectados con equipo de sonar y capturados con red de cerco. Muchos de estos objetos flotantes eran balsas lanzadas al agua por los pescadores para agregar peces. La mayor parte de estas capturas de patudo provino de entre 5°N y 10°S. Por consiguiente, a partir de 1995, los investigadores de la CIAT intensificaron aún más sus estudios del patudo, principalmente con miras a estimar los efectos del aumento de las capturas por la pesquería de superficie sobre la pesquería palangrera y sobre el rendimiento sostenible.

### ***Pesquerías***

#### ***La pesquería de superficie en el OPO***

Los patudos son capturados cerca de la superficie del mar por barcos cerqueros y de camada, curricanes, y barcos de pesca deportiva. Las capturas de la especie por barcos cerqueros son mucho mayores que las de todos los demás tipos de barcos de pesca de superficie combinados. Las capturas cerqueras aumentaron a fines de los años 60 y en la década de los 70, disminuyeron a partir de 1981, y luego aumentaron dramáticamente de 1994 a 1997 (Tabla 15). En las Figuras 7 y 8 se ilustran las distribuciones de las capturas de patudo registradas por barcos cerqueros durante 1994-1996 y 1997. Las capturas al sudoeste de las Islas Galápagos fueron mucho mayores en 1996 (Informe Anual de la CIAT de 1996: Figura 8) y 1997 que durante 1994 y 1995 (Informe Anual de la CIAT de 1995: Figuras 7 y 8).

El aumento en las capturas cerqueras de patudo a fines de los años 60 y en los años 70 se debió aparentemente a dos factores. En primer lugar, las capturas reales aumentaron probablemente porque entre 1966 y 1979 se impusieron restricciones sobre la pesca del aleta amarilla, pero no la del patudo, situación que en algunos casos resultó en que los pescadores buscasen patudo más que aleta amarilla. Es probable que al mismo tiempo mejoró la pericia de los pescadores en la captura del patudo. En segundo lugar, las estadísticas colectadas a partir de mediados de los años 60 son más precisas. En la mayoría de los años se pagaba a los pescadores el mismo precio por el patudo y el aleta amarilla capturado en la pesquería de superficie, y a menudo el patudo fue registrado como aleta amarilla. Desde el inicio de la reglamentación de la pesca es más común registrar las dos especies por separado, y en lugares donde no se hace así ha mejorado la cobertura por empleados de la CIAT, que estiman las proporciones de las dos especies en descargas mixtas. Dos estudios recientes (Informe Anual de la CIAT de 1991: 212-213; Informe Anual de la CIAT de 1996, 224-225) indican que la identificación errónea de patudo como aleta amarilla no ha sido un problema grave en los últimos años.

Tal como se comenta arriba, el aumento en las capturas de patudo durante 1994-1997 se debió aparentemente al desarrollo de nuevas técnicas para capturar atunes subsuperficiales asociados con objetos flotantes.

Durante 1971-1993 un 63% de las capturas cerqueras de patudo provino de cardúmenes no asociados, 37% de cardúmenes asociados con objetos flotantes, y menos del 1% de cardúmenes asociados con delfines. La captura promedio de patudo por lance positivo sobre patudos fue 22 toneladas (21, 25, y 12 toneladas para cardúmenes no asociados, asociados con objetos flotantes, y asociados con delfines, respectivamente). (Se define un lance "positivo" sobre patudos como uno en el cual se capturó 0,5 toneladas cortas (1.000 libras/454 kg) o más de patudo, sin tener en cuenta la captura de otras especies en el mismo lance.)

Durante el período de 1994-1997 un 7% de la captura cerquera de patudo provino de cardúmenes no asociados, un 93% de cardúmenes asociados con objetos flotantes, y menos del 1% de cardúmenes asociados con delfines. La captura media por lance positivo fue 25 toneladas (22, 26, y 9 toneladas para cardúmenes no asociados, asociados con objetos flotantes, y asociados con delfines, respectivamente).

Durante 1971-1993 la mayoría del patudo fue capturado en cardúmenes puros, pero durante 1994-1997 la mayor parte fue capturada en lances con aleta amarilla, barrilete, o ambos.

En la Figura 19 se presentan las distribuciones de longitud de los patudos capturados en el OPO con artes de superficie durante cada año del período de 1992-1997. Los patudos capturados durante 1994-1997 (especialmente 1996 y 1997) fueron más pequeños que aquéllos capturados durante 1992-1993. En la Figura 57 se presentan datos sobre las frecuencias de longitud de patudos capturados en cardúmenes no asociados y en cardúmenes asociados con objetos flotantes. (Se captura muy poco patudo asociado con delfines.) Los pescados provenientes de los cardúmenes asociados con objetos flotantes suelen ser más pequeños que aquéllos de los cardúmenes no asociados, y el número de lances sobre objetos flotantes con captura de patudo ha aumentado considerablemente más que aquél de lances sobre cardúmenes no asociados pero con captura de patudo.

### ***La pesquería palangrera en el OPO***

Estudios de la pesquería palangrera japonesa realizados conjuntamente por científicos japoneses y de la CIAT (Boletines de la CIAT, 9 (6), 11 (2), 11 (3), 13 (2), 16 (2), 19 (1), y 20 (5)) incluyen análisis de datos de las tendencias en el esfuerzo y las capturas, distribuciones horizontales, verticales, y temporales de las capturas, tendencias en la abundancia aparente, composición por tamaño, y madurez del patudo.

En las Figuras 58 y 59 se ilustran las distribuciones del esfuerzo, en números de anzuelos, y las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE; número de peces capturados por 100 anzuelos) de patudo por palangreros japoneses en el OPO, promediados sobre el período de 1988-1992. Hubo apenas captura en

el área al norte de 10°N y al este de 125°O en todos los trimestres. Se registraron las mayores CPUE (1) entre Ecuador y 120°O y 10°S y 5°N durante todo el año, (2) al noreste de Hawaii entre 20°N y 33°N y 122°O y 140°O durante el primer y cuarto trimestre, y (3) frente al sur del Perú y el norte de Chile entre 18°S y 25°S y 80°O y 90°O durante el tercer trimestre.

La distribución del esfuerzo no coincidió bien con las áreas de mayores CPUE de patudo, pese a que el patudo fue la especie más importante capturada por los palangreros japoneses. Por ejemplo, son aparentes grandes concentraciones de esfuerzo en aguas ecuatoriales (8°N a 15°S y al oeste de 100°O), pero las CPUE de patudo en esta área no fueron particularmente elevadas. Además, aunque las CPUE de patudo fueron bastante altas al noreste de Hawaii y frente al sur del Perú y el norte de Chile, no se ejerció mucho esfuerzo en esas áreas. Esto podría ser debido a que en la región ecuatorial se podía capturar patudo durante todo el año y los peces solían ser grandes, mientras que en las latitudes más elevadas la ocurrencia de la especie era más estacional y los peces solían ser más pequeños.

En 1992 se completó un estudio utilizando modelos lineales generales (MLG) para estandarizar las CPUE de patudo en el OPO (Boletín de la CIAT, 20 (4)). Se consideraron los efectos de año, estación, área, y profundidad de la pesca, y se descubrió que todos ejercían efectos significativos sobre las CPUE. Más recientemente, se usó una modificación del método de MLG con datos de CPUE palangrera de patudo para calcular estimaciones estandarizadas de la abundancia relativa de la especie en el OPO durante 1975-1994.

En la Figura 60 se presentan datos de frecuencia de longitud correspondientes a patudos capturados con palangre en el OPO entre 40°N y 35°S durante 1991-1996. Las composiciones de longitud y pesos promedio no variaron mucho en este período, pero la captura total declinó debido a reducciones del esfuerzo y la CPUE. Los pesos promedio (Tabla 16) fueron más variables en los años anteriores a 1987.

### ***Estadísticas de captura***

Datos sobre la pesquería japonesa atunera con palangre, inclusive capturas por especie, posición (áreas de 5°), fecha (año y mes), y frecuencias de longitud y/o peso de los pescados muestreados, son proporcionados a la CIAT por el NRIFSF. Además, el Centro de Investigación del Atún del Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de la Pesca de Corea proporcionan datos sobre las capturas de peces de cada especie por barcos palangreros de la República de China y la República de Corea en el OPO. Se obtienen datos sobre las pesquerías palangreras de naciones del hemisferio occidental de varias organizaciones gubernamentales y de fuentes industriales.

En las Tablas 16 a 18 se detallan las capturas, en números y pesos de los pescados, y los pesos promedio de los mismos. La mayoría de la captura palangrera de patudo en el OPO es realizada por barcos japoneses (Tabla 16). Las capturas con artes de superficie durante 1994-1996 fueron mucho mayores que las de años anteriores (Tabla 17), y es posible que en 1996, por primera vez, la captura cerquera haya sido mayor que la captura palangrera (Tabla 15). La captura total anual de patudo en el OPO por todas las artes (Tabla 15) fue, en promedio, 42.500 toneladas en 1964-1975, 68.900 toneladas en 1976-1984, y 85.800 toneladas en 1985-1997.

El tamaño promedio de pescados capturados por barcos palangreros japoneses disminuyó desde principios de la década de los 70 hasta principios de la década siguiente (Tabla 16). Aumentó en 1983 y 1984, luego disminuyó desde 1985 hasta 1997, con la excepción de 1987. Estos cambios en el tamaño promedio podrían estar vinculados al aumento en el uso de palangres que pescan a mayor profundidad, con 12 ó 13 anzuelos por canasta, que comenzó a principios de los años 80 (Boletín de la CIAT, 20 (5): Figura 7). El peso promedio de los patudos capturados por la pesquería de superficie ha sido altamente variable (Tabla 17), pero el número de muestras tomado fue pequeño, excepto en 1994-1997. El peso

promedio en la captura en 1997 fue el más bajo en la historia de la pesquería.

### ***Indices de abundancia***

El índice de abundancia de patudo en el OPO más sencillo es la captura palangrera, en número de patudos, dividida por el número de anzuelos calados, para el OPO entero o para las áreas en el OPO con las mayores capturas de patudo (Boletín de la CIAT, 20 (5)).

A mediados de la década de los 70, los palangreros japoneses comenzaron a usar artes con mayor distancia entre las boyas y más anzuelos por canasta, particularmente en aguas ecuatoriales, y el uso de palangres con esta configuración se amplió al norte y al sur en los años siguientes. Se les denomina palangres profundos. Los anzuelos a mayor distancia de las boyas de los palangres profundos pescan a mayor profundidad que cualquier anzuelo de los palangres convencionales. Los patudos pasan más tiempo en y por debajo de la termoclina que la mayoría de las otras especies (Fish. Ocean., 3(3): 204-216), por lo que el cambio a palangres profundos debería haber aumentado la capacidad de los palangres de pescar patudo. (Cabe destacar, sin embargo, que el número de anzuelos calados por día permaneció aproximadamente igual, y que muchos de los anzuelos de los palangres profundos pescan a las mismas profundidades que los de los palangres convencionales.) Se usaron modelos lineales generales para compensar las diferencias en las CPUE de patudo con palangre en varios estratos de área, estación, y profundidad. Se han usado dos modelos, y en cada uno los efectos de año sirvieron como índices anuales de abundancia, estandarizados por los otros factores. El primer modelo usó el programa de computadora SAS GLM, con el logaritmo natural de la CPUE (definido como 1 + el número de patudos capturados por mil anzuelos) como variable dependiente. El segundo modelo usó el programa SAS GENMOD, utilizando la distribución Poisson de captura de patudo con un ajuste del logaritmo natural del esfuerzo de pesca en número de anzuelos. Los análisis señalaron interacciones significativas entre años y áreas, y por lo tanto se efectuaron análisis separados para cada área. Se obtuvieron resultados similares con los dos modelos para cada área, con año, bimestre, profundidad máxima de pesca de los anzuelos, e interacciones entre bimestre y profundidad máxima de pesca significativos en cada caso. Se calcularon las CPUE para el OPO entero (Figura 61) a partir de promedios ponderados de las CPUE de las áreas individuales.

### ***Evaluación del stock***

En general, los tres métodos usados para el análisis de los efectos de la pesca sobre una población de peces son el modelado con estructura de edades, el modelado de reproductor-recluta, y el modelado de producción. Más adelante se comenta la aplicación de éstos al atún patudo en el OPO. Estos análisis deberían ser considerados preliminares, ya que se sabe poco sobre la tasa de intercambio de peces entre el OPO y el Pacífico central y occidental. Además, se carece de información sobre algunos parámetros importantes, tales como crecimiento y mortalidad natural por edad y sexo, el tamaño al cual los peces alcanzan la madurez sexual, etcétera. Existen también problemas con la estratificación espaciotemporal de los datos de longitud y estandarización de los datos de esfuerzo y CPUE palangreros. Tal como se hará aparente, los resultados obtenidos con varios valores experimentales de mortalidad natural son bastante diferentes, y estimaciones más precisas de este parámetro serían de gran valor.

### ***Modelos con estructura de edades***

Se han hecho varias suposiciones para facilitar los análisis con estructura de edades. Incluyen los siguientes: (1) hay un solo stock (definido en el Boletín de la CIAT, Vol. 17, N° 5) de patudo en el OPO, y la tasa de intercambio de peces entre el OPO y otras partes del Océano Pacífico no ha cambiado durante el período del estudio; (2) la mortalidad natural es constante una vez reclutados los peces a la pesquería,

es igual para ambos sexos, y no varía de año en año; (3) las tasas de crecimiento son iguales para ambos sexos y varían de año en año solamente al grado permitido por las restricciones necesarias para ajustar las distribuciones de frecuencia de longitud normales, tal como se describe más adelante.

Patudos marcados liberados en el Mar del Coral, cerca de Australia, han sido recapturados hasta en Hawaii, pero la mayoría de los peces recapturados habían recorrido distancias mucho menores. Ocurre probablemente lo mismo con el patudo en el OPO. En realidad, la proporción de machos a hembras suele ser significativamente más de 1 para peces mayores (Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., 1: 57-98), lo cual implica que las hembras mayores crecen más lentamente que los machos mayores o que la tasa de mortalidad natural es más alta para las hembras mayores que para los machos mayores. Sin embargo, la cantidad de información disponible es insuficiente para permitir incorporar crecimiento o mortalidad diferencial en los cálculos.

### *Análisis de cohortes*

Como primer paso en los análisis de cohortes, los pescados en las capturas necesitan ser asignados a cohortes. (Una cohorte consiste de todos los peces reclutados a la pesquería al mismo tiempo; más adelante se proporcionará mayor detalle sobre las cohortes de patudo que existen en el OPO.) Los análisis arrojan estimaciones del número de peces de cada cohorte en el momento de reclutamiento y a varios intervalos posteriores y del número que se captura y que muere durante cada intervalo. La información necesaria para estos cálculos incluye los números de peces de cada cohorte en la captura durante cada intervalo de tiempo, una estimación de la tasa de mortalidad natural, y una estimación de la tasa de mortalidad por pesca para al menos un intervalo de tiempo con captura para cada cohorte. Estas tasas son denominadas tasas "de inicio" de mortalidad por pesca. Todas estas estimaciones provienen de análisis de estadísticas de captura y datos de frecuencia de longitud, combinados con una ecuación o más de la relación o relaciones peso-longitud.

Los datos básicos para los análisis de cohortes del atún patudo en el OPO son: (1) capturas de patudo, en número de peces, por barcos palangreros de Japón y las Repúblicas de China y de Corea, por área (Figura 62), año (1971-1996), y mes; (2) datos de frecuencia de longitud de patudos capturados en el OPO por barcos palangreros japoneses, por área, año, y mes; (3) capturas de patudo, en toneladas métricas, por barcos cerqueros y de carnada, por área (Figura 12), año (1971-1997), y mes; (4) datos de frecuencia de longitud de patudos capturados en el OPO por barcos cerqueros y de carnada, por área, año, y mes; (5) ecuaciones peso-longitud para patudos capturados con palangre y red de cerco. Los datos correspondientes a las pesquerías cerqueras y de carnada fueron recopilados por el personal de la CIAT. Los análisis de los datos de frecuencia de longitud fueron realizados con los métodos descritos en el Boletín de la CIAT, Vol. 20, N° 6. Los datos de captura de los barcos palangreros japoneses, chinos, y coreanos fueron combinados con datos de frecuencia de longitud de los barcos palangreros japoneses para estimar las capturas (estratificadas por área (Figura 62) y tiempo) de la pesquería palangrera, por intervalos de 1 cm, durante 1971-1996. Se estimaron los pesos promedio de los peces a partir de las distribuciones de frecuencia de longitud y la ecuación peso-longitud  $w = (3,661 \times 10^{-5})l^{2,90182}$ , donde  $w$  = peso en kg y  $l$  = longitud en cm (Governor's [Hawaii] Conf. Central Pacif. Fish. Resources, Proc.: 197-201). Se calcularon estimaciones equivalentes de las frecuencias de longitud de los peces capturados con palangres durante 1997 con los datos de 1996, con el supuesto de que la captura de 1997 fue ligeramente inferior a la de 1996. De la misma forma, se usaron los datos de captura y frecuencia de longitud de las pesquerías cerquera y de carnada para estimar las capturas de superficie, estratificadas por área (Figura 12) y tiempo, por intervalos de 1 cm, durante 1975-1997. Se calcularon estimaciones equivalentes de las capturas de superficie en 1971-1974 combinando los datos de captura de esos años y los datos de frecuencia de longitud promedio de la pesquería de superficie en 1975-1993. A continuación se combinaron los datos de palangre y superficie para producir estimaciones mensuales de las capturas en

todas las áreas combinadas, en número de peces y toneladas, por intervalos de 1 cm. Estas distribuciones de frecuencia de longitud indican que hay dos cohortes, la X, reclutada en julio alrededor de los 30 cm, y la Y, reclutada en enero a la misma longitud.

Si los peces viven hasta unos 10 años, lo cual parece probable, podrían haber hasta 20 cohortes presentes en la captura de cada mes. Se convirtieron las frecuencias de longitud en frecuencias de edad, ajustando a cada distribución mensual de frecuencia de longitud una distribución compuesta de 20 distribuciones normales. La estimación de los 20 promedios para cada mes fue restringida por la curva de crecimiento (estimada a partir de progresiones modales), y la estimación de las 20 desviaciones estándar para cada mes fue restringida por los rangos presentados por los grupos modales en la distribución de las longitudes. En la Figura 63 se presentan las frecuencias de captura, por edad, correspondientes a las cohortes X e Y combinadas entre 1971 y 1996.

Se analizaron los datos mensuales de captura a edad correspondientes a cada cohorte presente en la pesquería durante 1971-1996 (las cohortes X62 a X96 y Y62 a Y96). Ya que se cree que la tasa de mortalidad natural anual ( $M$ ) está entre 0,4 y 0,8, se realizaron los análisis con valores de 0,4, 0,6, y 0,8 asignados a  $M$ . Se comenzó cada análisis adivinando la tasa instantánea de mortalidad por pesca anual ( $F$ ) para el último mes en el cual fueron capturados peces de cada cohorte. Estos valores de inicio de  $F$  fueron entonces ajustados hasta obtener estimaciones del número de peces en la población compatibles con las CPUE palangreras estandarizadas (Boletín de la CIAT, 20 (4)) (Figura 64). La selección final para cada cohorte permite estimar el número de patudos en esa cohorte al comienzo de cada mes y el  $F$  correspondiente a esa cohorte para cada mes. En la Tabla 19 se detalla el número promedio estimado de peces de cada grupo de edad de cada cohorte en la población en julio de cada año, y en la Tabla 20 ciertos valores promedios de  $F$  correspondientes a varios años. (En la Tabla 19 la primera fila detalla las poblaciones estimadas de peces de edad 0 a 9 en 1971, o sea que los de edad 0 pertenecen a las cohortes X71 e Y71, los de edad 1 a las cohortes X70 e Y70, y así sucesivamente. En la Tabla 20 las columnas encabezadas por 1971-79, 1980-87, 1988-93, y 1994-96 detallan las estimaciones de  $F$  promedio correspondientes a peces de edades de 0 a 9 en esos períodos.) Los pesos promedio a edad fueron estimados a partir de las estimaciones de las capturas en número y peso de peces; en la Tabla 21 se presentan las estimaciones a intervalos trimestrales. En la Figura 65 se presentan estimaciones de la biomasa de la población calculadas a partir de las estimaciones del tamaño de la misma (Tabla 19).

Los resultados de estos análisis no tienen la precisión deseada ya que, aunque es generalmente posible distinguir peces de distintas cohortes cuando son jóvenes, se hace más y más difícil a medida que envejecen, y es por lo tanto probable que peces mayores sean asignados a cohortes incorrectas. Además, las estimaciones de  $M$  son esencialmente conjeturas. La capturabilidad de los peces varía de acuerdo a la edad, el área, la estación del año, las condiciones meteorológicas y oceanográficas, y otras circunstancias, y las tasas de crecimiento y el momento de reclutamiento también varían. Todo esto introduce "interferencia," y posiblemente también sesgos, en los cálculos.

El análisis de cohortes también produce estimaciones del reclutamiento para cada cohorte correspondientes a cada valor de  $M$  y conjunto de valores de inicio de  $F$ ; en la Figura 65 se presentan aquellas correspondientes a los valores de inicio de  $F$  que produjeron las estimaciones en la Figura 66.

#### ***Análisis de rendimiento por recluta***

En la sección del presente informe que trata de la evaluación del stock de aleta amarilla se describe el método de rendimiento por recluta (RPR) usando modelos con estructura de edades. Se calculan las estimaciones de los RPR que se pueden obtener con varias combinaciones de tamaño de ingreso y mortalidad por pesca. Se usaron estimaciones de  $F$  por edad para cada mes y estimaciones del reclutamiento (Figura 66) obtenidas del análisis de cohortes, estimaciones del peso promedio de los peces de cada edad (Tabla 21), y valores de  $M$  de 0,4, 0,6, y 0,8 para calcular estimaciones del RPR para

las cohortes de 1971 a 1986, para las cuales se dispone de datos completos del ciclo vital (Tabla 22). En la Figura 67 se presentan los RPR estimados que se pueden obtener con varios múltiplos del esfuerzo de pesca de 1982 y 1994 y tres estimaciones de  $M$ . Los RPR obtenidos con distintas estimaciones de  $M$  son bastante diferentes, particularmente en el recuadro derecho de la figura.

### ***Relación reproductor-recluta***

Es necesario permitir que al menos algunos de los individuos de una población de peces se reproduzcan al menos una vez antes de ser capturados. Si el desove ocurre mucho antes de alcanzar los peces el tamaño al cual empiezan a ser capturados, no existe probablemente ningún peligro, pero si no tiene lugar hasta después de ingresar los peces a la pesquería, y el esfuerzo de pesca es elevado, existe la posibilidad de que el número de reproductores disminuya tanto que se reduzca el reclutamiento en años subsiguientes. (No se debe suponer, sin embargo, que una reducción modesta en el número de reproductores reduciría el reclutamiento en años subsiguientes, ya que esto no parece ocurrir con ninguna de las especies de atunes tropicales en el rango de abundancia de reproductores observado.) En la Figura 68 se presentan datos, obtenidos de los análisis de cohortes, sobre la abundancia relativa de peces de 3 a 9 años de edad, que se supone son reproductores, y reclutas (peces de edad 0). Estos datos no indican que estas dos variables estén correlacionadas, lo cual es de esperar en vista de que la abundancia de los reproductores no varió mucho en el período en cuestión. No obstante, se debe seguir vigilando esta relación, particularmente si disminuye la abundancia de los reproductores.

### ***Modelos de producción***

Los modelos de producción, a diferencia de los modelos con estructura de edades, utilizan datos de la población entera, y no de peces individuales. Los únicos datos necesarios son los de captura y CPUE estandarizada. La estandarización de los datos de CPUE es casi siempre un problema para las pesquerías multiespecíficas, ya que barcos que pescan en distintas configuraciones de estratos de área-tiempo-arte de pesca pueden estar dirigiendo su esfuerzo hacia distintas especies, aunque quizá capturen individuos de varias especies. En la Figura 69 se presentan las CPUE detalladas en la Tabla 23 y los índices de abundancia computados con el modelo logarítmico (Figura 61), ambos ajustados a un promedio de 1,0 para el período de 1975-1994. Los dos índices son casi iguales, pese a que, tal como se comentó anteriormente, la vulnerabilidad del patudo a la captura debería haber aumentado con el cambio de palangres convencionales a profundos. Tal como se notó previamente, a principios de los años 90 los pescadores descubrieron cómo detectar y capturar con red de cerco atunes asociados con objetos flotantes, pero a bastante profundidad, usando equipo de sonar, por lo que el esfuerzo cerquero del período de 1971-1993 no es igual al de 1994-1997. Esto no causa problemas al estimar el esfuerzo total, ya que se usaron solamente datos de CPUE palangrera en el análisis de producción aquí descrito. Sin embargo, es casi seguro que haya cambiado la productividad del stock debido a la mayor explotación de peces jóvenes.

Para el presente estudio se supuso que (1) existe un solo stock de patudo en el OPO y no hay intercambio de peces entre el OPO y otras partes del Océano Pacífico, (2) todo el esfuerzo palangrero en el OPO tiene la misma probabilidad de capturar patudo del stock del OPO y la eficacia del arte palangrero no cambió durante el período de 1964-1996, y (3) las CPUE palangreras son indicativas de la abundancia relativa de patudos de todas edades capturados por las pesquerías de superficie y palangrera. (No se satisface este último supuesto, naturalmente.)

En las Tablas 23 y 24 se presentan datos sobre las capturas totales y las CPUE de barcos palangreros japoneses. Se dividieron las capturas totales en número de pescados por las CPUE, también en números de pescados, para obtener estimaciones del esfuerzo total (Tabla 23). Se dividieron las capturas totales en peso por las CPUE, en peso, para obtener estimaciones del esfuerzo total (Tabla 24). Los datos de esfuerzo en la Tabla 24 fueron utilizados para el modelo de producción.



Se ajustaron los datos a la ecuación del modelo de producción minimizando las sumas de cuadrados entre las cantidades de esfuerzo observadas y las predichas por el modelo ajustado. Se realizó el ajuste para un solo valor (0,8) de  $m$ , el parámetro de forma, ya que esto produce una curva de producción similar a las del RPR (Figura 67). Se presentan los resultados en la Tabla 25 y las Figuras 70 a 72. Se ilustran dos casos, uno con sumas de cuadrados mínimos ("mejor") y el otro ("alternativo") restringido a un esfuerzo óptimo de más de 400 millones de anzuelos. Los valores de CPUE predichos correspondientes a los dos valores de esfuerzo óptimo son esencialmente iguales (Figura 72). En el "mejor" caso el esfuerzo reciente supera el esfuerzo óptimo, mientras que en el caso alternativo ha sido inferior a dicho nivel de esfuerzo.

Las estimaciones de los parámetros (Tabla 25) de los modelos de producción para estos datos no son muy confiables, tal como señala la comparación en la Figura 72. Distintos criterios de estimación arrojaron resultados diferentes para dos parámetros importantes, esfuerzo óptimo y rendimiento máximo sostenible (RMS). Existe una variación considerable entre la CPUE observada y los valores predichos por el modelo (Figura 72). La mayor parte de la variación en la CPUE resultó de cambios en el reclutamiento, y no de cambios en el tamaño de la población ocasionados por las capturas pesqueras. Cambios recientes en la pesquería de superficie, que captura peces más jóvenes que la pesquería palangrera, complicarán el uso de los modelos de producción en el futuro al cambiar la capturabilidad de la población.

#### ***Interacción entre las pesquerías palangrera y de superficie***

Las estimaciones de las capturas de peces por edad obtenidas del análisis de cohortes (Figura 63) fueron divididas en estimaciones separadas para las pesquerías con palangre y de superficie (Figura 73). Las estimaciones de  $F$  total (Tabla 20) fueron divididas de la misma forma mediante el cálculo de las porciones de las capturas totales de cada edad realizadas por cada arte.

La interacción entre dos tipos de arte puede ser estimada simulando la historia de las capturas, usando estimaciones de reclutamiento, mortalidad natural, y distribución relativa de la mortalidad por pesca entre peces de distintas edades obtenidas del análisis de cohortes con varios multiplicadores de los vectores de  $F$  (directamente proporcionales a los vectores de esfuerzo de pesca) para una o ambas artes. Se llevó esto a cabo para el patudo en el OPO (1) cambiando las estimaciones de  $F$  para la pesquería de superficie, pero dejando intactas las de la pesquería palangrera, o (2) dejando ambas intactas.

Se realizaron estudios de simulación para pronosticar las capturas de 1998-2006 con los siguientes patrones de esfuerzo, todos basados en los vectores promedio de  $F$  para palangres en 1990-1992 y el vector de  $F$  para artes de superficie en 1996. Se fijaron los valores de  $F$  para la pesquería de superficie durante 1997-2006 iguales a los de 1996. Se estimaron valores de  $F$  para la pesquería palangrera en 1993, 1994, y 1995 multiplicando el valor promedio de  $F$  para la pesquería palangrera durante 1990-1992 por la cantidad de esfuerzo de pesca en 1993, 1994, y 1995 y luego dividiendo por el esfuerzo promedio de 1990-1992. Se fijaron los valores de  $F$  para la pesquería palangrera en 1996-2006 iguales a aquél de 1995. A continuación se multiplicaron los valores de  $F$  para la pesquería de superficie en 1998-2006 por 0,1 (Patrón A), 1,0 (Patrón B), ó 1,5 (Patrón C), pero no se cambiaron los de la pesquería palangrera. Se presentan los resultados en la Tabla 26 y en las Figuras 74 (para ambos tipos de arte combinados) y 75 (con estimaciones separadas para cada tipo de arte).

#### ***Discusión***

La incertidumbre acerca de la tasa de mortalidad natural dificulta la interpretación de los análisis de cohortes. Distintos valores de  $M$  producen estimaciones diferentes de la captura, la cantidad de interacción entre las pesquerías de superficie y palangre, y el nivel de esfuerzo necesario para lograr el RMS. La biomasa del stock ha sido relativamente estable, aunque declinó a partir de mediados de los

años 80 (Figura 65). Similarmente, el reclutamiento anual parece haber sido relativamente constante durante el período de 1971-1997, fluctuando entre mínimas en 1981 y máximas en 1983 (Figura 66).

Los análisis de RPR indican que el esfuerzo al nivel de 1982 (multiplicador de 1 en la Figura 67) fue inferior al óptimo para todos los valores de  $M$ . Los RPR son mucho mayores para  $M = 0,4$  que para  $M = 0,8$ , sin embargo. Análisis de RPR con esfuerzo al nivel de 1994 arrojan resultados substancialmente diferentes, especialmente para la pesquería de superficie. Con  $M = 0,4$  el esfuerzo fue superior al óptimo, con  $M = 0,6$  fue ligeramente inferior, y con  $M = 0,8$  fue substancialmente inferior.

Con base en las simulaciones, en la Figura 74 se grafican estimaciones de las capturas de patudo, por arte, durante el período de 1997-2006, con los tres patrones de esfuerzo de pesca arriba descritos. La pesquería de superficie ejerce poco efecto sobre la pesquería palangrera con el Patrón A, correspondiente a la pesca cerquera antes de 1994, con cualquier nivel de  $M$  (Figura 75). En cambio, con los Patrones B y C, correspondientes a la pesca cerquera actual y futura posible, hay un efecto considerable sobre la pesquería palangrera, especialmente a los niveles más altos de esfuerzo y a valores más bajos de  $M$ .

Evidentemente, si la  $M$  es baja (alrededor de 0,4) y el esfuerzo de la pesquería de superficie permanece al nivel de 1997 se reducirá la captura total, y si dicho esfuerzo aumenta más, la captura total se reducirá aún más. Sin embargo, si la  $M$  es alrededor de 0,8, y el esfuerzo de la pesquería de superficie permanece al nivel de 1997, o no aumenta más de un 50%, la captura total probablemente aumentará, aunque la captura de la pesquería palangrera sería más baja que si la pesquería de superficie estuviese al nivel de 1982. Si la  $M$  es cercana a 0,6, la captura de superficie a niveles actuales o ligeramente más altos no reducirá mucho la captura total. No queda claro en este momento el efecto que ejercería una reducción del esfuerzo en cualquiera de las dos pesquerías sobre la captura total, exceptuando los casos arriba descritos.

El modelado de producción, que no exige supuestos sobre la mortalidad natural, no indica si el nivel actual de esfuerzo es inferior o superior al óptimo (Figura 70).

### ***Atún aleta azul del norte***

El atún aleta azul del norte ocurre en los Océanos Atlántico y Pacífico. Las capturas mundiales y del Pacífico son mucho menores que las de barrilete, aleta amarilla, patudo, y albacora; sin embargo, la pesquería es de valor económico considerable. En la Tabla 27 se detallan las capturas anuales de la especie en el Océano Pacífico durante el período de 1952-1997. Las artes de superficie son responsables de la mayoría de las capturas tanto en el Océano Pacífico oriental (OPO) como en el occidental. Las capturas de las naciones del Pacífico oriental (realizadas principalmente en el OPO) fueron inferiores al promedio durante 1980-1984, medias en 1985 y 1986, inferiores al promedio durante 1987-1995, superiores al mismo en 1996, y de nuevo inferiores al promedio en 1997; las de las naciones del Pacífico occidental (realizadas principalmente en ese océano) fueron bien superiores al promedio durante 1978-1983, y medias durante 1984-1996.

En el OPO casi toda la captura de aleta azul es lograda por barcos cerqueros que pescan relativamente cerca de la costa de Alta y Baja California. La temporada de pesca se extiende típicamente desde mayo hasta octubre, aunque se efectúan capturas esporádicas también en otros meses. La captura comercial en 1997, 2.287 toneladas, fue inferior al promedio, pero mayor que las de muchos de los años del período de 1981-1996. En 1997 se registraron capturas de aletas azules entre 27° y 33°N en julio, 31° y 33°N en agosto, y 32° y 33°N en septiembre.

El personal de la CIAT viene estudiando el atún aleta azul a modesta escala desde 1958, cuando se marcaron y liberaron 122 ejemplares capturados con red de cerco cerca de la Isla Guadalupe (México). Antes de 1979 el trabajo consistió principalmente en recopilar datos de bitácora y medir muestras de peces capturados por embarcaciones cerqueras en el OPO para estimar la composición por

tamaños, pero a partir de ese año se intensificaron los estudios. En 1979 se preparó un análisis de los datos referentes a la evaluación de los stocks de la especie (Informe Interno 12 de la CIAT), y en 1982 se recopilaron, analizaron, y publicaron en el Boletín de la CIAT, Vol. 18, N° 2, datos sobre la captura de superficie de aleta azul en el OPO por área, fecha, clase de arqueo del barco, tamaño del cardumen, tipo del mismo, etcétera. Además, aletas azules capturados con red de cerco fueron marcados en el OPO en 1979 y 1980, y otros capturados con cabo y anzuelo y en trampas fueron marcados en el Pacífico occidental por empleados de la CIAT radicados intermitentemente en el Japón durante 1980-1982. También se realizaron investigaciones de la determinación de la edad y crecimiento del aleta azul a partir de las partes duras (Boletín de la CIAT, 21 (2)).

Atunes aleta azul capturados por la pesquería comercial del OPO fueron medidos en cada año del período de 1952-1971 por empleados del California Department of Fish and Game. Desde entonces el muestreo ha sido realizado por el personal de la CIAT. El análisis de estos datos ha producido estimaciones de las capturas de aleta azul, en número de peces de las distintas clases de edad, para el período de 1952-1991 (Boletín de la CIAT, 20 (9)). En la Tabla 28 se detallan las mismas, junto con estimaciones comparables correspondientes al Pacífico occidental preparados por un científico del National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF) del Japón. En la Figura 20 se presentan histogramas de la frecuencia de longitud de aletas azules capturados en el OPO en 1992-1997. Durante 1993, debido a la disponibilidad limitada de aleta azul capturado por barcos comerciales, fueron medidos por primera vez aletas azules capturados en la pesca deportiva. La mayoría de las muestras de la especie obtenidas durante 1993-1995 y 1997 provinieron de peces capturados por pescadores deportivos. Casi todos los peces fueron capturados cerca de donde pescaban barcos cerqueros y durante los mismos períodos.

En el Boletín de la CIAT, Vol. 20, N° 1, se analizan los resultados de los experimentos de marca-do arriba descritos, más experimentos realizados en el OPO durante 1962-1968 por el Bureau of Commercial Fisheries (ahora el National Marine Fisheries Service (NMFS)) de Estados Unidos, el California Department of Fish and Game, y el Mission Bay Research Foundation, y en el Pacífico occidental por científicos del Far Seas Fisheries Research Laboratory (FSFRL; ahora el NRIFSF) del Japón entre 1980 y 1988.

Análisis de los datos de los aletas azules liberados y recapturados en el OPO indican desplazamientos estacionales de norte a sur, alcanzando su punto más sureño en mayo y junio y más norteño durante julio-octubre. Se han obtenido diez devoluciones de peces liberados en el OPO y recapturados en el Pacífico occidental, todos de los cuales permanecieron más de 22 meses en libertad.

Los peces marcados y liberados en el Pacífico occidental, al igual que aquéllos en el OPO, solían desplazarse hacia el norte en la primavera y verano y hacia el sur en el otoño e invierno. Las migraciones del Pacífico occidental al oriental son de interés especial. Algunas clases anuales, por ejemplo aquéllas de 1983 y 1984, produjeron grandes cantidades de migrantes, y otras no. Las mejores capturas de la década de los 80 en el OPO fueron las de 1985 y 1986 (Tabla 27), y consistieron principalmente de peces de edad 2 de las clases anuales de 1983 y 1984. (En la presente sección se refiere a los peces en su primer año de vida como de 0 años de edad o de edad 0, aquéllos en su segundo año de vida como de 1 año de edad o de edad 1, y así sucesivamente.)

Durante 1993 investigadores del Japan Sea Farming Association (JASFA) y la CIAT realizaron experimentos conjuntos en la Estación de Yaeyama del JASFA en la Isla Ishigaki (Japón) para estudiar el ciclo vital temprano del atún aleta azul. El objetivo de estos experimentos de laboratorio fue determinar las condiciones óptimas (por ejemplo, temperatura, luz, y tipo y concentración de alimento) para el cultivo de larvas de esta especie. Estos son los primeros estudios experimentales de atunes aleta azul larvales jamás realizados.

En los últimos años han tenido lugar los siguientes talleres sobre la evaluación del atún aleta azul.

Tema	Sede	Fecha	Participantes
Aleta azul del norte, Océano Pacífico	Shimizu	Octubre 1985	FSFRL y CIAT
Aleta azul del norte y del sur, Océanos Atlántico, Indico, y Pacífico	La Jolla	Mayo 1990	Muchas organizaciones
Aleta azul del norte, Océano Pacífico	La Jolla	Abril 1993	NRIFSF y CIAT
Aleta azul del norte, Océano Pacífico	Shimizu	Febrero 1995	NRIFSF, CIAT, Universidad Nacional de Taiwan, y Laboratorio Regional de Tohoku de Investigación Pesquera
Aleta azul del norte, Océano Pacífico	La Jolla	Mayo 1997	NRIFSF, CIAT, NMFS

### ***El ciclo vital y la relación entre peces del Pacífico occidental y oriental***

La información presentada en esta sección es fundamental a la comprensión de la sección siguiente sobre la evaluación del stock.

En el Océano Pacífico se han encontrado larvas de aleta azul únicamente en las inmediaciones del Japón, y se supone que el desove ocurre solamente en esa área. Ocurre durante la primavera y el verano, pero por mayor sencillez se supone en esta subsección que los peces son criados el 1 de enero. Aparentemente, algunos peces permanecen toda su vida en el Pacífico occidental. Otros migran al OPO; estas migraciones comienzan principalmente o quizás exclusivamente durante el primer y segundo año de vida. Antes de empezar su viaje al OPO en el otoño o invierno, los migrantes de primer año se encuentran expuestos a la pesca con curricán dirigida hacia atunes aleta azul pequeños y otras especies frente al Japón en verano y otoño. Los migrantes de segundo año se encuentran expuestos además a la pesca con curricán y demás formas de pesca que se practican en las inmediaciones del Japón en invierno antes de comenzar su viaje al OPO en la primavera, el verano, o el otoño. Tras atravesar el océano, los peces migrantes son expuestos a pesquerías cerqueras y deportivas frente a Alta y Baja California. Finalmente, los supervivientes regresan al Pacífico occidental.

Las capturas de aletas azules en el OPO consisten principalmente de peces de 1 y 2 años de edad. Las capturas de peces de 2 años de edad en el OPO superan las del Pacífico occidental en la mayoría de los años, mientras que para peces de 3 años de edad ocurre lo contrario (Tabla 28). Esto indica probablemente que la población de peces de 2 años de edad es mayor en el OPO y aquella de peces de 3 años de edad es mayor en el Pacífico occidental, aunque es posible que diferencias relacionadas con el tamaño y/o edad en el esfuerzo pesquero y/o vulnerabilidad a la captura sean responsables de las diferencias en las capturas. Estudios de datos estadísticos, frecuencia de tamaño, y de marcado han dado lugar a los siguientes postulados para la migración de peces entre el OPO y el Pacífico occidental (WPO):

1. Los peces llegan al OPO a 1 año de edad en junio o julio del año  $i$  y emprenden su viaje de regreso al WPO a los 2 años de edad hacia fines del año  $i + 1$  o a los 3 años de edad a principios del año  $i + 2$ ;
2. Los peces llegan al OPO a 1 año de edad en junio o julio del año  $i$  y emprenden su viaje de regreso al WPO a 1 año de edad hacia fines del año  $i$  o a los 2 años de edad a principios del año  $i + 1$ ;
3. Los peces llegan al OPO a los 2 años de edad a principios del año  $i + 1$  y emprenden su viaje de regreso al WPO a los 2 años de edad hacia fines del año  $i + 1$  o a los 3 años de edad a principios del año  $i + 2$ ;

4. Los peces llegan al OPO a 1 año de edad a principios del año  $i$  y emprenden su viaje de regreso como peces mayores;
5. Los peces llegan al OPO a los 2 años de edad a principios del año  $i + 1$  y emprenden su viaje de regreso como peces mayores;
6. Los peces llegan en el OPO a edades mayores de 2 años y subsecuentemente regresan al WPO;
7. Los peces no migran al OPO en absoluto.

El Postulado 7 vale probablemente para la mayoría de los peces de algunas clases anuales. Esto quizá explicaría, al menos parcialmente, las capturas reducidas de aletas azules en el OPO durante los años 80 y principios de los 90. Una octava posibilidad sería una combinación de los Postulados 1, 2, 3, 4, ó 5 con el 7, es decir, los peces migran más de una vez del Pacífico occidental al OPO.

Estas hipótesis no consideran la posibilidad de que algunos peces empiecen migraciones transpacíficas pero que se vuelvan antes de llegar a su destino. El hecho de que los atunes aleta azul casi desaparezcan del OPO en el invierno y la primavera temprana podría indicar que estos peces ocupan áreas fuera del alcance de la pesquería de superficie durante este período. Serían necesarios bastantes más datos del Océano Pacífico central para poder establecer si ocurre esto y, de ser así, en cuál grado.

Datos de la pesquería atunera palangrera japonesa de altura fueron puestos a disposición de los investigadores de la CIAT por el NRIFSF. Los datos incluyen resúmenes de las capturas, por especie, en número de peces, por año (1952-1986), mes, y área de 5° y resúmenes del esfuerzo, en número de anzuelos, por año, mes, y área de 5°. Un examen de las distribuciones mensuales de las capturas descubrió que los peces se encuentran distribuidos al punto más occidental durante la primavera y al más oriental durante el otoño (Figura 76). Se ha publicado un resumen de estos estudios en la Publicación Técnica Pesquera 365 de la FAO, páginas 425-459. No es sorprendente que los peces estén concentrados en la vecindad del Japón durante la primavera, ya que los aletas azules desovan principalmente en la primavera, y larvas de aleta azul han sido encontradas solamente en el océano abierto en la vecindad del Japón durante la primavera y en el Mar del Japón durante el verano. Excepcionalmente, aletas azules grandes fueron capturados por barcos cerqueros en el OPO durante noviembre y diciembre de 1988 (Calif. Fish Game, 76 (3): 181-186). Es posible que estos peces hayan aparecido en la pesquería del OPO porque se encontraban distribuidos más al este durante el otoño de 1988 que de costumbre.

#### ***Abundancia de aletas azules juveniles en el OPO***

La Publicación Técnica Pesquera 365 de la FAO (páginas 460-475) incluye una discusión de varios índices de abundancia del atún aleta azul en el OPO. Los más confiables son probablemente el "índice del hábitat" y el "índice de barcos que pescan aleta azul." Este último ha sido modificado (Informe Trimestral de la CIAT de julio-septiembre de 1997) desde que fue descrito en la publicación de la FAO citada.

#### ***Índice del hábitat***

Los atunes aleta azul son capturados por barcos cerqueros en el OPO con mayor frecuencia en aguas con temperaturas superficiales de entre 17° y 23°C (FAO Fish. Rep., 6 (2): 380-421), y por lo tanto se supuso que el esfuerzo de pesca ejercido por cerqueros atuneros frente a California y Baja California en aguas con ese rango de temperaturas entre mayo y octubre es esfuerzo dirigido hacia aleta azul, sin tener en cuenta si se capturó la especie. Para obtener las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) anuales se dividieron las sumas anuales de las capturas registradas de aleta azul en el OPO por las sumas correspondientes del esfuerzo cerquero registrado en las áreas de 1° que eran hábitats adecuados para el aleta azul. Se presentan estos datos en la Figura 77. Parecen indicar que tanto la disponibilidad reducida como el esfuerzo pesquero disminuido han contribuido a las capturas reducidas de aleta azul en el OPO durante los años 80 y hasta mediados de los 90.

### ***Indice de barcos que pescan aleta azul***

Para este método, se supone que el esfuerzo de pesca dirigido hacia el aleta azul es proporcional al número de barcos que dirigen porciones sustanciales de su esfuerzo hacia la pesca de esa especie. Por lo tanto, cada año se clasifica a cada barco de la flota cerquera como uno "que pesca aleta azul" o "que no pesca aleta azul." Si un barco capturó aleta azul en tres años de un período de cinco años, fue clasificado como barco que pescó aleta azul para el año medio de ese período; de lo contrario fue clasificado como uno que no pescó aleta azul para ese año. Se relajaron los criterios para los barcos que ingresaron a la pesquería atunera del OPO menos de dos años antes del año en cuestión o que la abandonaron menos de dos años después del mismo. Por ejemplo, si un barco ingresó a la pesquería atunera del OPO en 1971, fue clasificado como barco que pesca aleta azul para ese año si capturó la especie en 1971 y en 1972 ó 1973. Este sistema de clasificación es arbitrario, y quizá sea mejor algún otro. Sin embargo, parece servir para comprender mejor el valor de los datos sobre barcos que pescaron aleta azul y sus capturas para la estimación de la abundancia relativa del aleta azul. El índice de barcos que pescaron aleta azul para un año dado es la captura total de esa especie por los barcos que pescaron aleta azul (obtenida de datos de descargas) en ese año dividida por el número de esos barcos en la flota durante el año. En la Figura 78 se ilustran las capturas comerciales totales de barcos que pescaron aleta azul, el número de dichos barcos, y los índices de los mismos correspondientes a 1961-1995. Parecen también indicar que reducciones en la disponibilidad y en el esfuerzo de pesca han contribuido a la reducción en la captura de aleta azul en el OPO durante la década de los 80 y hasta mediados de los 90.

### ***Evaluación de los stocks***

#### ***Análisis de cohortes***

En la sección del presente informe que trata de la evaluación del stock de aleta amarilla se describen los análisis de cohortes. Se llevaron a cabo dichos análisis para el aleta azul en el Océano Pacífico con datos correspondientes al período de 1966-1986. Los datos sobre las capturas trimestrales en el Pacífico oriental provienen del Boletín de la CIAT, Vol. 20, N° 9, Anexo 1, y los datos de capturas anuales de peces de los varios grupos de edad en el Pacífico occidental de la Publicación Técnica Pesquera 336 de la FAO, Vol. 2, página 284. Se estimaron las capturas trimestrales para el primer, segundo, tercer, y cuarto trimestre multiplicando las capturas anuales por 0,10, 0,30, 0,50, y 0,10, respectivamente. En la Tabla 29 se presentan datos sobre el peso promedio del pescado. A raíz de la falta de información sobre mortalidad natural, se usaron seis vectores experimentales de mortalidad natural,  $M$  (Tabla 30). Se llevaron a cabo los análisis para 37 cohortes (1950 hasta 1986). Se efectuaron las estimaciones usando retrocálculos, y fue por lo tanto necesario estimar la tasa final de mortalidad por pesca ( $F$ ) para cada una de las cohortes. Los valores finales de  $F$  fueron seleccionados mediante un procedimiento doble que estima primero el reclutamiento mínimo mediante la selección de un valor final de  $F$  elevado y la comparación de los valores intratrimestrales de  $F$  correspondientes a distintas cohortes de la misma edad. El objetivo de este tipo de búsqueda es reducir las diferencias entre los valores de  $F$  de peces de edad similar pescados al mismo tiempo. Este procedimiento carece de un algoritmo que permitiría a distintos usuarios llegar a conclusiones idénticas, y es por lo tanto algo subjetivo. El método funciona bien para cohortes con un largo historial de captura, por ejemplo aquéllas de 1959 a 1981, pero no tan bien para las demás.

Los análisis de cohortes arrojaron estimaciones del reclutamiento durante cada año del período de 1966-1986 y valores de  $F$  para cada grupo de edad durante cada trimestre de ese período. Se combinaron estas estimaciones con estimaciones de  $M$  (Tabla 30) para estimar las capturas del período de 1966-1986 que se pueden obtener con distintas combinaciones de  $M$ , multiplicadores de  $F$ , y edad de ingreso a la pesquería (Figura 79). (Un multiplicador de 1 para  $F$  corresponde a la mejor estimación de

$F$  promediado que existió durante ese período.) Con un multiplicador de 1, la captura hubiera sido mayor en cada caso si se aumentara la edad de ingreso de edad 0 a edad 1, edad 2, o edad 3. El aumento sería mayor para los vectores de mortalidad natural 1, 2, ó 3 que para los 4, 5, ó 6. Si el vector de mortalidad natural es 1, 2, ó 3 y la edad de ingreso permanece en 0 o se aumenta a 1, se lograrían capturas mayores si se redujera el esfuerzo a la mitad de su nivel actual. Con los vectores de mortalidad natural 4, 5, ó 6, en cambio, una reducción tal del esfuerzo resultaría en poco o ningún aumento en la captura (edad de ingreso = 0) o una reducción de la misma (edad de ingreso = 1).

### ***Relaciones reproductor-recluta y recluta-reproductor***

En las páginas 226 a 228 del Informe Anual de la CIAT de 1993 se comentan las relaciones reproductor-recluta y recluta-reproductor para el atún aleta azul. Se determinó que la pesca ha reducido mucho la abundancia de aletas azules maduros en el Océano Pacífico, pero no existe evidencia de que esto haya llevado a una reducción del reclutamiento de peces jóvenes a la pesquería.

### ***Causas posibles de las escasas capturas recientes de aleta azul en el OPO***

Las capturas escasas de atunes aleta azul en el Pacífico oriental y occidental en algunos años preocupa a los investigadores de la CIAT, y se está prestando especial atención a las capturas escasas en el OPO durante 1980-1984, 1987-1995, y 1997. Las capturas de aleta azul inferiores al promedio en el OPO en años recientes podrían deberse a (1) una disminución en el reclutamiento; (2) una disminución en la abundancia total de peces de más de unos 60 cm de longitud, causada por la fuerte explotación de peces en su primer año de vida en el Pacífico occidental; (3) una reducción del esfuerzo pesquero en el OPO; (4) una disminución en la vulnerabilidad a la captura de aquellos peces que migraron al OPO; y/o (5) una reducción en la disponibilidad del aleta azul en el OPO (es decir, una reducción en la proporción de la población que migró al OPO o una estadía más corta en dicha zona de aquellos peces que sí migraron).

Con respecto a las dos primeras posibilidades, datos compilados por el NRIFSF sobre la composición por edad de la captura de aletas azules por barcos japoneses durante 1966-1986 (Tabla 28) indican que no ha ocurrido una reducción en las capturas de peces de edad 0, lo cual parece eliminar la primera posibilidad, ni tampoco un aumento en la proporción de peces de edad 0 a la de peces mayores, lo cual parece eliminar la segunda.

En cuanto a la tercera posibilidad, a partir de fines de los años 70 se ha ido reduciendo el número de barcos cerqueros pequeños, que anteriormente habían sido responsables de la mayoría de las capturas de aletas azules en el OPO. En la subsección previa titulada ***Abundancia de aletas azules juveniles en el OPO*** se concluyó que la reducción en el esfuerzo es parcialmente, pero no completamente, responsable de la reducción en las capturas en el OPO.

En cuanto a la cuarta posibilidad, es posible que haya cambiado la distribución del aleta azul en el OPO en este siglo. Antes de 1930 era capturado solamente frente a Alta California, aunque probablemente ocurría frente a Baja California también. Entre 1930 y 1947 fue capturado frente a Alta y Baja California, pero en la mayoría de esos años las capturas frente a Alta California fueron mayores. Desde 1948 se ha logrado la mayoría de la captura frente a Baja California. Sin embargo, es posible que este cambio en la distribución de las capturas se deba a que los pescadores basados en Alta California hayan estado más dispuestos a pescar a mayor distancia de su puerto base a medida que conseguían barcos más grandes y más navegables, y no a un cambio en la distribución de los peces. Estos pescadores parecen dirigir una mayor proporción de su esfuerzo de pesca hacia el aleta azul que aquéllos basados en México, de modo que si ocurrió un cambio en la distribución, podría haber reducido la vulnerabilidad de la especie a la captura. Sin embargo, si ocurrió un cambio en la distribución de los peces, tuvo lugar probablemente mucho antes de la década de los 80, por lo cual no parece que pudiera ser la causa de las capturas pobres en los años 80 y 90.

En cuanto a la quinta posibilidad, los datos de marcado y de composición por edad proporcionan información útil. En el Boletín de la CIAT, Vol. 20, N° 1, se demostró que durante la década de los 80 solamente la clase anual de 1981 contribuyó cantidades significativas de devoluciones de marcas a la pesquería del OPO durante el Año 1. También se demostró que en el caso del Año 2, casi la mitad de las devoluciones de la clase anual de 1979 y más que la mitad de aquéllas de las clases anuales de 1983 y 1984 provinieron de peces capturados en el OPO. Esta información sugiere que la proporción de peces de 1 año de edad que migraron al OPO fue mayor para la clase anual de 1981 y que las proporciones de peces de 2 años de edad que migraron al OPO fueron mayores para las clases anuales de 1983 y 1984, intermedias para la clase anual de 1979, y menores para las clases anuales de 1980, 1981, 1982, y 1985.

Una gran proporción de la captura de aleta azul en el OPO en 1982 consistió de peces de 1 año de edad (Tabla 28). Esto es consistente con la evidencia del marcado de que una gran proporción de los peces de la clase anual de 1981 apareció en el OPO como peces de 1 año de edad en 1982. Sin embargo, la captura de aleta azul en el OPO en 1983 fue pobre, posiblemente debido a que los peces de la clase anual de 1981 padecieron mucha mortalidad en el OPO en 1982, o a que la mayoría de ellos empezaron su viaje de regreso al Pacífico occidental antes del comienzo de la temporada de pesca de 1983.

Las mayores capturas de aleta azul en el OPO en años recientes fueron aquéllas de 1985, 1986, y 1996 (Tabla 27), y consistieron principalmente de peces de 2 años de edad, es decir, peces de la clase anual de 1983 en 1985, de la clase anual de 1984 en 1986 (Tabla 28), y de la clase anual de 1994 en 1996. Esto es consistente con la evidencia del marcado de que grandes proporciones de los peces de las clases anuales de 1983 y 1984 aparecieron en el OPO como peces de 2 años de edad en 1985 y 1986.

Si se supiese seguro que los peces marcados en el Pacífico occidental fueron seleccionados al azar, entonces se concluiría que proporciones mayores de peces de edad 2 de las clases anuales de 1983 y 1984 migraron al OPO, y que esto resultó en capturas mayores de aleta azul en el OPO en 1985 y 1986. Sin embargo, es posible que existan subpoblaciones separadas migratorias y no migratorias, y que proporciones mayores de la subpoblación migratoria fueran seleccionadas para el marcado durante 1979, 1981, 1983, y 1984. Por lo tanto, la proporción relativamente alta de devoluciones de marcas del OPO de la clase anual de 1979, a pesar de que la captura en el OPO en 1981 fue pobre, quizás sea el resultado de una concentración alta de esfuerzo de marcado en una subpoblación relativamente pequeña de migrantes. Esta posibilidad ha sido evaluada mediante el examen de datos sobre migraciones de peces marcados de 1 y 2 años de edad liberados en distintos lugares en el Pacífico occidental durante distintos meses (Boletín de la CIAT, 20 (1): Tabla 7). Generalmente, la proporción de migrantes solía ser aproximadamente igual para peces de las mismas clases anuales liberados en distintos estratos de área-tiempo, y estos datos no brindan por lo tanto mucho apoyo a la hipótesis de subpoblaciones.

Los datos de composición por edad (Tabla 28) proporcionan información adicional pertinente a la quinta posibilidad. Se calcularon coeficientes de correlación para 12 parejas de datos (Tabla 31, recuadro superior) de la Tabla 28. Seis de las 12 pruebas arrojaron valores absolutos de  $r$  mayores de 0,4. El número de peces de edad 2 en el Pacífico oriental y occidental está correlacionado negativamente (Prueba 6), lo cual indica que las capturas pobres en el OPO podrían ser debidas, al menos parcialmente, a que una proporción de la población total inferior a la normal migró del Pacífico occidental al oriental. Las capturas de peces de edad 1 y 2 en el OPO están correlacionadas positivamente (Prueba 7), lo cual indica que la captura de peces de edad 2 en el OPO puede ser predicha, aunque no muy bien, a partir de la captura de peces de edad 1 en el OPO un año antes. Las capturas de peces de edad 0 y 1 en el Pacífico occidental están altamente correlacionadas (Prueba 8), lo cual indica que la captura de peces de edad 1 en el Pacífico occidental puede ser predicha a partir de la captura de peces de edad 0 en esa área un año antes.

La Prueba 11 arrojó un valor de  $r$  significativo al nivel de 1%, resultado no sorprendente dado que se obtuvo un valor de  $r$  aun más alto de la Prueba 8. Se obtuvo de la Prueba 12 un valor de  $r$  significativo al



nivel de 5%; esto tampoco es sorprendente dado que se obtuvo de la Prueba 2 un valor casi significativo.

El coeficiente de correlación de las capturas de peces de edad 0 en el Pacífico occidental y las capturas de peces de edad 2 en el OPO dos años después es 0,442 (Tabla 31, Prueba 2). A pesar de que esta relación no es significativa al nivel de 5%, es posible que indique que la captura de peces de edad 2 en el OPO esté vinculada al reclutamiento de dos años antes, suponiendo que la captura de peces de edad 0 en el Pacífico occidental sea un índice válido del reclutamiento. Ya que la captura de peces de edad 2 en el OPO parece estar relacionada con el reclutamiento de dos años antes (Prueba 2) y la captura de peces de edad 2 en el Pacífico occidental en el mismo año (Prueba 6), se calculó un coeficiente de correlación múltiple (Prueba 13). El coeficiente de determinación múltiple resultante es altamente significativo, indicando que un 55,7% ( $0,746^2 \times 100$ ) de la variación de las capturas de peces de edad 2 en el OPO es explicado por (1) una relación positiva con el reclutamiento en el Pacífico occidental y (2) una relación negativa con la captura de peces de edad 2 en el Pacífico occidental. Ya que la mayor parte de la captura en peso del OPO en la mayoría de los años consiste de peces de edad 2, el reclutamiento de dos años antes y la emigración del Pacífico occidental parecen ejercer influencias importantes sobre las capturas totales en el OPO.

En general, los resultados del análisis de edad de captura tienden a apoyar la conclusión tentativa de los estudios de datos de marcado de que las variaciones en las porciones de peces que migran del Pacífico occidental al OPO son por lo menos parcialmente responsables de las variaciones en las capturas en el OPO.

### ***Atún barrilete negro***

El barrilete negro forma solamente una muy pequeña parte de las descargas de atunes capturados en el Océano Pacífico oriental, pero es de importancia comercial considerable en varios países latinoamericanos. Forma además un recurso de magnitud importante, que probablemente será explotado más fuertemente a medida que aumente la demanda de atún. Por consiguiente, es prudente obtener todo conocimiento posible sobre esta especie.

Los conocimientos actuales del barrilete negro provienen principalmente de datos de bitácora de los barcos, de datos sobre los pesos de pescado descargado en las enlatadoras, de estómagos, gónadas, y medidas de peces tomadas en las enlatadoras, de datos biológicos tomados en un crucero de marcado, de gónadas obtenidas en cruceros de marcado para estudios histológicos, de estudios de larvas (orientados principalmente hacia otras especies), de datos de recaptura de barriletes negros marcados incidentalmente durante el marcado de aleta amarilla o barrilete, y de estudios realizados en los laboratorios de la CIAT en Achotines (República de Panamá) y La Jolla.

En la Tabla 3 se detallan las descargas de barrilete negro por barcos atuneros de 1961 a 1997. Se sabe que se capturan cantidades mayores, pero como no se descargan, no se incluyen en las estadísticas. Las estimaciones de las cantidades de barriletes negros devueltos al mar por barcos cerqueros durante el período de 1993-1997 varían de 1 a 4 mil toneladas por año (Tabla 40). Además, la especie es capturada por barcos pequeños basados en Latinoamérica, de los cuales no se obtienen datos. Las capturas reales son por lo tanto mayores que las indicadas en la Tabla 3. En la Figura 80 se presentan datos sobre las capturas registradas por observadores a bordo de buques cerqueros de las clases 5 y 6 durante 1994-1997.

En el Informe Interno 17 de la CIAT se presenta un análisis de la relación peso-longitud del barrilete negro. En un crucero de marcado realizado en 1981 se hicieron algunas observaciones sobre la habilidad natatoria, la temperatura del cuerpo, y el tiempo requerido para la evacuación gástrica; el análisis de los resultados fue publicado en una revista científica (Copeia, 1984 (4): 1000-1005). En total han sido marcados 1.502 barriletes negros, 107 de los cuales han sido devueltos. En la página 129 del Informe Anual de la CIAT de 1982 se presentan datos sobre los desplazamientos y crecimiento del barrilete negro, determinados a partir de estos datos.

En el Boletín de la CIAT, Vol. 19, N° 2, se publicaron datos sobre las áreas y la duración del desove, la longitud de madurez sexual, proporción de sexos, fecundidad, y frecuencia del desove del barrilete negro. El cálculo del potencial reproductor es de importancia considerable con respecto a la dinámica de poblaciones de los peces, ya que es un determinante básico de la productividad. Además, ya que la cantidad de peces de tamaño capturable disponible a la pesca depende en gran parte del éxito del desove y de la supervivencia durante las primeras etapas del ciclo vital, los estudios de este tipo pueden producir información de valor potencial para realizar pronósticos. Además, se han capturado larvas y juveniles de barrilete negro y de otras especies de escómbridos (atunes y caballas), en particular frente a Centroamérica y cerca de la desembocadura del Golfo de California (Informe Especial N° 2 de la CIAT: 388-391).

Los datos sobre la ocurrencia de larvas y juveniles, junto con los datos de marcado y de bitácora, proporcionan índices de abundancia del barrilete negro relativa a las demás especies de escómbridos. Esta información parece indicar que la producción anual potencial de esta especie es muy superior a los niveles actuales de descarga.

Se han realizado estudios extensos del barrilete negro en los laboratorios de la CIAT en Achotines y La Jolla. Se describen los resultados de estos estudios en varios trabajos científicos (por ejemplo, U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 88 (4): 821-828; Mar. Biol., 115 (2): 317-330; Jour. Exper. Biol., 190: 79-93; Boletín de la CIAT, 21 (3)) e Informes Anuales de la CIAT recientes.

### ***Pez espada***

El pez espada se encuentra ampliamente distribuido en los océanos y mares tropicales, subtropicales, y templados del mundo, y es el blanco de pesquerías comerciales importantes en muchas de las áreas donde ocurre. En la Figura 81 se presenta información sobre las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de la especie en el Océano Pacífico oriental (OPO). Este mapa es probablemente indicativo de la distribución geográfica de la especie y las áreas donde más abunda. La demanda mundial de la especie ha ascendido en los últimos años, dando lugar a un incremento correspondiente en su valor. Esto ha llevado a un crecimiento rápido de las pesquerías del pez espada en varias partes del mundo (Tabla 32). En el OPO, las pesquerías de Estados Unidos y de Chile han crecido considerablemente en los últimos años (Tabla SW33). Otras naciones que lindan con el Océano Pacífico oriental, como Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, y la Polinesia Francesa, también participan en la pesca del pez espada.

Las capturas del pez espada en el Océano Atlántico han disminuido desde la década de los 80 (Inter. Comm. Cons. Atlan. Tunas., Rep. for 1996-1997, Part 1, Vol. 2: 61-67), debido aparentemente a una pesca excesiva. Las capturas de la especie en el OPO han disminuido desde 1992, especialmente frente a Chile, y es por lo tanto importante vigilar estrechamente las capturas y el esfuerzo. Concretamente, es menester reunir información estadística y biológica completa sobre las pesquerías en desarrollo y continuar la colección de estos datos en las pesquerías ya establecidas. Esta información es esencial para la evaluación de los efectos de las pesquerías sobre el stock o los stocks de peces espada explotados. Métodos estandarizados de toma de datos y análisis coordinados de los datos reunidos son esenciales para lograr evaluaciones útiles.

### ***Pesquerías***

Los pescadores deportivos rara vez capturan peces espada, y no se dispone de registros de sus capturas. En promedio, las capturas de la especie por estos pescadores consisten de probablemente menos de 100 peces por año en el OPO, aunque técnicas de pesca deportiva recientemente desarrolladas podrían llevar a un ligero aumento en este total en el futuro.

Las principales capturas comerciales de pez espada son realizadas por pesquerías de palangre y red agallera. La pesca con arpón fue importante en varias áreas en el pasado, pero ha disminuido con-

siderablemente en los últimos años. Las capturas mundiales de la especie se incrementaron de unas 26.700 toneladas en 1971 a unas 81.200 toneladas en 1988, luego disminuyeron a unas 68.000 toneladas en 1991 antes de subir a unas 80.100 toneladas en 1996 (Tabla 32). Las capturas en el Océano Pacífico aumentaron de unas 13.400 toneladas en 1971 a unas 34.700 en 1992, desde cual año han oscilado entre unas 24.400 y 32.900 toneladas (Tabla 32). Las cantidades equivalentes para el OPO son 2.700 toneladas en 1971, 14.000 en 1992, y de unas 6.900 a 10.700 en 1993-1996 (Tabla 33).

Durante 1971-1975 la captura anual promedio de pez espada en el OPO fue alrededor de 3.800 toneladas (rango: 2.700 a 6.400) (Tabla 33 y Figura 82). Durante 1976-1986 el promedio fue de unas 6.100 toneladas (rango: 4.000 a 7.400). Luego, entre 1987 y 1991, las capturas aumentaron de unas 9.200 toneladas en 1987 a unas 14.000 en 1991. Este aumento ocurrió en un período cuando las capturas de la pesquería japonesa estaban declinando, mientras que las de la chilena crecían. Suponiendo que las capturas de pez espada en el OPO por barcos de la República de Corea durante 1993-1996 resultarán ser unas 500 toneladas anuales, las capturas de la especie en el OPO han disminuido en promedio unas 1.700 toneladas por año, de la máxima de unas 14.300 toneladas en 1992 a solamente unas 7.400 toneladas en 1996 (Tabla 33).

De las 204.500 toneladas de pez espada capturadas en el Océano Pacífico durante 1990-1996, las pesquerías japonesas fueron responsables de la mayor porción (45%), con cantidades considerables tomadas también por barcos de Chile (16%), Estados Unidos (15%), Filipinas (13%) y la República de China (6%) (Tabla 32). Durante el mismo período, al menos 74.600 toneladas de pez espada fueron capturadas en el OPO, con las pesquerías chilenas responsables del 44% de esta captura, y las pesquerías de Japón (27%), Estados Unidos (13%), y México (9%) responsables de la mayor parte del resto de las capturas reportadas (Tabla 33).

Existen muchos problemas con las estadísticas de captura del pez espada. Los datos en las Tablas 32 y 33 fueron compilados de varias fuentes, que a veces no concordaban entre sí. Tuvieron lugar en 1996 y 1997 varias reuniones sobre esta especie, y hay más programadas; se anticipa que muchos de estos problemas podrán ser resueltos.

### *Japón*

Barcos palangreros japoneses capturan peces espada en el OPO. La mayoría de las caladas son realizadas a primera hora del día, para que los anzuelos pesquen durante las horas de luz antes de ser cobrados al atardecer. Se ha sugerido (Nat. Coalition Mar. Cons., Proc. Second International Billfish Symposium, Part 1: 67) que la mayoría de los peces espada capturados por esta arte son capturados al ser cobrados los anzuelos durante períodos de oscuridad.

Durante el período de 1952-1962, componentes de la flota palangrera japonesa dirigieron su esfuerzo hacia el pez espada pescando de noche con calamar como carnada, en lugar de agujas u otro pescado. De esta forma se aprovechaban de que el pez espada suele subir a la superficie de noche y descender a profundidad de día. Este tipo de pesca fue usado por primera vez en el OPO en 1963. Fue posible distinguir el esfuerzo dirigido hacia el pez espada de otro esfuerzo con registros del tipo de cebo usado, pero hacia fines de los años 60 esta distinción fue turbada por el creciente uso de calamar como carnada en las caladas normales (diurnas).

El esfuerzo japonés de pesca con palangre en el Pacífico osciló entre unos 275 y 300 millones de anzuelos durante 1970-1975, entre unos 327 y 400 millones durante 1976-1985, y entre unos 356 y 399 millones durante 1986-1992. El esfuerzo en el OPO varió de unos 67 a 107 millones de anzuelos durante 1970-1975, 107 a 140 millones durante 1976-1985, y de 160 a 200 millones durante 1986-1994. El esfuerzo en el OPO se redujo a unos 125 millones de anzuelos en 1995 y a unos 80 millones en 1996.

A fines de los años 80 y principios de los 90 la pesquería de altura con red agallera capturaba pequeñas cantidades de peces espada en el OPO. La pesquería fue abandonada en 1992.

### *Chile*

La pesquería artesanal chilena de pez espada faena a unas 15 a 150 millas náuticas del norte y centro del país. Más del 90% de los barcos son de menos de 18 metros de eslora y pescan con redes agalleras. Una pequeña parte de esta flota continúa como pesquería tradicional con arpón. Con el aumento del tamaño de los barcos con el tiempo, una proporción siempre mayor de la flota ha sido autorizada para pescar con red agallera y palangre, y ha pescado con ambas artes. Se consigue la mayoría de la captura entre enero y junio, con un máximo entre marzo y mayo. A raíz de la reducción de las capturas, para julio o agosto la mayoría de los pescadores cambian a otras especies.

Los aumentos en las capturas de peces espada a fines de los años 80 y principios de los 90 se debieron a la ampliación del mercado de pez espada fresco y congelado en Estados Unidos durante ese período. Las capturas y capturas por día de pesca (NOAA Tech. Memo., NMFS-F/SPO-27) disminuyeron a partir de 1992.

### *Estados Unidos*

Las principales pesquerías estadounidenses de peces espada en el Pacífico son la de red agallera y la palangrera.

Antes de fines de la década de los 70, la única pesquería estadounidense de pez espada significativa era la de arpón realizada frente al sur de California a fines de verano y otoño. Desde la captura récord de 1978 de unas 1.600 toneladas, la captura anual en esta pesquería ha disminuido a unas 150 toneladas.

La pesquería con red agallera ha dominado la captura estadounidense de pez espada desde 1981 (Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 175). Estaba dirigida originalmente hacia el tiburón, pero ahora se dedica en ciertas estaciones del año al pez espada. Durante los primeros años después de este cambio en la estrategia de pesca, la captura anual de peces espada con redes agalleras aumentó hasta un máximo de unas 1.400 a 1.500 toneladas en 1984 y 1985. El reglamento que rige esta pesquería, que se desarrolla principalmente en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de EE.UU., es complejo e incluye restricciones de tiempo y de área y sobre la configuración del aparejo de pesca. Muchas de las restricciones tienen como objetivo proteger otras especies. Resultan en que aproximadamente el 80% de la captura de pez espada con redes agalleras sea realizada entre septiembre y diciembre.

Los cambios significativos más recientes en la pesquería estadounidense del pez espada del Pacífico han tenido lugar en la pesquería palangrera operando desde Hawaii y, más recientemente, California del Sur. Para fines de 1995 la mayoría de los barcos basados en California habían abandonado la pesquería. Antes de 1989, el pez espada era una captura incidental en la pesquería palangrera, que se dirigía hacia atunes y tenía lugar primordialmente dentro de la ZEE de Estados Unidos alrededor de Hawaii. A principios de los años 90, barcos estadounidenses de la costa atlántica y el Golfo de México, usando estrategias de pesca elaboradas para la pesca del pez espada del Atlántico, incluyendo caladas nocturnas de artes de poca profundidad con anzuelos iluminados, ingresaron a la flota basada en Hawaii. A medida que aumentó el esfuerzo de pesca con los barcos adicionales, se amplió también la pesquería hasta incluir un esfuerzo significativo en aguas internacionales afuera de la ZEE estadounidense alrededor de Hawaii. Las capturas de pez espada por la flota palangrera basada en Hawaii aumentaron casi diez veces, de unas 200 toneladas en 1989 a unas 1.600 en 1990, y luego se triplicó a unas 4.500 toneladas en 1991 y más de 5.000 en 1992. Estas capturas son logradas principalmente durante el período de enero a junio. En 1994 la captura de la especie se redujo en casi un 50% con respecto a los años precedentes, debido en parte a una reducción en el esfuerzo dirigido hacia el pez espada y en parte a CPUE reducidas. En 1995 las CPUE volvieron a su nivel normal. Durante 1994-1996 la captura promedio de peces espada por esta flota fue unas 2.500 toneladas. En promedio, menos del 20% de las capturas de la especie proviene del OPO, donde se capturó unas 700 toneladas de pez espada en 1994, y unas 400 toneladas en 1996 y 1997.

### ***México***

La pesquería mexicana del pez espada comenzó al adoptar México una ZEE de 200 millas y restringir las operaciones pesqueras extranjeras en esa zona. Anteriormente fueron capturadas grandes cantidades de peces picudos, entre ellos peces espada, por las pesquerías palangreras de otras naciones en lo que es ahora la ZEE de México. Entre 1980 y 1989 México autorizó pesquerías palangreras de empresas conjuntas faenando bajo pabellón mexicano. A principios de la década de los 80 el esfuerzo ejercido por esta pesquería fue bajo, pero para el fin de la década unos 10 a 15 barcos tomaban parte en la pesquería. El esfuerzo de pesca, en número de anzuelos calados, varió mucho en el período de esta pesquería, de unos 260 mil anzuelos en 1984 a unos 3,8 millones en 1988. La captura total de pez espada lograda durante la vida de esta pesquería fue unas 5.800 toneladas, con capturas anuales de entre unas 18 toneladas en 1985 y 1.600 en 1981.

Desde la eliminación de esta pesquería, se ha desarrollado una pesquería de peces picudos con redes agalleras en la ZEE mexicana. Se estima que para 1990 estaban pescando unos 25 barcos, y desde entonces se ha logrado la mayoría de la captura de peces espada con este arte.

### ***Evaluación de los stocks***

Se usan tres tipos generales de modelos para evaluar la condición de los stocks de peces: modelos con estructura de edades, reproductor-recluta, y de producción, todos de los cuales son descritos en la sección del presente informe que trata del atún aleta amarilla. Todos requieren que el modelado sea llevado a cabo con un stock de peces separado. Se sabe poco de la estructura de los stocks del pez espada en el Océano Pacífico, por lo que los resultados presentados a continuación deben ser considerados provisionales.

Los modelos de producción, con datos de la pesquería palangrera japonesa de 1952 a 1980, han sido aplicados al pez espada en el Océano Pacífico por varios investigadores. Sus resultados fueron solamente tentativos, por al menos dos razones. En primer lugar, a raíz de la falta de datos sobre la devolución de marcas, características merísticas y morfométricas, características genéticas, etcétera, los investigadores tuvieron que formar supuestos sobre la estructura de los stocks a partir de la distribución de las capturas de los peces. En segundo lugar, debido a la falta de los datos necesarios para hacer ajustes por diferencias en la vulnerabilidad de los peces a la captura, tuvieron que suponer que los peces espada eran igualmente vulnerables a la captura con palangre en todos los años, estaciones, y áreas. Se concluyó que el pez espada era capaz de soportar capturas mayores a aquéllas logradas durante ese período. Sin embargo, las pesquerías han cambiado desde entonces. Para 1992, la captura de peces espada en el Océano Pacífico había alcanzado unas 34.700 toneladas, un aumento de 69% desde 1986. La porción japonesa de esta captura disminuyó de un 69% a un 45%, y es por lo tanto posible que la pesquería japonesa ahora no proporcione una cobertura suficiente para controlar la pesquería entera. Se deberían incluir en análisis futuros datos de las pesquerías costeras de Chile, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, Filipinas, México, y otras naciones. Ya que las pesquerías están creciendo, es importante realizar estos análisis.

Los investigadores de la CLAT usaron o el modelo de poblaciones con retardos temporales de Deriso-Schnute (Hilborn y Walters, 1992, *Quantitative Fisheries Stock Assessment*, Chapman and Hall, Nueva York y Londres: 330-348) con los datos de esfuerzo y captura de 1962-1987 para investigar la dinámica del pez espada en el OPO. Se supuso que un solo stock de pez espada habita la zona. Los datos disponibles al realizarse el análisis, que indicaban disminución de las CPUE con aumentos en el esfuerzo de pesca, proporcionaron una cantidad mínima de información con la cual modelar la dinámica de la población. Un examen preliminar de los datos de esfuerzo y captura de 1988-1992 indicó que las CPUE habían seguido disminuyendo, pero que seguían mayores a las CPUE correspondientes al rendimiento promedio máximo sostenible (RPMS), señalando que el pez espada aparentemente no es

sobreexplotado en el OPO. Estos datos y otros más recientes serán incorporados en análisis futuros de la condición del pez espada en el OPO. Datos preliminares sugieren que podría haber dos stocks, norteño y sureño, en el OPO, por lo que se deberían realizar análisis basados en ambos supuestos (el de un stock y el de dos). Hasta que se completen estos análisis es imposible estimar el nivel actual del stock o stocks de pez espada en el OPO con respecto al nivel esperado con el RPMS.

### ***Estudios adicionales necesarios para una evaluación de stocks adecuada***

Son necesarios datos completos de captura y esfuerzo para poder aplicar los modelos de producción. Para cada pesquería, hacen falta datos sobre las capturas en áreas pequeñas e intervalos de tiempo cortos, junto con medidas del esfuerzo de pesca, tales como el número de barcos que pescan, el número de anzuelos calados por día, o las horas de uso de las redes agalleras. La información correspondiente de las pesquerías deportivas será también necesaria si las capturas en éstas se hacen importantes. Una manera práctica de reunir esta información de las pesquerías comerciales es mediante un sistema de cuadernos de bitácora, mantenidos por el capitán o tripulantes, y complementado por un programa de observadores. Otros sistemas, por ejemplo el monitoreo de puntos de descarga importantes, podrían ser elaborados para barcos más pequeños. Con datos de este tipo se podrían llevar a cabo análisis utilizando modelos de producción. Aunque de alcance limitado, estos modelos podrían proporcionar estimaciones iniciales de las capturas potenciales y advertencias anticipadas de pesca excesiva.

Para poder aplicar los modelos con estructura de edades son necesarios datos de longitud y/o peso de los peces en la captura, más datos de captura. Se pueden usar los datos de tamaño y captura para estimar las tasas de crecimiento y de mortalidad natural y por pesca. Además, se debería reunir información sobre las características reproductoras, tales como proporción de sexos, fecundidad, frecuencia del desove, y ubicación de las áreas de desove. Un programa para reunir estos datos necesitaría incluir un muestreo en muchos de los principales puntos de descarga de las pesquerías comerciales. Se tendría que tomar muestras de forma regular durante un período extenso.

La información necesaria para la aplicación de los modelos reproductor-recluta es esencialmente la misma que para los modelos con estructura de edades.

Los palangres y las redes agalleras capturan las mayores cantidades de peces espada en el Océano Pacífico. Estos dos tipos de arte capturan normalmente una variedad de grandes peces pelágicos, tales como atunes, marlines, y tiburones, junto con los peces espada. Los atunes y marlines son menos comunes en las capturas de los barcos agalleros que en las de los palangreros. Además, ambas artes capturan ocasionalmente tortugas, los palangres a veces capturan aves marinas, y las redes agalleras atrapan unos pocos mamíferos marinos. Se pueden maximizar las capturas de pez espada y minimizar las de las otras especies mediante la selección del lugar donde se cala el aparejo de pesca, la configuración del mismo, etcétera, pero no se puede en ningún caso garantizar la captura de peces espada únicamente.

La captura real y percibida de marlines y peces vela, tiburones, mamíferos marinos, tortugas, y aves marinas con palangre y/o redes agalleras ha dado lugar a acciones por algunos grupos para limitar el uso de estos tipos de arte. Es imprescindible, si se pretende resolver este problema percibido, que se reúna información sobre el número y tipo de animales capturados incidentalmente. (Se ha publicado información sobre las capturas incidentales por barcos pescando con redes agalleras frente a California (Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 175).) En conjunto con estos esfuerzos por reunir datos, sería de desear un esfuerzo mayor para diseñar, desarrollar, y poner en uso modificaciones de las artes de pesca y/o de las técnicas de usarlas que reducirían la captura incidental, si se demuestra que estas artes ejercen un efecto significativo sobre las especies que forman las capturas incidentales.

### ***Discusión y conclusiones***

Tras una reducción en las capturas del pez espada en el Océano Pacífico a principios de la década

de los 60, cuando la flota palangrera japonesa en el Pacífico noroccidental comenzó a dirigir su esfuerzo hacia especies aparte del pez espada, la captura del Pacífico entero comenzó a aumentar. En las dos décadas siguientes, debido al aumento en la demanda de la especie, el esfuerzo en el Océano Atlántico se incrementó. Al principio aumentaron las capturas, pero luego, debido presuntamente a una explotación excesiva, disminuyeron. Las capturas en el Océano Pacífico aumentaron a fines de los años 80 y principios de los 90, y luego disminuyeron, especialmente frente a Chile. Es posible que esto se deba a una explotación, pero la información disponible es insuficiente para permitir determinar si éste es el caso.

### PROGRAMA ATUN-DELFIN

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 (*S. longirostris*), y comunes (*Delphinus delphis* y, en menor grado, *D. capensis*). En la Figura 83 se ilustran las distribuciones espaciales de los distintos stocks de estas cuatro especies. Los pescadores descubrieron que para maximizar sus capturas de aleta amarilla con red de cerco en el OPO tenían que 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 barco. Desgraciadamente, particularmente durante los años 60 y 70, muchos delfines murieron sofocados tras enmallarse en las redes.

En 1976 se ampliaron las responsabilidades de la CIAT al incluir los problemas ocasionados por la mortalidad incidental de delfines en las redes de cerco atuneras del OPO. La Comisión acordó trabajar para mantener la producción atunera a un alto nivel y al mismo tiempo mantener a los stocks de delfines a, 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). Las responsabilidades principales del Programa Atún-Delfín de la CIAT son (1) controlar la abundancia de los delfines y su mortalidad incidental a la pesca mediante la toma de datos a bordo de barcos atuneros de cerco pescando en el OPO, (2) analizar estos datos y hacer recomendaciones adecuadas para la conservación de delfines, (3) estudiar las causas de la mortalidad de delfines en las faenas de pesca e instar a los pescadores a adoptar técnicas de pesca que minimicen dicha mortalidad, y (4) estudiar los efectos de las distintas modalidades de pesca sobre las poblaciones de peces y otros animales del ecosistema pelágico.

### TOMA DE DATOS

#### **Cobertura por observadores**

El diseño de muestreo del programa de observadores para 1997 contempló una cobertura del 100% de los viajes de pesca realizados en el OPO por todo barco cerquero de la Clase 6 (mayor de 363 toneladas (400 toneladas cortas) de capacidad) y por todo cerquero de la Clase 5 (273-363 toneladas (301-400 toneladas cortas)) que participase en el Programa Internacional para la Conservación de Delfines (PICD). Todos los viajes de barcos de flotas excepto la de México serían muestreados por el Programa Atún-Delfín de la CIAT. Dos tercios de los viajes de barcos de México serían muestreados por observadores del Programa Nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines (PNAAPD) de México y los demás por observadores de la CIAT. (En el Acuerdo para la Conservación de los Delfines consta que el muestreo de una flota nacional debe ser compartido por partes iguales entre el programa nacional correspondiente y el programa de la CIAT. A fines de 1996 México anunció que suspendería su participación activa en el Acuerdo, pero seguiría permitiendo observadores de la CIAT

en sus barcos (Informe Anual de la CIAT de 1996, Anexo 2). Posteriormente México informó a la CIAT que se le permitiría muestrear un tercio de los viajes de barcos mexicanos durante 1997.)

Observadores de la CIAT y el PNAAPD zarparon en 591 viajes de pesca en el OPO realizados en 1996 por barcos de Clase 6, y 26 viajes por barcos de la Clase 5 que participaban en el Programa Internacional para la Conservación de Delfines (PICD). Adicionalmente, 65 viajes iniciados en 1996 y terminados en 1997 llevaron observador, para un total de 656 viajes por cerqueros de la Clase 6 muestreados en 1997 por los dos programas. El programa de la CIAT muestreó barcos faenando bajo la jurisdicción de Belice, Colombia, Ecuador, España, Estados Unidos, Honduras, México, Panamá, Vanuatu, y Venezuela. Se realizó también muestreo a bordo de un barco que según su gerente estaba matriculado en los Estados Federados de Micronesia; se determinó posteriormente que el barco carecía de registro válido, por lo que fue clasificado como de bandera “desconocida”.

En la Tabla 34 se resume la cobertura de muestreo de los barcos de la flota internacional por los programas de la CIAT y de México. Más del 78% de los viajes de los barcos de la Clase 6 fue muestreado por la CIAT, y los dos programas combinados muestrearon el 100% de los mismos.

### **Capacitación**

Durante 1997 se llevaron a cabo tres cursos para entrenar nuevos observadores en los métodos de toma de datos a bordo de barcos atuneros (Tabla 35). Los asistentes aprendieron cómo identificar las especies de atunes y otros peces pelágicos grandes, mamíferos marinos, tortugas y aves marinas, los requisitos y procedimientos para la toma de datos, métodos para estimar los tamaños de manadas de mamíferos marinos, características de las operaciones y artes de pesca, y el protocolo y seguridad a bordo de los barcos.

## **PROGRAMA DE ARTES DE PESCA**

### **Servicios**

Durante 1997 el personal del programa de artes de pesca participó en alineaciones del paño de protección de delfines y revisiones del equipo de protección de delfines en 36 barcos, 33 de matrícula de México, 2 de Vanuatu, y uno de Venezuela. 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 barco por radio, y se procura resolver cualquier problema que surja. Posteriormente, se prepara un informe para el armador o administrador del barco, 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 barco y/o la forma de usarlo.

La CIAT brinda además otros servicios para ayudar a los gobiernos y gerentes de flota y a los operadores de barcos individuales a reducir la mortalidad de delfines. En las oficinas regionales de la CIAT se pueden obtener publicaciones y cintas de vídeo sobre el tema. A petición, y siempre que se disponga de las autorizaciones necesarias, se preparan *Análisis de Crucero*, informes detallados sobre viajes de pesca observados, que se envían a los armadores para permitirles evaluar el desempeño de barcos y capitanes. Se elaboraron *Análisis de Crucero* para todos los viajes de buques mexicanos y venezolanos acompañados por observadores de la CIAT durante 1997.

### **Certificados de pesca “sin delfines”**

La CIAT emite certificados de pesca “sin delfines” (*“dolphin-safe”*) para viajes realizados por barcos cerqueros que fueron acompañados por un observador de la CIAT y para los cuales los datos del observador consten que no se persiguió ni cercó delfines intencionalmente durante el viaje. Se emiten



estos certificados solamente a petición de la gerencia del barco. En 1997 la CIAT emitió 245 de estos certificados a barcos bajo la jurisdicción de Belice, Colombia, Ecuador, España, Estados Unidos, Honduras, México, Panamá, Vanuatu, y Venezuela. Dos de estos certificados fueron emitidos al barco de bandera desconocida mencionado anteriormente bajo **TOMA DE DATOS**.

### **Constancias de Participación**

Las *Constancias de Participación*, solicitadas inicialmente por representantes de algunas naciones pesqueras, verifican que un barco ha participado en el PICD a un nivel de cobertura de 100%; es decir, que hubo un observador a bordo del barco durante cada viaje desde que el barco inició su participación en el PICD. También puede constar que el barco está dotado de todo el equipo de protección de delfines recomendado por la CIAT y que los técnicos de la CIAT han verificado la alineación correcta y condición del paño de protección de delfines en la red durante un lance de prueba. Durante 1997 la CIAT emitió, a petición, constancias para 72 viajes de pesca realizados por barcos de Colombia, Estados Unidos, Honduras, México, Panamá, Vanuatu, y Venezuela.

## **LA INVESTIGACION**

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

En 1997 la mortalidad incidental de delfines aumentó a 3.004 animales (Tabla 36), un incremento de 18% con respecto a la mortalidad de 2.547 delfines registrada en 1996. Hubo además una mortalidad accidental de una ballena (*Balaenoptera* sp.) no identificada. El número de lances sobre cardúmenes de atunes asociados con delfines se incrementó en un 20,2%, de 7.483 en 1996 a 8.995 en 1997, y la proporción del número total de lances de todos tipos realizada sobre delfines aumentó ligeramente, de 43,9% en 1996 a 45,4% en 1997. La mortalidad promedio por lance disminuyó de 0,34 animales en 1996 a 0,33 animales en 1997. En la Figura 84 se ilustran las tendencias en el número de lances sobre delfines, la mortalidad por lance, y la mortalidad total en los últimos años. Al igual que en años anteriores, la mayor parte de los avances hacia la meta de eliminar la mortalidad se debe al éxito logrado por los pescadores en sus esfuerzos por liberar todos los delfines cercados.

Las capturas de aletas amarillas asociados con delfines se incrementaron con respecto a 1996. El porcentaje de la captura de aleta amarilla tomada en lances sobre delfines aumentó del 63,1% de la captura total en 1996 al 66,6% de la misma en 1997, mientras que la captura media de aleta amarilla por lance sobre delfines se redujo de 18,5 a 17,0 toneladas por lance. La mortalidad por tonelada de aleta amarilla aumentó de 0,018 animales en 1996 a 0,020 animales en 1997.

Los datos arriba presentados incluyen datos de viajes de barcos atuneros acompañados por observadores de los programas de la CIAT y de México, pero las comparaciones a continuación se basan en las bases de datos de la CIAT para 1996 y 1997 solamente.

La disminución en la mortalidad por lance resulta de acciones por parte de los pescadores para controlar mejor los factores que causan la mortalidad incidental. Una indicación de este esfuerzo es el número de lances en los que no ocurrió ninguna mortalidad: 87,7% en 1997, comparado con 87,6% en 1996. Factores bajo el control de los pescadores que probablemente afectan la mortalidad de delfines por lance incluyen la ocurrencia de averías, especialmente aquellas que llevan a colapsos o abultamientos de la red, la duración de la maniobra de retroceso, y el tamaño de la manada capturada. El porcentaje de lances con averías mecánicas importantes disminuyó del 7,1% en 1996 al 6,6% en 1997, el de lances con colapsos de la red de 7,3% a 6,1%, y el de lances con abultamientos de la red del 4,9 al 4,6%. En 1997 la duración promedio del retroceso fue 14,3 minutos, en comparación con 13,6 minutos en 1996, y el número promedio de delfines en la red después del retroceso fue 0,2 en 1997, igual que en 1996. El tamaño promedio de las manadas de delfines capturadas aumentó de 477 animales en 1996 a 538 en 1997.

El número promedio de delfines (por stock) en las manadas capturadas y la mortalidad media por cardumen capturado en 1997 fueron similares a los de años anteriores. El mayor número promedio de animales capturados por lance correspondió al delfín común. En 1997 el número promedio de delfines manchados, tornillo oriental, tornillo panza blanca, y comunes capturado por lance fue 489, 130, 158, y 570 animales, respectivamente. Sin embargo, el número promedio de animales en manadas capturadas fue máximo para manadas mixtas de delfines manchados y tornillo. Las capturas medias por lance para manadas mixtas de delfines manchados y tornillos panza blanca y de delfines manchados, tornillos panza blanca, y tornillos orientales fueron 931 y 857 animales, respectivamente. La mortalidad promedio de delfines manchados, tornillo oriental, tornillo panza blanca, y comunes por cardumen capturado en 1997 fue menos de 3 animales por 1000.

### ***Estimaciones de la abundancia relativa de los delfines***

La tarea principal de los observadores a bordo de los barcos atuneros es observar la mortalidad incidental de delfines y reunir datos que podrían llevar a reducciones mayores en esa mortalidad. Reúnen también información sobre las actividades de búsqueda de los barcos y la frecuencia de encuentros con mamíferos marinos. Estos datos se usan para calcular estimaciones de la abundancia de delfines, usando una técnica llamada análisis de transectos lineales, con la cual se estiman factores de corrección a partir de los datos de avistamientos. Estos factores permiten tomar en cuenta aquellos delfines no vistos desde el barco.

Desgraciadamente, los supuestos necesarios para que los análisis de transectos lineales arrojen estimaciones insesgadas de la abundancia absoluta son violados de varias maneras, pero principalmente por el hecho de que los barcos atuneros suelen concentrar sus operaciones en áreas de abundancia elevada de delfines. Los procedimientos analíticos usados deben, por lo tanto, ser tan insensibles como sea posible a estas violaciones. Es poco probable que los procedimientos usados, elaborados por el personal de la CIAT y descritos en los Informes Anuales de la CIAT de años anteriores y en trabajos publicados en varias revistas científicas, puedan eliminar todos los sesgos, por lo cual, en el mejor de los casos, las estimaciones podrían ser consideradas como índices de la abundancia relativa de los stocks. Sin embargo, análisis recientes han producido evidencia de sesgos que varían con el tiempo, y el personal está revisando los procedimientos de estimación que se usan. Por ese motivo no se presentan aquí estimaciones equivalentes a aquéllas presentadas en Informes Anuales anteriores.

### ***Capturas incidentales y descartes en la pesquería atunera con red de cerco***

A fines de 1992 los observadores de la CIAT comenzaron a reunir información sobre las capturas incidentales en las operaciones de pesca con red de cerco, y el programa continuó en 1997. En el presente informe se definen "capturas incidentales" como los peces u otros animales, aparte de atunes de importancia comercial (aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y albacora), desechados muertos en el mar y "descartes" como los atunes de importancia comercial desechados muertos en el mar. Durante 1997 se revisaron los datos reunidos en los años anteriores y se modificaron en casos apropiados. En la Tabla 37 se presenta información sobre la cobertura de lances sobre delfines, sobre cardúmenes de atunes no asociados, y sobre objetos flotantes. La Columna 3 de esta tabla incluye todos los lances en la base de datos sobre capturas incidentales de la CIAT, la Columna 4 todos los lances en la base de datos Atún-Delfín de la CIAT, y la Columna 5 los datos en la Columna 4, más datos equivalentes de las bases de datos del NMFS de EE.UU. y el PNAAPD. (El número de lances en la Columna 5 de esta tabla no concuerda con la Tabla 5 porque esa tabla, basada en la base de datos de la CIAT de estadísticas de captura, no incluye datos de lances por barcos para los cuales no se obtuvieron datos de bitácora utilizables, mientras que la Tabla 37, basada en la base de datos atún-delfín de la CIAT, no incluye infor-

mación de los viajes de barcos de las Clases 1 a 4, ni tampoco de la mayoría de los de la Clase 5, ya que no son acompañados por observadores.) La cobertura es incompleta, pero más que suficiente para la mayoría de los fines estadísticos.

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

$$\begin{aligned} \text{CAPTURAS INCIDENTALES} &= (\text{capturas incidentales/lances}) \times \text{LANCES}, \text{ y} \\ \text{DESCARTES} &= (\text{descartes/lances}) \times \text{LANCES} \end{aligned}$$

donde CAPTURAS INCIDENTALES = capturas incidentales en todos los viajes con observador a bordo, capturas incidentales = capturas incidentales en todos los lances en los que observadores de la CIAT tomaron datos sobre captura incidental, lances = todos los lances en los que observadores de la CIAT tomaron datos sobre captura incidental (Tabla 37, Columna 3), LANCES = todos los lances en viajes con observador a bordo (Tabla 37, Columna 5), DESCARTES = descartes en todos los viajes con observador a bordo, y descartes = descartes en todos los lances en los que observadores de la CIAT tomaron datos sobre descartes. 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 de importancia comercial***

En la Tabla 38 se presentan estimaciones de los descartes de atunes de importancia comercial y las capturas incidentales de atún barrilete negro, melvas, y bonitos. Estos descartes han aumentado a medida que ha ido aumentando el número de lances sobre objetos flotantes (Tabla 37), debido a que los atunes pequeños son capturados con mayor frecuencia en esete tipo de lance.

Las capturas incidentales malgastan siempre un recurso, en el sentido de que reducen el reclutamiento, el rendimiento por recluta, o ambos. Además, tal como se indicó anteriormente en este informe, la captura de aletas amarillas pequeños, aun si son retenidos, reduce el rendimiento por recluta de la especie. Es posible que ocurra lo mismo en el caso del atún patudo, pero la falta de información sobre la mortalidad natural por edad de esta especie imposibilita determinar el efecto del aumento en las capturas de patudos pequeños. No obstante, dicho aumento es motivo de inquietud considerable, ya que el valor comercial de patudo de mayor tamaño, capturado casi exclusivamente con palangre, es mucho mayor que aquel del patudo (o aleta amarilla o barrilete) capturado con arte de superficie.

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

En las Tablas 39 y 40 se presentan estimaciones de las capturas incidentales de animales aparte de los atunes de importancia comercial. Las capturas incidentales de algunas especies han aumentado a medida que ha ido aumentando el número de lances sobre objetos flotantes (Tabla 37). 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 sobre delfines. Los barcos cerqueros capturan incidentalmente 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. (La mayoría de las tortugas que se capturan son liberadas en condición viable; la Tabla 40 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 40 es insuficiente para permitir determinar los efectos de la captura de dichas especies por la pesquería con red de cerco. Suponiendo que algunas sean gravemente afectadas, las que tienen la mayor probabilidad de serlo son una o más especies de tiburones o rayas, ya que su fecundidad es baja, y es probable que la mortalidad de cantidades sustanciales de estas especies reduzca el reclutamiento de las mismas en años subsiguientes.

### **PROGRAMA INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE DELFINES**

En el Informe Anual de la CIAT de 1993, páginas 254-256, se describen los eventos que condujeron al establecimiento del Programa Internacional para la Conservación de Delfines, y los objetivos y funcionamiento del mismo.

El límite de mortalidad de delfines (LMD) general establecido para la flota internacional en 1997 fue de 7.500 animales. Se les asignó LMD individuales de 94 animales cada uno a 42 barcos. Se incluyeron en el cálculo del LMD por barco 38 barcos mexicanos que presuntamente hubieran solicitado LMD de no haber suspendido México su participación activa en el Acuerdo para la Conservación de los Delfines. El total de los LMD por barco, más lo reservado para los barcos mexicanos, fue 7.482. Nueve barcos perdieron su LMD, seis por no utilizarlo antes del 1º de junio, y tres voluntariamente. Se permitió al gobierno de la nación en la cual estaba registrado uno de estos tres últimos transferir ese LMD a un barco que ingresó a su flota posteriormente durante el año. Nueve barcos, entre ellos cuatro que perdieron sus LMD originales, fueron asignados LMD de segundo semestre de 47 animales cada uno. La mortalidad total de delfines ocasionada por la pesca en 1997 fue de 3.004 animales.

#### ***Panel Internacional de Revisión***

El Panel Internacional de Revisión celebró sus reuniones 14ª, 15ª, y 16ª durante 1996. La primera de éstas tuvo lugar en Santa Marta (Colombia) el 19 y 20 de febrero, la segunda en Puntarenas (Costa Rica) del 1 al 3 de junio, y la tercera en La Jolla, California (EE.UU.) el 27 de octubre. En las páginas 205-207 de este informe se presentan las agendas de las reuniones, y en el Informe Anual del Panel de 1997, disponible de la CIAT a petición, se detalla lo ocurrido en las mismas.

El Panel 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. Los observadores que acompañan a las embarcaciones durante los viajes de pesca preparan un resumen de la información pertinente a la mortalidad de delfines para cada viaje; la Secretaría del Panel (miembros del personal de la CIAT) remite estos documentos a los gobiernos bajo cuya jurisdicción faenan los barcos poco después de terminar el viaje en cuestión. El Panel revisa, durante sus reuniones, los datos de los observadores para todos aquellos viajes que hayan finalizado y remite, luego de cada reunión, un informe detallando presuntas infracciones a los gobiernos bajo cuya jurisdicción se encuentran los barcos en cuestión. A su vez, los gobiernos informan al Panel acerca de las acciones que se hayan tomado con respecto a las infracciones. El Panel informa a los demás gobiernos acerca del cumplimiento (o no) de los reglamentos a través de un informe anual presentado a los gobiernos en la reunión siguiente de la CIAT.

#### ***Comité Científico Asesor***

Debido a falta de fondos, no se reunió el Comité Asesor Científico durante 1997.

**APPENDIX 1—ANEXO 1****STAFF—PERSONAL****HEADQUARTERS—OFICINA PRINCIPAL****DIRECTOR**

James Joseph, Ph.D. (University of Washington)

**ASSISTANT DIRECTOR—SUBDIRECTOR**

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

**SCIENTIFIC—CIENTIFICO****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 Scientists—Científicos Principales**

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)

Daniel Margulies, Ph.D. (University of Maryland)

Ashley J. Mullen, Ph.D. (University of London)

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)

George M. Watters, Ph.D. (University of California at San Diego)

(from June 16—desde 16 de junio)

**Associate Scientists—Científicos Asociados**

Ernesto Altamirano Nieto, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)

Alejandro A. Anganuzzi, Lic. (Universidad Nacional de Mar del Plata)

(on leave of absence, January 1-March 3 and November 1-December 1—en excedencia del 1 de enero al 3 de marzo y del 1 de noviembre al 1 de diciembre)

Edward H. Everett, B.A. (San Jose State University)

Marco A. García, Lic. (Universidad de Oriente)

(on leave of absence, January 1-December 31—en excedencia del 1 de enero al 31 de diciembre)

Cleridy E. Lennert-Cody, M.S. (University of California at San Diego)

Richard J. Lindsay, B.S. (Long Island University)

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

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

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

Jeanne B. Wexler, B.S. (Humboldt State University)

**Assistant Scientists—Científicos Auxiliares**

Lesly Rodríguez, Lic. (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua)

Enrique Ureña Portales, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)

**TECHNICAL—TECNICO**

Sharon A. Booker  
 Joanne E. Boster  
 Laura J. Bowling  
 Cheryl A. Coe  
 Nancy Haltof  
 JoyDeLee C. Marrow, B.A. (University of California at San Diego)  
 Jenny M. Suter, B.S. (University of California at Davis)

**ADMINISTRATIVE—ADMINISTRATIVO**

María Cristina Caballero  
 Yolanda Covington  
 Berta N. Juárez  
 Daniel R. Lilly, B.S. (Marquette University)

**MANTA, ECUADOR****Assistant scientists—Científicos Auxiliares**

Erick Danton Largacha Delgado, in charge—encargado, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 Aldo Xavier Basantes Cuesta, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 (from February 12—desde el 12 de febrero)  
 Jorge Bernardo Parraga Fernandez, Biól., (Universidad de Guayaquil)  
 (from October 6—desde 6 de octubre)  
 Marlon Humberto Román Verdesota, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 (from July 7—desde 7 de julio)  
 Mario Luis Ruiz Nuñez, Biól. (Universidad de Guayaquil)  
 (to September 6—hasta el 6 de septiembre)  
 Osvaldo A. Silva, Ict. Pis. (Instituto de Altos Estudios de la Técnica en la Industria y Economía  
 Pesquera, Astrakhan, USSR)  
 (to May 31—hasta el 31 de mayo)

**ENSENADA, MEXICO****Assistant scientists—Científicos Auxiliares**

Eric E. Pedersen, in charge—encargado, B.S. (Humboldt State University)  
 José Manuel Lutt M., B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)  
 Alberto Morales Yañez, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)

**MAZATLAN, MEXICO****Assistant scientists—Científicos Auxiliares**

Hector Javier Perez Bojorquez, in charge—encargado, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa)  
 Adrián Celaya Ortega, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California Sur)  
 (to January 8—hasta el 8 de enero)  
 Victor Manuel Fuentes, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa)  
 (from August 15—desde 15 de agosto)  
 Cesar Maldonado Gonzalez, B.S. (Universidad Autónoma de Sinaloa)

**ACHOTINES, REPUBLIC OF PANAMA****Associate scientist—Científico Asociado**

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

**Assistant scientist—Científico Auxiliar**

Luis Tejada, B.S. (Universidad Autónoma de Baja California)  
(from January 21—desde el 21 de enero)

**Technical—Técnico**

Jesús Mario Budria García

**PANAMA, REPUBLIC OF PANAMA****Assistant scientists—Científicos Auxiliares**

Andris Purnalis, in charge—encargado, B.S. (University of Michigan)  
Julio César Guevara Quintana, Lic. (Universidad de Panamá)

**MAYAGUEZ, PUERTO RICO, USA****Technical—Técnico**

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

**CUMANA, VENEZUELA****Assistant scientists—Científicos Auxiliares**

Alvin Delgado Martínez, in charge—encargado, Lic. (Universidad de Oriente)  
Armando Enrique Carrasco Arevalo, B.S. (University of West Florida)  
Emilio Rafael Cedeño Perez, Lic. (Universidad de Oriente)  
(to March 15—hasta el 15 de marzo)

**VISITING SCIENTISTS AND STUDENTS—CIENTIFICOS Y ESTUDIANTES EN VISITA****HEADQUARTERS—OFICINA PRINCIPAL**

Dr. Shui-Kai Chang, Overseas Fisheries Development Council, Taipei, Republic of China (January 21-April 19)  
Mr. Rafael Solana, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada, México (September 2-December 31)

**ACHOTINES, REPUBLIC OF PANAMA**

Dr. Tomris Bok, University of Istanbul, Turkey (December 15-31)  
Dr. Masanori Doi, INTEM Consulting, Tokyo, Japan (October 7-November 28)  
Dr. Shiro Ito, Saga Prefectural Experimental Station, Japan (January 20-February 7)  
Ms. Saadet Karakulak, University of Istanbul, Turkey (December 15-31)  
Mr. Shukei Masuma, Amami Station, Japan Sea Farming Association (January 20-30)  
Mr. Akio Nakazawa, Overseas Fishery Cooperation Foundation, Tokyo, Japan (January 1-December 31)  
Mr. Peter Nelson, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA (June 17-November 16)  
Ms. Isabel Nelson, Northern Arizona University, Flagstaff, Arizona, USA (June 17-November 16)  
Dr. Shin-Ichi Uye, University of Hiroshima, Japan (June 8-23)  
Mr. Markus von Wangelin, University of Bremen, Germany (March 3-May 25)

## APPENDIX 2—ANEXO 2

## AGREEMENT FOR THE CONSERVATION OF DOLPHINS

*The governments listed in Appendix I recall and reaffirm* the resolution adopted during a Special Meeting of the Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) held in La Jolla, California, on April 21-23, 1992, to adopt a multilateral program with the objectives of (1) progressively reducing dolphin mortality in the eastern Pacific Ocean (EPO) fishery to levels approaching zero through the setting of annual limits and (2), with a goal of eliminating dolphin mortality in this fishery, seeking ecologically sound means of capturing large yellowfin tunas not in association with dolphins while maintaining the populations of yellowfin tuna in the EPO at a level which will permit maximum sustained catches year after year, and to limit and, if possible, eliminate the mortality of dolphins in the fishery of the EPO as follows:

Year	Limit	Percentage of best estimate of current populations of spotted, spinner, and common dolphins
1993	19,500	0.30
1994	15,500	0.24
1995	12,000	0.19
1996	9,000	0.14
1997	7,500	0.11
1998	6,500	0.10
1999	<5,000	<0.08

The IATTC further resolved to establish a Review Panel to review and report on the compliance of the international fleet with the mortality limits set forth above, and make recommendations as appropriate, and to establish within the IATTC an Advisory Board of technical specialists from the international communities of scientists, government agencies, environmental groups, and the fishing industry, to assist the Director of the IATTC in efforts to coordinate, facilitate, and guide research.

Therefore:

*The governments listed in Appendix I agree that:*

1. Each government that is a party to this Agreement ("the participating governments") shall, on or before October 1, 1992, provide to the Director of the IATTC a list of purse-seine vessels of carrying capacity greater than 400 short tons under its jurisdiction which such government has reasonable cause to believe will set on tunas associated with dolphins in the EPO in 1993 and for each of which the government wishes to have a Dolphin Mortality Limit (DML) assigned for that year.
2. The Review Panel to be established in accordance with the Resolution of April 1992, whose duties, functions, and responsibilities are defined in Appendix II, shall, by November 1, 1992, assign a DML to each vessel that it determines to be "qualified" for a DML in accordance with Paragraph 1 ("qualified vessels"). For 1993, each DML shall be equivalent to 19,500 divided by the total number of qualified vessels.
3. A participating government may thereafter adjust the DMLs of its qualified vessels either upward or downward, provided that no vessel is assigned an adjusted DML in excess of 15 percent above the original DML and that the collective DMLs for that nation's fleet do not exceed that nation's collective DMLs prior to adjustment. Any such adjustment shall be made prior to December 1, 1992. Each government shall notify the IATTC of any such adjustments on or before December 15, 1992. DMLs that are assigned as of December 1, 1992, shall be applied during 1993.



4. Any vessel assigned a DML for 1993 which does not utilize any of its DML by June 1, 1993, or which leaves the fishery, shall lose its right to utilize its DML for the remainder of the year. The IATTC shall maintain records of all such unutilized DMLs.
5. Each participating government shall, on or before April 1, 1993, provide to the Director of the IATTC the names of purse-seine vessels which were not assigned a DML under Paragraph 2 and to which it wishes to have a DML assigned for the last six months of 1993. All such vessels which are qualified shall be assigned DMLs by the Director of the IATTC, after consultation with the voting members of the Review Panel, as soon as possible after June 1, 1993. The DML shall be calculated by dividing the sum of the unutilized DMLs by the total number of such applications, provided that the DML for any such vessel shall not exceed one-half of the DML calculated in accordance with Paragraph 2. The Director of the IATTC, after consultation with and agreement by the voting members of the Review Panel, may also use information on the fleet's projected annual dolphin mortality to provide second half DMLs if this use is reasonably expected not to cause the overall fleet quota for that year to be exceeded.
6. For any vessel exceeding its DML during 1993, the amount of its excess shall be deducted from the DML assigned to that vessel during 1994 and, if the excess in 1993 exceeds the 1994 DML, then such excess shall be deducted from the DMLs subsequent to 1994, as appropriate.
7. Only vessels operating under the jurisdiction of participating governments or under the jurisdiction of the governments of IATTC member countries are eligible for DMLs.
8. Compliance with the total EPO dolphin mortality limits for the years 1994 through 1999 shall be ensured through the mechanisms set forth above for 1993, with any necessary modifications.
9. The participating governments shall review and assess the 1993 compliance mechanisms prior to July 1, 1993.
10. Measures shall be taken with respect to management of individual stocks of dolphins in accordance with Appendix III.
11. The Scientific Advisory Board of technical experts to coordinate, facilitate, and guide research in accordance with the Resolution of April 1992 shall be established and operate as outlined in Appendix IV.
12. The participating governments shall require purse-seine vessels of carrying capacity greater than 400 short tons under their jurisdiction which operate in the EPO to carry an observer during each fishing trip in 1993. At least 50 percent of the observers shall be from the observer program of the IATTC.
13. The participating governments shall permit observers to collect all pertinent information necessary to achieve the objectives of this Agreement.
14. The participating governments shall require observers to inform the fishing captain of the vessel upon which he is observing when the DML is reached and when fishing by that vessel for yellowfin tuna in association with dolphins should cease.
15. The participating governments shall require that a vessel shall cease fishing on dolphins in the EPO when its DML has been reached.

*The participating governments recommend that all IATTC member countries and other states party to this Agreement work diligently to achieve the objectives of this Agreement and particularly strive to undertake measures to insure that states not currently party to this Agreement, but which have vessels capable of and intending to fish for tunas in association with dolphins in the eastern Pacific Ocean subscribe to the Agreement.*

**APPENDICES****Appendix I.**

Colombia, Costa Rica, Ecuador, Mexico, Nicaragua, Panama, Spain, the United States of America, Vanuatu, Venezuela.

---

**Appendix II.****THE REVIEW PANEL****I. OBJECTIVES**

This Review Panel is established as recommended by the Resolution approved at the Special Meeting of the IATTC held on April 21-23, 1992, to review and report on the compliance of the international fleet with the mortality limits set forth and to make recommendations as appropriate.

**II. FUNCTIONS AND RESPONSIBILITIES**

The Review Panel shall:

1. Compile each year a list of vessels qualified for Dolphin Mortality Limits (DML) and assign DMLs for each year from 1993 through 1999.
2. Review all trips made in the eastern Pacific Ocean by purse-seine vessels of fish-carrying capacity greater than 400 short tons.
3. Identify all infractions of agreements concerning dolphin mortality, including this Agreement, and a Resolution passed at the 50th Meeting of the IATTC.
4. Inform the governments which are parties to such agreements or the Resolution of the 50th Meeting of infractions by vessels under their jurisdiction.
5. Receive from governments party to the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement and whose vessels fish for tunas in association with dolphins in the eastern Pacific Ocean information concerning their actions in response to reported infractions for the purposes of monitoring compliance.
6. Recommend to all such governments a standardized certification system for fishing captains and maintain a list of those who have received adequate training and who are abiding by the goals of the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement.
7. Recommend to all such governments a set of sanctions for individual fishing captains, vessel owners, and observers which are consistent with the goals of the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement, appropriate for the infractions, and standardized among countries.
8. Recommend to all such governments minimum standards for fishing gear, update these following technological advances, and maintain a list of vessels which carry all the equipment needed to reduce dolphin mortality and which have performed the required procedures to maintain the vessel and the gear in good working condition.
9. Recommend to all such governments actions to be taken in order to ensure compliance with the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement by any nation not a party to either that is conducting fishing operations in a manner inconsistent with the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement.

10. Publish an Annual Report which would:
  - a) Review the operation of the program and recommend actions to the such governments for modifications and updates in enforcement consistent with the goals of the Resolution of the 50th Meeting or this Agreement.
  - b) Summarize all the identified infractions and the action taken.

### III. COMPOSITION OF THE PANEL

The Review Panel will be composed of five or more representatives of governments and six representatives of non-governmental organizations. Of these, three shall be representatives of environmental organizations and three of the tuna-fishing industry. The six representatives shall be appointed by the member governments. Any government that is party to the 1992 Agreement for the Conservation of Dolphins and that either has at least one vessel of carrying capacity greater than 400 short tons fishing under its flag in the eastern Pacific Ocean or is a member of the Inter-American Tropical Tuna Commission may become a member of the Panel. The government representatives shall be voting members, and the non-governmental representatives shall be non-voting members. The IATTC will provide a non-voting Secretariat for the Panel.

### IV. OPERATION OF THE PANEL

The Panel shall adopt rules of procedure for its operations at its first meeting. After each meeting a report of infractions and related matters shall be made available to the public. The Panel will prepare an annual report on its activities. The proceedings of the Panel will not be public, and its members shall not divulge any information concerning individual vessels and operators derived from review forms or from the proceedings of the Panel. Information concerning compliance with the terms of the Agreement will be made public by means of the Panel's Reports.

---

### Appendix III.

Protective measures for each individual stock of dolphins should be taken as follows:

- i) If the incidental mortality of any stock exceeds 2% of the most current estimate of absolute abundance (CEAA), but is less than 4% of the CEAA of that stock, a warning will be issued to all fleets;
- ii) If the incidental mortality of any stock exceeds 2% of the CEAA but is less than 4% in two consecutive years, all sets on that stock, whether in herds which contain only individuals of that stock or in mixed herds, would be banned for a year.
- iii) If the incidental mortality of any stock reaches or exceeds 4% of the CEAA in a given year, a complete ban on setting on that stock would be imposed for the following year.
- iv) If the incidental mortality of any stock exceeds 6% of the CEAA, the ban on sets would remain in force for three years; for 8%, four years; and for 10%, five years.

It is proposed that the CEAA for the dolphin stocks of the EPO presented by Wade and Gerrodette to the IWC in 1992, based on NMFS research vessel data for the period 1986-1990, be used for all these calculations until the signatory nations agree on an updated set of figures. Such updates could result from the analysis of data from future research cruises, from calibration of indices of relative abundance with estimates of absolute abundance, or from improvements in the analytical methodology applied to currently available data. The 2% value for maximum net annual recruitment should also be changed if better estimates become available.

## BACKGROUND

In recent years, incidental mortality for all stocks of dolphins involved in the fishery has been decreasing, and as of 1991 the mortality rates of all stocks are less than 1% of the most recent estimates of their average absolute abundances for 1986-1990. The most conservative estimate of the maximum net annual recruitment rate for dolphins is 2%, so incidental mortality rates below this level should not jeopardize the recovery of the stocks.

The incidental mortalities of the various stocks of dolphins in the EPO in 1991 (based on mortality per set) were as follows:

Stock	Population abundance <sup>1</sup>	Incidental mortality	Percent mortality
Northeastern spotted	738,100		
Western and/or southern spotted	1,299,300		
All spotted (except coastal)	2,037,400	13,991	0.69
Eastern spinner	632,700	5,879	0.93
Whitebelly spinner	1,020,100	2,974	0.29
Northern common	477,000	161	0.03
Central common	415,600	3,182	0.77
Southern common	2,211,500	115	0.01
Other dolphinw	2,729,100	990	0.04
All	0,523,400	27,292	0.29

<sup>1</sup>Wade and Gerrodette (submitted to the International Whaling Commission, 1992)

## Appendix IV.

### THE SCIENTIFIC ADVISORY BOARD

The Inter-American Tropical Tuna Commission, at its Special Meeting held in La Jolla, California, on April 21-23, 1992, reached agreement on a multilateral program with the objectives of (1) progressively reducing dolphin mortality in the EPO fishery to levels approaching zero through the setting of annual limits and (2), with a goal of eliminating dolphin mortality in this fishery, seeking ecologically sound means of capturing large yellowfin tunas not in association with dolphins while maintaining the populations of yellowfin tuna in the EPO at a level which will permit maximum sustained catches year after year.

Based on a recommendation from the IATTC scientific staff, the participating governments approve the establishment of a Scientific Advisory Board of technical specialists to assist the Director in matters regarding research to (a) modify current purse-seine technology to make it less likely to cause dolphin mortality and (b) seek alternative means of capturing large yellowfin tuna.

The functions and responsibilities of the Board shall be to:

- 1) Meet at least once each year.
- 2) Review plans, proposals, and programs of the Commission to seek to meet objectives (1) and (2), as noted in paragraph 1 of this document.

- 3) Provide advice to the Director concerning the design, facilitation, and guidance of research to achieve objectives (1) and (2) noted in Paragraph 1 of this document.
- 4) Assist the Director in locating sources of funding to conduct such research.
- 5) Recommend to the Director any other measures and actions that could be taken to facilitate achieving the objectives of the dolphin conservation program defined in the Resolution of the Special Meeting of the IATTC held in La Jolla on April 21-23, 1992.

The Board will consist of no more than 10 members, selected from the international community of scientists, fishing gear experts, the fishing industry, and environmentalists. The members will be selected by the Director on the basis of their technical expertise, and subject to approval by the Commission and the participating governments.

The secretariat for the Board will be provided by the IATTC.

### ACUERDO PARA LA CONSERVACION DE DELFINES

*Los gobiernos participantes detallados en el Anexo I recuerdan y reafirman* la resolución adoptada durante la Reunión Especial de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) celebrada en La Jolla, California, del 21 al 23 de abril de 1992, de adoptar un programa multilateral con los objetivos de (1) reducir progresivamente la mortalidad de delfines en la pesquería del Océano Pacífico oriental (OPO) a niveles cercanos a cero mediante el establecimiento de límites anuales y (2), con el objetivo de eliminar la mortalidad de delfines en dicha pesquería, buscar métodos ecológicamente razonables de capturar atunes aleta amarilla grandes no asociados con delfines y al mismo tiempo mantener las poblaciones de atún aleta amarilla en el OPO a un nivel que permita capturas máximas sostenibles año tras año, y de limitar y, en caso posible, eliminar la mortalidad de delfines en la pesquería del OPO como sigue:

Año	Límite	Porcentaje de la mejor estimación de la población actual de delfines manchados, tornillos, y comunes
1993	19,500	0.30
1994	15,500	0.24
1995	12,000	0.19
1996	9,000	0.14
1997	7,000	0.11
1998	6,500	0.10
1999	<5,000	<0.08

Resolvieron además establecer un Panel de Revisión para revisar e informar sobre el cumplimiento por parte de la flota internacional con los límites de mortalidad arriba detallados y hacer recomendaciones adecuadas, y establecer dentro de la CIAT un Consejo Asesor de especialistas técnicos de las comunidades internacionales de científicos, agencias gubernamentales, grupos ambientalistas, y la industria pesquera, a fin de asesorar al Director de la CIAT en esfuerzos por coordinar, facilitar, y guiar la investigación.

Por lo cual:

*Los gobiernos detallados en el Anexo I acuerdan que:*

1. Cada gobierno parte de este Acuerdo ("los gobiernos participantes") proveerá al Director de la CIAT, antes del 1 de octubre de 1992, una relación de los barcos cerqueros de capacidad de acarreo superior a las 400 toneladas cortas bajo su jurisdicción que dicho gobierno tiene razones para creer que realizarán lances sobre atunes asociados con delfines en el OPO en

1993 y a cada uno de los cuales el gobierno desea le sea asignado un Límite de Mortalidad de Delfines (LMD) para ese año.

2. El Panel de Revisión que será establecido de acuerdo con la Resolución de abril de 1992, cuyos deberes, funciones, y responsabilidades se definen en el Anexo II, asignará, antes del 1 de noviembre de 1992, un LMD a cada barco que determine que está "calificado" para un LMD de acuerdo con el Inciso 1 ("barcos calificados"). Cada LMD para 1993 será equivalente a 19,500 dividido por el número total de barcos calificados.
3. Un país participante podrá en fecha posterior ajustar, hacia arriba o hacia abajo, los LMD de sus barcos calificados, siempre que a ningún barco le sea asignado un LMD ajustado en exceso del 15 por ciento por encima del LMD original y que los LMD colectivos para la flota de ese país no excedan los LMD colectivos de ese país antes de ser ajustados. Todo ajuste será realizado antes del 1 de diciembre de 1992. Cada gobierno deberá notificar a la CIAT de cualquier ajuste antes del 15 de diciembre de 1992. Los LMD asignados el 1 de diciembre de 1992 serán aplicados durante 1993.
4. Todo barco al que se le haya asignado un LMD para 1993 y que no utilice ninguna parte del mismo antes del 1 de junio de 1993, o que abandone la pesquería, perderá su derecho a utilizar su LMD durante el resto del año. La CIAT mantendrá registros de todo LMD no utilizado.
5. Cada gobierno participante proveerá al Director de la CIAT, antes del 1 de abril de 1993, los nombres de los barcos cerqueros a los cuales no se asignó un LMD bajo el Inciso 2 y a los cuales desea que se les asigne un LMD para los últimos seis meses de 1993. Los LMD de aquellos barcos de este grupo que estén calificados serán asignados por el Director de la CIAT, tras consultas con los miembros del Panel de Revisión con voto, lo antes posible después del 1 de junio de 1993. El LMD de cualquiera de estos barcos será calculado dividiendo la suma de los LMD no utilizados por el número total de solicitudes. Sin embargo, el LMD de cualquiera de estos barcos no deberá superar la mitad del LMD calculado de acuerdo con el Inciso 2. El Director de la CIAT, después de hacer consultas y tener el acuerdo de los miembros votantes del Panel de Revisión, podrá también usar la información de mortalidad de delfines que se proyecta para el año en curso a fin de proveer los LMD para la segunda mitad de ese período, si su utilización, de acuerdo a las expectativas razonables, no exceda el total de la cuota asignada a la flota para ese año.
6. Para un barco que exceda su LMD durante 1993, su exceso será restado del LMD asignado a ese barco durante 1994 y, si este exceso superara el LMD para 1994, entonces será restado de los LMD subsiguientes a 1994, tal como corresponda.
7. Solamente los barcos faenando bajo la jurisdicción de países participantes o miembros de la CIAT serán elegibles para un LMD.
8. Se asegurará el cumplimiento de los límites de mortalidad incidental total de delfines en el OPO para los años 1994 a 1999 mediante los mecanismos arriba establecidos para 1993, con las modificaciones debidas en caso necesario.
9. Los gobiernos participantes revisarán y evaluarán los mecanismos de cumplimiento para 1993 antes del 1 de julio de 1993.
10. Se tomarán medidas con respecto a la administración de stocks individuales de delfines de acuerdo con el Anexo III.
11. El Consejo Científico Asesor de expertos técnicos para coordinar, facilitar, y guiar la investigación, en conformidad con la Resolución de la CIAT de abril de 1992, será establecido y funcionará de acuerdo con lo expuesto en el Anexo IV.

12. Requerirán que barcos de capacidad de acarreo superior a 400 toneladas cortas bajo su jurisdicción que faenan en el OPO lleven un observador durante cada viaje de pesca en 1993. Un mínimo de 50 por ciento de estos observadores serán del programa de observadores de la CIAT.
13. Permitirán a los observadores reunir toda la información pertinente necesaria para lograr los objetivos de este Acuerdo.
14. Requerirán que el observador informe al capitán del barco al cual está asignado cuando se alcance el LMD y cuando el barco deba cesar de pescar atunes aleta amarilla asociados con delfines.
15. Requerirán que un barco cese de pescar sobre delfines en el OPO cuando haya alcanzado su LMD.

*Los gobiernos participantes recomiendan que todos los países miembros de la CIAT y demás países partes de este Acuerdo trabajen con diligencia para lograr los objetivos de este Acuerdo y en particular hagan lo posible por tomar medidas que aseguren que países actualmente no partes de este Acuerdo pero que tengan barcos con la capacidad y la intención de pescar atunes asociados con delfines en el OPO se suscriban al Acuerdo.*

## ANEXOS

### **Anexo I.**

Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, Estados Unidos de América, México, Nicaragua, Panamá, Vanuatu, Venezuela.

### **Anexo II.**

## EL PANEL DE REVISION

### **I. OBJETIVOS**

Se establece este Panel de Revisión de acuerdo con lo recomendado por la Resolución aprobada en la Reunión Especial de la CIAT celebrada del 21 al 23 de abril de 1992, para revisar e informar sobre el cumplimiento por parte de la flota internacional con los límites de mortalidad detallados y hacer recomendaciones adecuadas.

### **II. FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES:**

El Panel de Revisión deberá:

1. Compilar cada año una relación de barcos calificados para los Límites de Mortalidad de Delfines (LMD) y asignar los LMD para cada año desde 1993 hasta 1999.
2. Revisar todos los viajes realizados en el Océano Pacífico oriental (OPO) por barcos cerqueros de capacidad de acarreo mayor de 400 toneladas cortas.
3. Identificar toda infracción de acuerdos concernientes a la mortalidad de delfines, incluido el presente Acuerdo, y de una resolución aprobada en la Quincuagésima Reunión de la CIAT.
4. Informar a los gobiernos partes de dichos acuerdos o de la resolución aprobada en la Quincuagésima Reunión de la CIAT de las infracciones cometidas por barcos bajo su jurisdicción.

5. Recibir de los gobiernos partes de la resolución aprobada en la Quincuagésima Reunión de la CIAT o este Acuerdo y cuyos barcos pescan atunes en asociación con delfines en el Océano Pacífico oriental información sobre sus acciones en respuesta a infracciones reportadas para los propósitos de monitorear el cumplimiento.
6. Recomendar a todos estos gobiernos un sistema estandarizado de certificación de capitanes y mantener registros de aquellos que han sido capacitados adecuadamente y que se sujetan a los objetivos de la resolución aprobada en la 50ª Reunión de la CIAT o este Acuerdo.
7. Recomendar a todos estos gobiernos sanciones para capitanes individuales, armadores, y observadores que sean consistentes con los objetivos de la resolución aprobada en la 50ª Reunión de la CIAT o este Acuerdo, adecuadas para las infracciones, y estandarizadas entre países.
8. Recomendar a todos estos gobiernos normas mínimas para el aparejo de pesca, actualizarlo de acuerdo con avances tecnológicos, y mantener registros de aquellos barcos que llevan todo el equipo necesario para reducir la mortalidad de delfines y que han realizado los procedimientos requeridos para mantener al barco y al equipo en buenas condiciones de funcionamiento.
9. Recomendar a todos estos gobiernos acciones que se tomarían para asegurar el cumplimiento de la resolución aprobada en la 50ª Reunión de la CIAT o este Acuerdo por cualquier país no parte de los mismos que esté realizando las faenas de pesca de forma inconsistente con la resolución aprobada en la 50ª Reunión de la CIAT o este Acuerdo.
10. Publicar un Informe Anual que:
  - a) Revise la operación del programa y recomiende a estos gobiernos acciones acerca de modificaciones y actualizaciones del cumplimiento consistentes con los objetivos de la resolución aprobada en la Quincuagésima Reunión de la CIAT o este Acuerdo.
  - b) Resuma todas las infracciones identificadas y las acciones tomadas.

### III. COMPOSICION DEL PANEL

El Panel de Revisión será integrado por cinco o más representantes gubernamentales y seis representantes de organizaciones no gubernamentales. De éstos, tres serán representantes de organizaciones ambientalistas y tres de la industria pesquera atunera. Los seis representantes serán designados por los gobiernos miembros. Todo gobierno que sea parte del Acuerdo para la Conservación de Delfines de 1992, y que tenga al menos un barco de capacidad de acarreo superior a las 400 toneladas cortas pescando atunes bajo su bandera en el Océano Pacífico oriental, o que sea miembro de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, podrá ser miembro del Panel. Los representantes gubernamentales tendrán voto; los representantes no gubernamentales serán miembros sin voto. La CIAT proporcionará una Secretaría sin voto para el Panel.

### IV. OPERACION DEL PANEL

El Panel adoptará un Reglamento de Procedimiento para sus actividades en su primera reunión. Después de cada reunión se pondrá a disposición del público un informe sobre las infracciones y asuntos relacionados. El Panel preparará un informe anual sobre sus actividades. Las reuniones del Panel no estarán abiertas al público, y sus miembros no divulgarán ninguna información sobre barcos y personas individuales derivada de registros de revisión o de reuniones del Panel. La información acerca del cumplimiento con las disposiciones del acuerdo será hecha pública por medio de los Informes del Panel.

---



**Anexo III.**

Se deben tomar medidas de protección para los distintos stocks, como sigue:

- i) Si la mortalidad incidental de cualquier stock supera el 2% de la estimación más actual de abundancia absoluta (EAA), pero es menos del 4% de la EAA de ese stock, se emitiría un aviso a todas las flotas;
- ii) Si la mortalidad incidental de cualquier stock supera el 2% de la EAA pero es menos del 4% en dos años consecutivos, se prohibirían durante un año lances sobre ese stock, ya sea en manadas que contienen solamente individuos de ese stock o en manadas mixtas;
- iii) Si la mortalidad incidental de cualquier stock alcanza o supera el 4% de la EAA en un año dado, se prohibirían completamente los lances sobre ese stock en el año siguiente;
- iv) Si la mortalidad incidental de cualquier stock supera el 6% de la EAA, la prohibición de lances permanecería en vigor durante tres años; para el 8%, cuatro años; y para el 10%, cinco años.

Se propone que las EAA de los stocks de delfines del OPO presentados por Wade y Gerrodette a la CBI en 1992, y basados en datos de barcos de investigación del NMFS en el período de 1986-1990, sean usadas para todos estos cálculos hasta que las naciones signatarias decidan las cifras actualizadas a usar. Estas actualizaciones podrían resultar del análisis de datos provenientes de futuros cruceros de investigación, de la calibración de los índices de abundancia relativa con las estimaciones de abundancia absoluta, o de mejoras en la metodología aplicada a los datos actualmente disponibles. El valor de 2% para el reclutamiento neto anual máximo debería también ser cambiado si se desarrollan estimaciones mejores.

**ANTECEDENTES**

En los últimos años ha ido disminuyendo la mortalidad de todos los stocks de delfines involucrados en la pesquería, y desde 1991 la tasa de mortalidad de cada uno de los stocks ha sido inferior al 1% de las estimaciones más recientes de su abundancia absoluta media de 1986-1990. La estimación más conservadora de la tasa máxima de reclutamiento neto anual de delfines es 2%, por lo que tasas de mortalidad incidental inferiores a este nivel no deberían perjudicar la recuperación de los stocks.

La mortalidad incidental de los distintos stocks de delfines en 1991 (basada en mortalidad por lance) es como sigue:

Stock	Abundancia de la población <sup>1</sup>	Mortalidad incidental	Mortalidad porcentual
Manchado nororiental	738,100		
Manchado occidental y/o sureño	1,299,300		
Todos manchados (excepto costero)	2,037,400	13,991	0.69
Tornillo oriental	632,700	5,879	0.93
Tornillo panza blanca	1,020,100	2,974	0.29
Común norteño	477,000	161	0.03
Común central	415,600	3,182	0.77
Común sureño	2,211,500	115	0.01
Otros delfines	2,729,100	990	0.04
Todos	9,523,400	27,292	0.29

<sup>1</sup>Wade y Gerrodette (remitido a la Comisión Ballenera Internacional, 1992)

**Anexo IV.****EL CONSEJO CIENTIFICO ASESOR**

La Comisión Interamericana del Atún Tropical, en su Reunión Especial celebrada en La Jolla, California, en abril de 1992, llegó a un acuerdo sobre un programa multilateral con los objetivos de (1) reducir progresivamente la mortalidad de delfines en la pesquería del OPO a niveles cercanos a cero mediante el establecimiento de límites anuales y (2), con el objetivo de eliminar la mortalidad de delfines en dicha pesquería, buscar métodos ecológicamente razonables de capturar atunes aleta amarilla grandes no asociados con delfines y al mismo tiempo mantener las poblaciones de atún aleta amarilla en el OPO a un nivel que permita capturas máximas sostenibles año tras año.

Basándose en la recomendación del personal científico de la CIAT, los gobiernos participantes aprueban el establecimiento de un Consejo Científico Asesor de especialistas técnicos para asistir al Director en asuntos referentes a investigaciones para (a) modificar la tecnología cerquera actual a fin de reducir la posibilidad de que cause mortalidad de delfines y (b) buscar métodos alternativos de capturar atunes aleta amarilla grandes.

Las funciones y responsabilidades del Consejo serán:

- 1) Reunirse al menos una vez al año.
- 2) Revisar planes, propuestas, y programas de la Comisión a fin de lograr los objetivos (1) y (2), detallados en el inciso 1 de este documento.
- 3) Asesorar al Director en el diseño, facilitación, y dirección de investigaciones para lograr los objetivos (1) y (2) expuestos en el primer párrafo de este documento.
- 4) Ayudar al Director en la busca de fuentes de financiación para estas investigaciones.
- 5) Recomendar al Director otras medidas y acciones que se pudieran tomar para facilitar el cumplimiento de los objetivos del programa de conservación de delfines definido en la Resolución de la Reunión Especial de la CIAT celebrada en La Jolla en abril de 1992.

El Consejo será formado por un máximo de 10 personas, seleccionadas de la comunidad internacional de científicos, expertos en artes de pesca, industriales, y ambientalistas. Los miembros serán seleccionados por el Director, en base a su pericia técnica, y sujeto a la aprobación de la CIAT y los gobiernos participantes.

La secretaría del Consejo será proporcionada por la CIAT.

**APPENDIX 3—ANEXO 3****Statement by Mexico at the  
33rd Intergovernmental Meeting on the Management of Tunas and the  
Conservation of Dolphins in the Eastern Pacific Ocean  
(San Jose, Costa Rica, June 4, 1997)**

On 21 October last year in La Jolla, California, in light of the failure by the U.S. Congress to enact legislation implementing the historic Declaration of Panama, Mexico announced to this body its decision to suspend active participation in the La Jolla Agreement. Nevertheless, in that statement, Mexico professed its full commitment to the principles of the La Jolla Agreement and the subsequent Declaration of Panama; to multilateralism; to the judicious use of renewable resources; to perpetuating the availability of a valuable source of protein and employment to our peoples; to the effective conservation of marine mammals; and to the commitment to the use of sound science for the protection of a delicate and complex ecosystem. Mexico cited the erosion of these principles, as demonstrated by the failure of the U.S. Congress to act, as the reason for suspending our participation in this multilateral body.

Regardless of that decision, Mexico has maintained its cooperation with the International Dolphin Conservation Program through the participation of observers from the IATTC observer program, and through free access for the IATTC to the fleet's activities and findings.

Clearly, all of the nations that are partners in the management of this fishery know how difficult this decision was for Mexico. I would add that through the intervening months, Mexico and its industry have remained true to our commitment to the principles of the La Jolla Agreement through the strict application of national laws and regulations under which Mexico's comprehensive national program operates, and that were established prior to the La Jolla Agreement.

It is with great pleasure and great optimism that, through our presence here, Mexico cautiously moves back towards full participation in this multilateral agreement. Behind this decision are five primary considerations, not the least of which is a direct request from the Foreign Relations Minister of Costa Rica to the Foreign Relations Secretary of Mexico for our presence and participation here.

Second is a petition from Mexico's fishing industry, represented here by Lic. Alfonso Rosiñol, vice-president of the industry chamber. This, I believe, is particularly noteworthy in that it illustrates the true partnership and co-responsibility which exists between the government and industry of Mexico in working towards the common goal of effective management of all of the living marine resources within this fishery.

Also noteworthy is the presence at this meeting of members of the Mexican legislature, concerned about reaching a solution to the tuna embargo.

Third, on 7 October of last year, President Clinton communicated in a letter to President Zedillo his personal commitment that new legislation to fully implement the Declaration of Panama would be reintroduced and considered in the early days of the 105th U.S. Congress. Similar commitments were made to Mexico by the sponsors of this important legislation, and by the leaders of the Senate and the House of Representatives.

Mexico's presence as a participant in this intergovernmental meeting and in the International Review Panel over the past several days is, in large part, a reflection of the fulfillment of those commitments by the United States. The legislation has again cleared the House of Representatives with strong bipartisan support, and is expected to go before the full Senate within the coming weeks.

Fourth, out of respect for our partners in the La Jolla Agreement who have, with Mexico, sacrificed so very much in order to create and sustain what is universally regarded as the most successful voluntary marine conservation and international fisheries management agreement in the world today. Finally, Mexico relishes the prospect of taking what is the best program in the world and making it even better through full implementation of the Declaration of Panama.

It is important for all of us, as we anticipate implementation of the Declaration of Panama, to keep in mind the statements and the tactics of those seeking to thwart enactment of the International Dolphin Conservation Program Act by the U.S. Congress. Specifically, there will continue to be efforts by these detractors to kill the Declaration of Panama through amendments to the legislation that would undermine the viability of this multilateral program. The objective of these amendments is to maintain as sacrosanct the current definition of "dolphin safe" and to create multiple labels. Such changes are clearly inconsistent with the letter and the spirit of the Declaration of Panama in that they would maintain an effective market closure to tuna caught in association with dolphins through the creation of opportunities for groups with direct economic interests to promote consumer boycotts against industries and markets. The effect of this activity, as we have seen from the body of science and the presentations of Dr. Joseph, is to promote a concentration of fishing effort on so-called "dolphin-safe" fishing methods that are scientifically proven to be inefficient and damaging to the resources of the Eastern Tropical Pacific, the Atlantic, and the Indian Oceans, and everywhere in the world where legislation and policy induces production effort on the catch of juveniles.

In closing, Mexico's presence and participation should, at the first, be seen as a recognition of the tremendous progress made over the past several months by the U.S. Administration and Congress towards enactment of legislation to implement the Declaration of Panama. But, more importantly, it should be considered as an acknowledgement of the fact that full implementation of the Declaration of Panama, without deviation, can only be supported, promoted and accomplished through the demonstration of absolute unity among the nations committed to this program and this historic agreement.

---

#### DECLARACION DE MEXICO

#### **33ª Reunión Intergubernamental sobre la Administración de los Atunes y la Conservación de los Delfines en el Océano Pacífico Oriental (San José de Costa Rica, 4 de junio de 1997)**

El pasado 21 de octubre en La Jolla, California, México anunció su decisión de suspender su participación activa en el Acuerdo de La Jolla, a la luz del fracaso por parte del Congreso estadounidense de promulgar la legislación que implementaría la Declaración de Panamá. No obstante, en dicha ocasión México expresó su pleno compromiso con los principios del Acuerdo de La Jolla y de la Declaración de Panamá, es decir, con el multilateralismo; con el uso responsable de los recursos renovables; el mantenimiento permanente de la disponibilidad de una valiosa fuente de proteína y empleo para nuestros pueblos; con la conservación efectiva de los mamíferos marinos; y con el compromiso de utilizar la mejor ciencia para la protección de un ecosistema delicado y complejo. Ante el fracaso del Congreso estadounidense para actuar, México señaló la erosión de estos principios, como la razón para suspender su participación activa en este foro multilateral.

Independientemente de la decisión, México ha mantenido su Programa Nacional para el Aprovechamiento del Atún y Protección de Delfines, así como la cooperación con el Programa Internacional de Conservación del Delfín, a través de la participación de observadores del Programa de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), y mediante el acceso a la información sobre las actividades y experiencias de nuestra flota.

Claramente todas las naciones que comparten con México la responsabilidad del manejo de esta pesquería saben lo difícil que resultó nuestra decisión. Añadiría que en estos ocho meses, México y su industria nos hemos mantenido firmes en nuestro compromiso con los principios del Acuerdo de La Jolla, mediante la estricta aplicación de las leyes y regulaciones nacionales, bajo las cuales opera integralmente el Programa nacional y que fueron establecidas incluso antes que el Acuerdo de La Jolla.

Es con gran placer y gran optimismo que, mediante nuestra presencia aquí, México regresa, de manera cautelosa, para tener una participación plena en este acuerdo multilateral. Como fundamento de esta decisión hemos evaluado cinco consideraciones, de las cuales destaca la solicitud directa realizada por el Ministro de Relaciones Exteriores de Costa Rica al Canciller mexicano para nuestra participación y presencia aquí, razón suficiente por si misma.

En segundo lugar, está la petición hecha por la industria mexicana, representada aquí por el Sr. Alfonso Rosiñol, Vicepresidente de la Cámara Industrial Pesquera. Consideramos que este hecho es particularmente importante, ya que muestra la auténtica asociación y corresponsabilidad que existe entre el gobierno y la industria de México para trabajar hacia una meta común, el lograr un manejo efectivo de todos los recursos marinos vivos en esta pesquería.

Asimismo, destaca la participación en esta reunión de miembros del Poder legislativo mexicano, quienes preocupados por tener una solución al embargo atunero, están aquí presentes.

Tercero, el pasado 7 de octubre, el Presidente Clinton comunicó en una carta al Presidente Zedillo, su compromiso personal de promover el que la nueva legislación que implementaría de manera efectiva la Declaración de Panamá, fuera reintroducida y considerada por el Congreso en los primeros días de su 105º Período de Sesiones. Compromisos similares con México fueron hechos por quienes apoyan esta importante legislación, y por los líderes del Senado y de la Cámara de Representantes estadounidenses.

La presencia de México como participante en esta reunión intergubernamental y en la del Panel Internacional de Revisión reconoce, en buena medida, el cumplimiento de estos compromisos por parte de Estados Unidos. La legislación ha sido aprobada nuevamente por la Cámara de Representantes, con un fuerte apoyo bipartidista y se espera que sea considerada por el pleno del Senado en las próximas semanas.

Cuarto, como muestra de respeto a nuestros compañeros en el Acuerdo de La Jolla, quienes al igual que México han sacrificado mucho con objeto de crear y mantener lo que universalmente es reconocido como el más exitoso acuerdo voluntario para la conservación marina y el manejo pesquero internacional en la actualidad. Finalmente, México busca hacer realidad la perspectiva de continuar con lo que es hoy el mejor programa en el mundo y eficientarlo aún más, mediante la instrumentación plena de la Declaración de Panamá.

Para todos nosotros es importante, como lo anticipamos en la Declaración de Panamá, tener en cuenta las declaraciones y estrategias de aquellos que buscan obstaculizar la promulgación del Programa Internacional para la Conservación del Delfín por parte del Congreso estadounidense. Específicamente, continuarán los esfuerzos de estos opositores para matar la Declaración de Panamá a través de enmiendas a la legislación que eliminarían la viabilidad de este programa multilateral. El propósito de estas enmiendas es mantener como sacrosanta la definición actual del concepto "libre de delfines" y crear múltiples etiquetados. Dichas modificaciones son claramente inconsistentes con el texto y el espíritu de la Declaración de Panamá, ya que mantendrían el cierre efectivo del mercado para el atún capturado en asociación con delfines, mediante la creación de oportunidades para los grupos con intereses económicos directos para promover bloqueos de los consumidores contra industrias y mercados. El efecto de esta actividad, como hemos visto en la presentación del Dr. Joseph, es promover la concentración del esfuerzo pesquero en lo que conocemos como "pesca libre de delfines", que científicamente está probado ser ineficiente y que daña los recursos y el ecosistema de los Océanos Pacífico Oriental, Atlántico e Indico, y en todo lugar en el mundo, donde la legislación y la política pesquera inducen al sector productivo a capturar juveniles.

Para concluir, la presencia y participación de México debe verse, en principio, como un reconocimiento al enorme progreso logrado en los meses pasados por parte de la Administración y Congreso estadounidenses hacia la promulgación de la legislación que implemente la Declaración de

Panamá. Pero, más importante que eso, debe considerarse como la convicción de que la implementación plena de la Declaración de Panamá, sin ninguna desviación, solo puede ser apoyada, promovida y completada mediante la demostración de una absoluta unidad entre las naciones comprometidas con este programa y con este histórico acuerdo.

**APPENDIX 4—ANEXO 4**  
**INTERNATIONAL REVIEW PANEL**  
**RULES OF PROCEDURE**

**Government members**

- Rule I. a) The Review Panel (“the Panel”) shall be composed of representatives of governments party to the Agreement approved in La Jolla on 18 June 1992 which have at least one vessel of carrying capacity greater than 400 short tons participating in the fishery under their flag or which are members of the Inter-American Tropical Tuna Commission (IATTC) (“government members”). There shall be six additional members of the Panel (“non-government members”): three representatives of environmental organizations and three representatives of the tuna-fishing industry, to be elected by the government members in accordance with these rules.
- b) In the performance of its duties and functions, the Panel may request the technical and scientific services of, and confirmation from, official agencies of the participating governments and any international, public, or private institution or organization, or any private individual.

**Non-government members**

- Rule II. a) The first non-government members appointed to the Panel shall serve until the commencement of the first regular meeting of the Panel held in 1997.
- b) Non-government members elected to the Panel subsequently shall serve from the commencement of the first regular meeting of the Panel<sup>1</sup> held in the year of their election until the commencement of the first regular meeting of the Panel held two years later.
- c) In any year in which the non-government members’ period of participation is due to expire, the Director of the IATTC, in coordination with the member governments, shall seek to ensure that environmental organizations and the tuna industries of all nations party to the Agreement put forward their candidates. These candidatures shall be sent to the Director of the IATTC by February 28 of that year. Nominations shall be accompanied by the proposed non-governmental member’s résumé. Serving non-government members shall be eligible for re-election for a further term.
- d) Once the candidatures are received, the Director of the IATTC shall consult the government members in writing, by March 10 of that year, in order to obtain their votes to elect the new non-governmental members who shall participate in the Panel. The government members shall send their votes to the Director of the IATTC by March 30 of that year. In that election four candidates from each non-governmental sector shall be elected. The three candidates from each sector who win the most votes shall be designated members, while the fourth shall be designated the alternate. In the event of a tie, the Director of the IATTC shall seek the vote of the governmental members to elect the member and the alternate.
- e) Should a non-governmental member’s position fall permanently<sup>2</sup> vacant, he/she shall be replaced by the alternate, and the government members shall be consulted regarding the election of a new alternate, in accordance with the provisions of paragraphs (c) and (d). If additional vacancies occur, the government members shall be consulted within twenty days of the non-governmental member’s departure, in order to seek new candidatures

<sup>1</sup> The regular meeting of the Panel is held at the time of the annual meeting of the IATTC.

<sup>2</sup> A vacancy shall be considered permanent in the following cases: resignation, physical incapacity, or failure to participate in three consecutive meetings of the Panel.

and carry out the voting process. Any such replacement non-government member shall serve on the Panel until the date when the original non-government member's appointment would have expired.

- f) With sufficient reason, the government members may terminate the appointment of a non-government member prior to the expiration of his/her term. The holding or expressing of opinions shall not be sufficient grounds for such termination. In the event of such termination, the non-government member affected shall be entitled to be informed of the grounds for the termination.
- g) Non-governmental members shall give the Director of the IATTC thirty days' notice if they are unable to attend a meeting, in order to allow time to notify the alternate.

#### **Alternates**

- Rule III. Each alternate may attend the meetings of the Panel, but shall have no speaking rights if all the non-governmental members of his/her respective sector are present.

#### **Voting**

- Rule IV. Only government members shall have voting rights. Each government member shall have one vote, and that vote may be cast by any authorized delegate of that government.
- Rule V. a) The Panel shall strive to reach a consensus on all matters. In the event that this is not possible, all decisions, resolutions, recommendations, and other official actions of the Panel shall be taken by a majority of at least two thirds of the voting members. Voting at meetings of the Panel shall be by show of hands, or by roll call, as in the opinion of the Presider (see Rule XI.c) appears more suitable.
- b) The Panel may in all matters act by circulating notice in writing of a proposed resolution or action by the government members, provided that such notice and all relevant documentation is sent to all members of the Panel, including the non-government members, at least 14 days prior to the effective date of the resolution.
- c) In matters of urgency, the agreement of the government members may be communicated orally and the decision, resolution, recommendation or other action of the Panel shall be valid notwithstanding that the time limit set out in (b) above is not complied with and that despite best efforts being made it is not possible to circulate the relevant documentation to the non-government members.

#### **Chairperson and Secretariat**

- Rule VI. a) The Chairperson of the Panel shall be elected each year at the regular meeting of the Panel, to be held in accordance with Rule X, and shall serve from the date of his/her appointment until the appointment of another Chairperson. The Panel shall have the power to appoint a new Chairperson at any time if the post falls vacant. The Secretariat shall be provided by the Director of the IATTC.
- b) The term "Chairperson" shall, when referred to in these rules, mean the Chairperson of the Panel elected in accordance with this rule.
- Rule VII. The duties of the Chairperson shall be to:
- a) Subject to the direction of the Panel, set the time and place of all regular meetings of the Panel (see Rule XI.a)
  - b) With the concurrence of two other members of the Panel, convene special meetings of the Panel, as deemed necessary.
  - c) Present to the regular meetings of the Intergovernmental Forum which established this Panel the reports, recommendations, and communications of the Panel.
  - d) Carry out such other duties as may be necessary to achieve the objectives of the Panel.
  - e) Prepare an agenda for each meeting of the Panel.



Rule VIII. The duties of the Secretariat shall be to:

- a) Provide all information required by the Panel to carry out its functions and responsibilities, including, inter alia, review forms listing vessel activities and dolphin mortality by set, and information on the presence, condition, and use of dolphin safety gear.
- b) Prepare minutes of all meetings and draft special reports and documents dealing with the activities of the Panel.
- c) Perform any other tasks requested by the Panel necessary to achieve its objectives.

**Confidentiality**

Rule IX. Members of the Panel and observers shall treat as confidential all records of the activities of individual vessels and/or companies.

**Attendance at meetings**

- Rule X. a) There shall be no restrictions on the number of persons a member government can include in its delegation to an IRP meeting.
- b) Any IATTC member country or country signatory to the Agreement that is not a member of the IRP may be represented by an observer.
  - c) Any country not a member of the IATTC or not signatory to the Agreement may be represented by an observer with the approval of two-thirds of the members of the Panel.
  - d) The Secretariat may invite representatives of intergovernmental organizations as observers, with prior notification of IRP members.
  - e) Observers are limited to two delegates, but may bring more with the approval of two-thirds of the members of the Panel.

**Meetings**

- Rule XI. a) The Panel shall meet at least once each year at the time of the regular Annual Meeting of the IATTC ("regular meeting"), and shall strive to meet at least two additional times, once in September or October and once in January, and at such other times as the Chairperson and two additional members of the Panel deem a special meeting is necessary.
- b) Each meeting of the Panel shall be presided over by a member of the Panel, to be elected by the government members at that meeting.
  - c) The member of the Panel elected to chair a meeting is referred to in these rules as "the Presider".
  - d) The duties of the Presider shall be to:
    - 1) Decide all questions of order raised at the meetings of the Panel, subject to the right of any member to request that any ruling by the Chairperson be submitted to the Panel for decision by vote.
    - 2) Call for votes, and announce the result of the vote to the Panel.
    - 3) Approve the official minutes of all meetings of the Panel.

**Language**

Rule XII. The official languages of the Panel shall be English and Spanish, and members of the Panel may use either language during meetings.

**Contacts**

Rule XIII. The address of the Panel shall be that of the IATTC.

**Amendments**

Rule XIV. These rules of procedure may be amended from time to time as deemed necessary by the Panel and in accordance with the voting procedure noted in Rule V above.

---

**PANEL INTERNACIONAL DE REVISION  
REGLAS DE PROCEDIMIENTO**

**Miembros gubernamentales**

- Regla I. a) El Panel de Revisión ("el Panel") será integrado por representantes de gobiernos partes del Acuerdo aprobado en La Jolla el 18 de junio de 1992 que tengan al menos un barco de capacidad de acarreo superior a las 400 toneladas cortas participando en la pesquería bajo su bandera o que sean miembros de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT) ("miembros gubernamentales"). El Panel consistirá además de seis miembros adicionales ("miembros no gubernamentales"): tres representantes de organizaciones ambientalistas y tres representantes de la industria atunera, elegidos por los miembros gubernamentales de acuerdo con estas Reglas.
- b) En el cumplimiento de sus funciones, el Panel de Revisión podrá solicitar los servicios técnicos y científicos, y confirmación, de agencias oficiales de los gobiernos participantes y de cualquier institución internacional, pública, o privada, o de cualquier individuo particular.

**Miembros no gubernamentales**

- Regla II. a) Los primeros miembros no gubernamentales nombrados para participar en el Panel estarán en funciones hasta el inicio de la primera reunión regular del Panel a celebrarse en 1997.
- b) Los miembros no gubernamentales elegidos subsecuentemente para participar en el Panel estarán en funciones a partir del inicio de la primera reunión regular del Panel<sup>3</sup> celebrada en el año de su elección hasta el inicio de la primera reunión regular del Panel que se celebre dos años después.
- c) En el año en que venza el período de participación de un miembro no gubernamental, el Director de la CIAT, en coordinación con los gobiernos miembros, deberá promover el que las organizaciones ambientalistas y de la industria atunera de todos los países partes del Acuerdo presenten a sus candidatos. Estas candidaturas deberán ser presentadas al Director de la CIAT antes del 28 de febrero de ese año. Cada candidatura deberá ser acompañada por la curricula del miembro no gubernamental propuesto. Los miembros no gubernamentales en funciones podrán ser propuestos para períodos adicionales.
- d) Una vez recibidas las candidaturas, el Director de la CIAT consultará por escrito a los miembros gubernamentales, antes del 10 de marzo de ese año, con objeto de recibir sus votaciones para elegir a los nuevos miembros no gubernamentales que participarán en el Panel. Los miembros gubernamentales deberán enviar sus votaciones al Director de la CIAT antes del 30 de marzo de ese año. En dicha elección, serán seleccionados cuatro candidatos de cada sector no gubernamental. Los tres candidatos de cada sector que reciban el mayor número de votos serán miembros, y el cuarto será designado como suplente. En caso de empate, el Director de la CIAT deberá someter a votación de los miembros gubernamentales para definir al miembro y al suplente.
- e) Si el puesto de un miembro no gubernamental quedara vacante permanentemente<sup>4</sup>, éste será sustituido por el suplente, y los miembros gubernamentales serán consultados para

<sup>3</sup> Se celebra la reunión regular del Panel al mismo tiempo que la reunión anual de la CIAT.

<sup>4</sup> Se considera que existe un vacante permanente en los siguientes casos: renuncia, incapacidad física, o no participar en tres reuniones consecutivas del Panel.

elegir a un nuevo suplente, de conformidad con las disposiciones de los párrafos (c) y (d). Si ocurriesen vacantes adicionales, los miembros gubernamentales serán consultados en los próximos veinte días de la baja definitiva del miembro no gubernamental, con objeto de recibir nuevas candidaturas y llevar a cabo la votación correspondiente. Los sustitutos participarán en el Panel hasta la fecha original de vencimiento del término de servicio del miembro no gubernamental al que suplen.

- f) Con razones suficientes, los miembros gubernamentales podrán dar por terminado el servicio de un miembro no gubernamental antes del vencimiento de su término. La expresión de opiniones no es razón suficiente para tal terminación. Un miembro no gubernamental que termine su servicio de esta forma tendrá derecho a ser informado de las razones de la terminación.
- g) Los miembros no gubernamentales notificarán al Director de la CIAT con 30 días de antelación si no podrán asistir a una reunión del Panel, para permitir notificar al suplente correspondiente.

#### **Suplentes**

- Regla III. Los suplentes podrán asistir a las reuniones del Panel, pero no tendrán derecho a tomar la palabra si todos los miembros no gubernamentales de su respectivo sector están presentes.

#### **Votación**

- Regla IV. Solamente los miembros gubernamentales tendrán derecho a voto. Cada miembro gubernamental tendrá un voto, y ese voto podrá ser emitido por cualquier delegado autorizado de ese gobierno.

- Regla V. a) El Panel procurará llegar a un consenso sobre todo asunto. Si no resulta posible, todas las decisiones, resoluciones, recomendaciones, y demás acciones oficiales del Panel serán tomadas por una mayoría de al menos dos tercios de los miembros con voto. Se votará levantando la mano, o por votación nominal, como en la opinión del Dirigente (ver Regla XI.c) sea más apropiado.
- b) El Panel podrá, en todos los casos, actuar circulando una notificación escrita de una resolución o acción propuesta por los miembros gubernamentales, siempre que dicha notificación y toda la documentación pertinente sea enviada a todos los miembros del Panel, incluyendo los miembros no gubernamentales, por lo menos 14 días antes de entrar en vigor la resolución.
- c) En casos urgentes, la conformidad de los miembros gubernamentales podrá ser comunicada verbalmente, y la decisión, resolución, recomendación, u otra acción del Panel será válida aún cuando no se cumpla el plazo de tiempo detallado arriba en (b) y cuando no sea posible, a pesar de los mejores esfuerzos, hacer llegar la documentación pertinente a los miembros no gubernamentales.

#### **Presidente y Secretaría**

- Regla VI. a) El Presidente del Panel será elegido cada año en la reunión regular del Panel, de acuerdo con la Regla X, y desempeñará el cargo desde la fecha de su nombramiento hasta que sea nombrado otro Presidente. El Panel podrá nombrar un nuevo Presidente en cualquier momento si el puesto queda vacante. La Secretaría será proporcionada por el Director de la CIAT.
- b) El término "Presidente" significará, en estas reglas, el Presidente del Panel elegido de acuerdo con esta regla.
- Regla VII. Los deberes del Presidente serán:
- a) Sujeto a la dirección del Panel, establecer la fecha y sede de las reuniones regulares del Panel (ver Regla XI.a).

- b) Con la concurrencia de dos miembros del Panel, convocar reuniones especiales del Panel, en caso necesario.
- c) Presentar en las reuniones regulares del Foro Intergubernamental que estableció este Panel los reportes, recomendaciones, y comunicaciones del Panel.
- d) Realizar otros deberes que sean necesarias para el cumplimiento de los objetivos del Panel.
- e) Preparar la agenda para cada reunión del Panel.

Regla VIII. Los deberes de la Secretaría serán:

- a) Proveer toda información requerida por el Panel a fin de llevar a cabo sus funciones y responsabilidades, incluyendo, entre otros, formularios de revisión que detallan la actividad de los barcos y la mortalidad de delfines por lance, e información sobre la presencia, condición, y uso del equipo de protección de delfines.
- b) Preparar las actas de todas las reuniones, así como informes especiales y documentos relacionados con las actividades del Panel.
- c) Llevar a cabo cualquier otra tarea requerida por el Panel que sea necesaria para realizar sus objetivos.

#### **Confidencialidad**

Regla IX. Los miembros del Panel y observadores deberán tratar como confidencial todos los registros de las actividades de los barcos y/o de las compañías individuales.

#### **Asistencia a las reuniones**

- Regla X.
- a) No habrá restricciones en el número de personas que un país miembro pueda incluir en su delegación para asistir a una reunión del Panel.
  - b) Todo país miembro de la CIAT o signatario del Acuerdo que no es miembro del Panel podrá asistir en calidad de observador.
  - c) Todo país no miembro de la CIAT ni signatario del Acuerdo podrá asistir en calidad de observador con la aprobación de dos tercios de los miembros del Panel.
  - d) La Secretaría podrá invitar organizaciones intergubernamentales como observadores, con notificación previa a los miembros del Panel.
  - e) Las delegaciones observadoras consistirán de no más de dos personas, pero podrán ser mayores con la aprobación de dos tercios de los miembros del Panel.

#### **Reuniones**

- Regla XI.
- a) El Panel se reunirá por lo menos una vez por año, al mismo tiempo que la Reunión Anual regular de la CIAT ("reunión regular"), y deberá procurar reunirse por lo menos dos veces más, en septiembre u octubre y en enero, y en cualquier otro momento en que el Presidente y otros dos miembros del Panel consideren que una reunión especial sea necesaria.
  - b) Un miembro del Panel presidirá sobre cada reunión del Panel; será elegido por los miembros gubernamentales en esa reunión.
  - c) Se refiere al miembro del Panel elegido para presidir sobre una reunión como "el Coordinador."
  - d) Los deberes del Coordinador serán:
    - 1) Decidir las cuestiones de orden que surjan en las reuniones del Panel, sujeto al derecho de cualquier miembro a pedir que cualquier decisión del Coordinador sea remitida al Panel para una decisión por votación.
    - 2) Llamar a votación y anunciar los resultados al Panel.
    - 3) Aprobar las actas oficiales de las reuniones del Panel sobre las cuales presidió.

**Idioma**

Regla XII. Los idiomas oficiales del Panel serán inglés y español, y miembros del Panel podrán usar cualquiera de los dos durante las reuniones.

**Contactos**

Regla XIII. La dirección postal del Panel será la de la CIAT.

**Enmiendas**

Regla XIV. Estas reglas de procedimiento podrán ser enmendadas si el Panel lo considera necesario y de acuerdo con el procedimiento de votación establecido en la Regla V.

## APPENDIX 5—ANEXO 5

## CONSENSUS OF SANTA MARTA

The governments of Colombia, Costa Rica, Vanuatu, Venezuela and the United States of America, meeting in the city of Santa Marta, Colombia, on February 21, 1997:

## CONSIDERING

- Their commitment to the conservation of ecosystems and the sustainable use of living marine resources;
- That scientific evidence demonstrates that the technique of setting on dolphins to capture tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO) is the most effective method for the protection of the biodiversity and the marine ecosystems and for the rational exploitation of the tuna resources in that area;
- That the use of the fishing technique of setting on dolphins, in accordance with the rules and procedures established within the framework of the La Jolla Agreement and the Declaration of Panama, reduces to the lowest possible level the incidental mortality of marine mammals and by-catch;
- That the fleets participating in the IDCA operate under a system of national and international control unequalled in any fishery of the world;
- That scientific evidence, including the IATTC's studies, indicate that the widespread adoption of the "dolphin safe" fishing practice may harm the biodiversity and endanger the marine ecosystem through the capture and discard of high volumes of juvenile tuna and other marine species encountered through use of those methods and also will lead to a reduction in production of yellowfin tuna between thirty (30%) and sixty (60%) percent in less than two years;
- That the data presented at this intergovernmental meeting regarding marine mammal mortality demonstrate significant further reductions in 1996 achieving success beyond the schedule established in the La Jolla Agreement.

**Emphasize** that the La Jolla Agreement and the Declaration of Panama are the most appropriate multilateral instruments for the conservation of living marine resources in this international fishery, based on solid scientific data, as well as the basis for the use of a revised label signifying "dolphin safe" which in strict sense means that no dolphins died while catching the tuna.

**Express concern** that failure to enact the legislation pending before the U.S. Congress in a manner fully consistent with the letter and spirit of the Declaration of Panama to revise current U.S. labelling standards which promote fishing practices detrimental to the ecosystem, will jeopardize the multilateral cooperation and commitment that have made the management of the EPO tuna fishery a model for the world.

## CONSENSO DE SANTA MARTA

Los Gobiernos de Colombia, Costa Rica, Estados Unidos de América, Vanuatu, y Venezuela, reunidos en la ciudad de Santa Marta, Colombia, el día 21 de febrero de 1997

## CONSIDERANDO

- Su compromiso con la conservación de los ecosistemas y el uso sostenible de los recursos marinos vivos;
- Que la evidencia científica muestra que la técnica utilizada en el Océano Pacífico oriental (OPO) de hacer lances sobre delfines para capturar atún, es el método más efectivo para proteger la

biodiversidad y los ecosistemas marinos y para el aprovechamiento racional de los recursos atuneros en dicha área;

- Que el uso de la técnica pesquera de hacer lances sobre delfines, de acuerdo con las reglas y procedimientos establecidos en el marco del Acuerdo de La Jolla y la Declaración de Panamá, disminuye al mínimo posible los niveles de mortalidad incidental de mamíferos marinos y la captura incidental de fauna acompañante;
- Que las flotas atuneras participantes en el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines operan bajo un estricto sistema nacional e internacional de vigilancia, inigualado por otra pesquería en el mundo;
- Que la evidencia científica, incluyendo los estudios de la Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), indican que la generalización de la pesca conocida como “*dolphin safe*” puede dañar la biodiversidad y pondría en peligro el ecosistema mediante la captura y descarte de elevados volúmenes de atunes juveniles y de otras especies marinas capturadas con el uso de dicho método, y que conduciría a una reducción de la producción de atún aleta amarilla, calculada entre un treinta (30%) y un sesenta (60%) por ciento en un período menor de dos años;
- Que los datos presentados en esta reunión intergubernamental relativos a la mortalidad de mamíferos marinos, muestran, más aún, significativas disminuciones en 1996 alcanzando éxitos más allá de los establecidos en las metas del Acuerdo de La Jolla.

**Enfatizan** que el Acuerdo de La Jolla y la Declaración de Panamá, son los instrumentos multilaterales más apropiados para la conservación de los recursos marinos vivos en esta pesquería internacional, cimentado en sólidos datos científicos, y la vez son la base para el uso de un nuevo etiquetado “*dolphin safe*”, el cual, en estricto sentido significa que ningún delfín ha muerto durante el la captura del atún.

**Expresan preocupación** que de no promulgarse la legislación que se encuentra pendiente en el congreso estadounidense, de conformidad con la letra y el espíritu de la Declaración de Panamá, lo que permitiría revisar los actuales estándares de Estados Unidos sobre el etiquetado del atún que promueven el uso de prácticas pesqueras que van en detrimento del ecosistema, se pondría en peligro la cooperación multilateral y el compromiso, lo cual ha hecho de la administración de la pesquería del atún en el OPO, un modelo para el mundo.

## APPENDIX 6—ANEXO 6

## RESOLUTION OF SANTA MARTA

In recognition of the concerns expressed in the Consensus of Santa Marta, the governments of Colombia, Costa Rica, Vanuatu and Venezuela

**Commend** those working for the enactment, early in this Session of the 105th Congress of the United States, of legislation (Bills of Law HR408 and S39, dated January 7 and 21, 1997, respectively) to fully implement the letter and the spirit of the Declaration of Panama, in particular the President and Vice-President of the United States, the sponsors of the legislation in the House of Representatives and the Senate, as well as environmental, industry and labor organizations, among others.

**Urge** the Administration of the United States of America to carry out their commitments relative to the Declaration of Panama by the prompt enactment of the aforementioned Bills of Law.

---

RESOLUCION DE SANTA MARTA

En reconocimiento de las preocupaciones expresadas en la Declaración de Santa Marta, los gobiernos de Colombia, Costa Rica, Vanuatu y Venezuela

**Felicitan** a aquellos trabajando por la promulgación al comienzo de la 105ª sesión del Congreso de los Estados Unidos de los proyectos de ley denominados S39 y HR408, que implementan de manera completa el lenguaje y espíritu de la Declaración de Panamá, en particular al presidente y vicepresidente de los Estados Unidos, a los patrocinadores de la legislación en el Senado y en la Cámara de Representantes así como a las organizaciones de las comunidades ambientalista, industrial y laboral, entre otros.

**Urgen** a la administración de los Estados Unidos de América, cumplir con los compromisos contraídos en el marco de la Declaración de Panamá, mediante la pronta aprobación de los proyectos de ley HR408 y S39 de fechas 7 y 21 de enero de 1996, respectivamente.



APPENDIX 7—ANEXO 7

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL  
 Statement of Assets, Liabilities, and Fund Balances, September 30, 1997  
 Declaración de Activo, Pasivo, y Balances de los Fondos, 30 de Septiembre de 1997

*Assets—Activo*

Current assets—Activo circulante

Cash and cash equivalents—Efectivo y equivalentes	\$ 775,736
Investments (market value of \$205,356)—Inversiones (valor actual de \$205,356)	30,000
Accounts receivable—Cuentas por cobrar	1,862
Employee advances—Anticipos a los empleados	265,845
Deposits—Depósitos	<u>7,021</u>

Total current assets—Activo total circulante 1,080,464

Real property, at cost—Propiedad raíz, al costo 210,775

\$ 1,291,239

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

Current liabilities (accrued expenses and other liabilities)—Pasivo circulante (costos acumulados y otros pasivos) 305,304

Fund balances—Balances de los fondos

General fund—Fondo general	775,160
Real property fund—Fondo propiedad raíz	<u>210,775</u>

Total fund balances—Balances totales de los fondos 985,935

\$ 1,291,239

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Statements of Revenues and Expenses for the Fiscal Year Ended September 30, 1997—  
Declaración de Ingresos y Gastos Correspondiente al  
Año Fiscal Finalizado el 30 de Septiembre de 1997

<i>Revenue—Ingresos</i>	
Government contributions for joint expenditures—Aportes de los gobiernos a los gastos combinados	
United States of America—Estados Unidos de América	\$ 3,175,542
Japan—Japón	278,000
France—Francia	22,600
Panama—Panamá	500
Vanuatu	500
Costa Rica	—
Nicaragua	—
Venezuela	—
Total government contributions—Total de aportes por los gobiernos	3,477,142
Contract revenues—Ingresos por contrato*	1,268,980
Interest income—Ingresos por intereses	38,572
Other revenues—Otros ingresos	14,250
Total revenues—Ingresos totales	<u>4,798,944</u>
<i>Expenditures—Gastos</i>	
Salaries—Sueldos	1,938,807
Observer costs—Gastos para los observadores	1,034,841
Contract expenditures—Gastos para los contratos	290,447
Employee benefits—Beneficios laborales	330,894
Materials and supplies—Materiales y suministros	468,617
Travel—Viajes	282,645
Rent and utilities—Alquiler y servicios públicos	85,381
Printing and postage—Imprenta y franqueo	69,336
Insurance and taxes—Seguros e impuestos	17,940
Legal and professional—Legales y profesionales	22,500
Miscellaneous—Misceláneos	15,061
Total expenditures—Gastos totales	<u>4,556,469</u>
Excess of revenue over expenditures—Exceso de ingresos sobre gastos	<u>\$ 242,475</u>

\* includes \$1,234,573 in fees collected from owners of fishing vessels carrying observers—incluye \$1,234,573 en cuotas recibidas de armadores de barcos que llevan observadores

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

**Statements of Changes in Fund Balances for the Fiscal Year Ended September 30, 1997—  
Declaración de Cambios en el Balance de los Fondos Correspondiente al  
Año Fiscal Finalizado el 30 de Septiembre de 1997**

	<b>General fund— Fondo general</b>	<b>Real property fund— Fondo propiedad raíz</b>	<b>Total</b>
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
Balance at September 30, 1995 Balance hasta el 30 de septiembre de 1995	\$ 587,542	325,775	913,317
Excess of expenditures over revenue Exceso de gastos sobre ingresos	<u>(169,857)</u>	<u>—</u>	<u>(169,857)</u>
Transfer due to impairment of real property Transferencia por disminución en valor de bienes raíces	<u>115,000</u>	<u>(115,000)</u>	<u>—</u>
Balance at September 30, 1996 Balance al 30 de septiembre de 1996	\$ 532,685	210,775	743,460
Excess of revenue over expenditures Exceso de ingresos sobre gastos	242,475	<u>—</u>	242,475
Balance at September 30, 1997 Balance al 30 de septiembre de 1997	<u>\$ 775,160</u>	<u>210,775</u>	<u>985,935</u>

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION—COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

308

**Statement of Cash Flows for the Fiscal Year Ended September 30, 1997—  
Declaración de Flujos de Fondos Correspondiente al  
Año Fiscal Finalizado el 30 de Septiembre de 1997**

Excess of revenue over expenditures—Exceso de ingreso sobre gastos	\$ 242,475
Adjustments to reconcile excess of revenues over expenditures to net cash provided by operating activities—Ajustes para reconciliar exceso de ingresos sobre gastos con efectivo neto provisto por actividades de operación:	
Decrease in accounts receivable—Reducción en cuentas por cobrar	5,224
Decrease in employee advances—Reducción en anticipos a los empleados	8,877
Increase in accrued expenses and other liabilities—Reducción en gastos acumulados y otro pasivo	<u>14,470</u>
Net cash provided by operating activities—Efectivo neto provisto por actividades de operación	271,046
Cash and cash equivalents at beginning of year—Efectivo y equivalentes al principio de año	<u>504,690</u>
Cash and cash equivalents at end of year—Efectivo y equivalentes al fin de año	<u>\$ 775,736</u>

TUNA COMMISSION

**Schedule of Expenditures by Project, September 30, 1997**  
**Programa de Gastos por Proyecto, 30 de Septiembre de 1997**

Description	Administration	Catch and effort statistics	Biology of tunas and billfishes	Oceanography and meteorology	Tuna and billfish tagging	Tuna-Dolphin Program	Total
Descripción	Administración	Estadísticas de captura y esfuerzo	Biología de atunes y picudos	Oceanografía y meteorología	Marcación de atunes y picudos	Programa Atún-Delfín	Total
Salaries—Sueldos	\$ 193,880	368,373	620,418	19,389	77,552	659,195	1,938,807
Observer costs—Gastos para los observadores	—	—	212	—	—	1,034,629	1,034,841
Contract expenditures—Gastos por contratos	1,839	24,923	158,948	195	12,488	92,054	290,447
Employee benefits—Beneficios laborales	33,056	62,870	105,920	3,298	13,225	112,525	330,894
Materials and supplies—Materiales y pertrechos	35,787	57,021	241,992	1,962	17,075	114,780	468,617
Travel—Viajes	63,406	25,304	84,684	806	12,084	96,361	282,645
Utilities—Servicios públicos	3,584	17,865	21,055	257	5,642	36,978	85,381
Printing and postage—Imprenta y franqueo	4,112	12,688	22,378	509	2,873	26,776	69,336
Insurance—Seguros	859	3,552	4,096	75	881	8,477	17,940
Legal and professional—Legal y profesional	19,999	—	701	—	—	1,800	22,500
Miscellaneous—Miscelánea	868	3,730	2,909	—	1,025	6,529	15,061
	<u>\$ 357,390</u>	<u>576,326</u>	<u>1,263,313</u>	<u>26,491</u>	<u>142,845</u>	<u>2,190,104</u>	<u>4,556,469</u>

## APPENDIX 8—ANEXO 8

CONTRIBUTIONS BY IATTC STAFF MEMBERS PUBLISHED DURING 1997  
CONTRIBUCIONES POR PERSONAL DE CIAT PUBLICADAS DURANTE 1997**Annual Report—Informe Annual**

1995

**Data Report—Informe de Datos**

Owen, R. W. 1997. Oceanographic atlas of habitats of larval tunas in the Pacific Ocean off the Azuero Peninsula, Panama. No. 9

**Outside journals—Revistas externas**

- Joseph, James. 1997. La Comisión Interamericana del Atún Tropical. *Panorama Acuícola*, 3 (1): 4.
- Hinton, Michael G., Ronald G. Taylor, and Michael D. Murphy. 1997. Use of gonad indices to estimate the status of reproductive activity of female swordfish, *Xiphias gladius*: a validated classification method. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull.*, 95 (1): 80-84.
- Wells, Randall S., and Michael D. Scott. 1997. Seasonal incidence of boat strikes on bottlenose dolphins near Sarasota, Florida. *Mar. Mammal Sci.*, 13 (3): 75-80.
- Margulies, Daniel, Vernon P. Scholey, Jeanne B. Wexler, Robert J. Olson, Akio Nakazawa, and Jenny M. Suter. 1997. Captive spawning of yellowfin tuna and the development of their eggs and larvae. *Tuna Newsletter*, (U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Southwest Fish. Center, La Jolla), 126: 4-5.
- Childers, John, and Forrest R. Miller. 1997. Summary of the 1996 U.S. north and south Pacific albacore troll fisheries. *U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., Admin. Rep.*, LJ-97-07: iii, 52 pp.
- Hall, Martin A. 1997. Strategic issues in managing fishery bycatches. *In Solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow*. University of Alaska, Sea Grant College Program, Report 96-03: 29-32.
- Chang, Shui-Kai, and Michael Hinton. 1997. The Inter-American Tropical Tuna Commission and its fishery data collecting and handling systems. *China Fisheries Monthly*, 534: 19-28.
- Scholey, Vernon P. 1997. Construction and operation of a laboratory or aquaculture facility in a developing country. *Rev. Fish. Sci.*, 5 (3): 279-302.
- Margulies, Daniel. 1997. Development of the visual system and inferred performance capabilities of larval and early juvenile scombrids. *Mar. Fresh. Behav. Physiol.*, 30 (2): 75-98.
- Allen, Robin. 1997. La Comisión Interamericana del Atún Tropical. *Com. Perm. Pacíf. Sur, Rev.*, 23: 161-184.
- Hall, Martin A. 1997. Dolphins and other bycatch in the eastern Pacific Ocean tuna purse seine fishery. *Univ. Alaska, Sea Grant College Program, Rep.* 97-02: 35-38.
- García, Marco A., and Martín A. Hall. 1997. Spatial and seasonal distribution of bycatch in the purse seine tuna fishery in the eastern Pacific Ocean. *Univ. Alaska, Sea Grant College Program, Rep.* 97-02: 39-43.
- Bratten, Dave, and Martín Hall. 1997. Working with fishers to reduce bycatch: the tuna-dolphin problem in the eastern Pacific Ocean. *Univ. Alaska, Sea Grant College Program, Rep.* 97-02: 97-100.
- Hall, M. A., and C. Lennert. 1997. Incidental mortality of dolphins in the eastern Pacific Ocean tuna fishery in 1995. *Inter. Whaling Comm., Rep.*, 47: 641-644.