

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

Fishery Status Report—Informe de la Situación de la Pesquería
No. 2

TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2003
ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2003

La Jolla, California
2004



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

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL

**Fishery Status Report–Informe de la Situación de la Pesquería
No. 2**

**TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2003
ATUNES Y PEZES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2003**

**La Jolla, California
2004**

FISHERY STATUS REPORT 2

TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2003

A. The fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean	5
B. Yellowfin tuna	50
C. Skipjack tuna	59
D. Bigeye tuna	64
E. Pacific bluefin tuna	75
F. Albacore tuna	78
G. Swordfish	81
H. Blue marlin	84
I. Striped marlin	87
J. Ecosystem considerations	90

INTRODUCTION

This report provides a summary of the fishery for tunas in the eastern Pacific Ocean (EPO), an assessment of the stocks of tunas and billfishes that are exploited in the fishery, and an evaluation of the pelagic ecosystem in the EPO. The report is based on data available to the IATTC staff in March 2004.

All weights of catches and discards are in metric tons (t). The following abbreviations are used:

Species:

ALB	Albacore tuna (<i>Thunnus alalunga</i>)
BET	Bigeye tuna (<i>Thunnus obesus</i>)
BKJ	Black skipjack (<i>Euthynnus lineatus</i>)
BLM	Black marlin (<i>Makaira indica</i>)
BUM	Blue marlin (<i>Makaira nigricans</i>)
BZX	Bonito (<i>Sarda</i> spp.)
MLS	Striped marlin (<i>Tetrapturus audax</i>)
PBF	Pacific bluefin tuna (<i>Thunnus orientalis</i>)
SFA	Indo-Pacific sailfish (<i>Istiophorus platypterus</i>)
SKJ	Skipjack tuna (<i>Katsuwonus pelamis</i>)
SSP	Shortbill spearfish (<i>Tetrapturus angustirostris</i>)
SWO	Swordfish (<i>Xiphias gladius</i>)
YFT	Yellowfin tuna (<i>Thunnus albacares</i>)

Set types:

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

Ocean areas:

EPO	Eastern Pacific Ocean
WCPO	Western and central Pacific Ocean

Miscellaneous:

OTR	Other
-----	-------

Flags:

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

Fishing gears:

LL	Longline
LP	Pole-and-line
LT	Troll
PS	Purse seine
RO	Recreational

INFORME SOBRE LA SITUACIÓN DE LA PESQUERÍA 2

ATUNES Y PEZES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2003

A. La pesquería de atunes y peces picudos en el Océano Pacífico oriental	44
B. Atún aleta amarilla	57
C. Atún barrilete	63
D. Atún patudo	73
E. Atún aleta azul del Pacífico	77
F. Atún albacora	80
G. Pez espada	83
H. Marlín azul	86
I. Marlín rayado	89
J. Consideraciones del ecosistema	101

INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene un resumen de la pesquería de atunes en el Océano Pacífico oriental (OPO), una evaluación de las poblaciones de atunes y peces picudos que son explotadas en la pesquería, y una evaluación del ecosistema pelágico en el OPO. Se basa en datos disponibles al personal de la CIAT en marzo de 2004.

Se expresa el peso de capturas y descartes en toneladas métricas (t). Se usan las abreviaturas siguientes:

Especies:

ALB	Atún albacora (<i>Thunnus alalunga</i>)
BET	Atún patudo (<i>Thunnus obesus</i>)
BKJ	Barrilete negro (<i>Euthynnus lineatus</i>)
BLM	Marlín negro (<i>Makaira indica</i>)
BUM	Marlín azul (<i>Makaira nigricans</i>)
BZX	Bonito (<i>Sarda spp.</i>)
MLS	Marlín rayado (<i>Tetrapturus audax</i>)
PBF	Atún aleta azul del Pacífico (<i>Thunnus orientalis</i>)
SFA	Pez vela del Indo-Pacífico (<i>Istiophorus platypterus</i>)
SKJ	Atún barrilete (<i>Katsuwonus pelamis</i>)
SPP	Marlín trompa corta (<i>Tetrapturus angustirostris</i>)
SWO	Pez espada (<i>Xiphias gladius</i>)
YFT	Atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)

Tipos de lance:

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

Areas oceánicas:

OPO	Océano Pacífico oriental
WCPO	Océano Pacífico occidental y central

Misceláneos:

OTR	Otros
-----	-------

Pabellones:

BLZ	Belice
BOL	Bolivia
CHN	República Popular China
COL	Colombia
CRI	Costa Rica
ECU	Ecuador
ESP	España
GTM	Guatemala
HND	Honduras
JPN	Japón
KOR	República de Corea
MEX	México
NIC	Nicaragua
PAN	Panamá
PER	Perú
PYF	Polinesia Francesa
SLV	El Salvador
TWN	Taipei Chino
USA	Estados Unidos de América
VEN	Venezuela
VUT	Vanuatu

Artes de pesca:

LL	Palangre
LP	Caña
LT	Curricán
PS	Red de cerco
RO	Deportiva

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

1. The purse-seine and pole-and-line fleet, and catches and landings of tunas and billfishes	5
2. Size compositions of the catches of tunas	9

1. THE PURSE-SEINE AND POLE-AND-LINE FLEET, AND CATCHES AND LANDINGS OF TUNAS AND BILLFISHES

1.1 The purse-seine and pole-and-line fleet

The IATTC maintains detailed records of gear, flag, and fish-carrying capacity for most of the vessels that fish with purse-seine and pole-and-line gear for yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack (*Katsuwonus pelamis*), bigeye (*Thunnus obesus*), and/or Pacific bluefin (*T. orientalis*) tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). Historically, detailed records have not been maintained for most longline vessels, nor for sport-fishing vessels and small craft such as canoes and launches, although recently the staff has begun compiling and maintaining these records for such vessels based in EPO ports, and will continue to do so in the future. The fleet described here includes purse seiners and pole-and-line vessels that have fished all or part of the year in the EPO for these four species.

Historically the owner's or builder's estimates of carrying capacities of individual vessels, in tons of fish, were used until landing records indicated that revision of these estimates was required. The vessels were grouped, by carrying capacity, originally in short tons and later in metric tons, into six size classes.

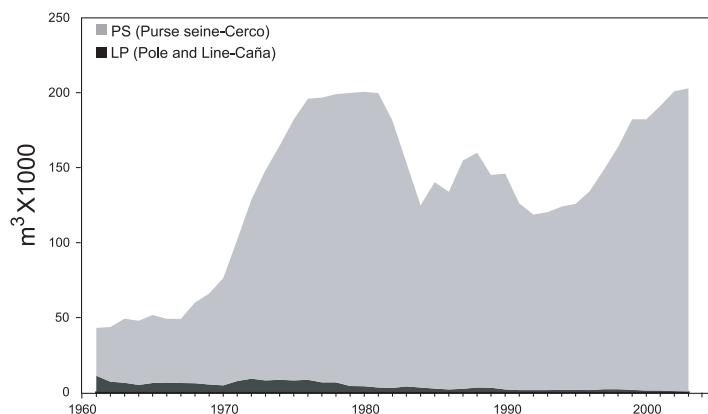
For the past several years the IATTC staff has used well volume, in cubic meters (m^3), instead of weight, in metric tons, to measure the carrying capacities of the vessels. Since a well can be loaded with different densities of fish, measuring carrying capacity in weight is subjective, as a load of fish packed into a well at a higher density weighs more than a load of fish packed at a lower density. Using volume as a measure of capacity eliminates this problem. The size classes and well volumes are as follows:

Class	1	2	3	4	5	6
Volume (m^3)	<53	53-106	107-212	213-319	320-425	>425

The IATTC staff began collecting capacity data by volume in 1999, but has not yet obtained this information for all vessels. For vessels for which reliable information on well volume is not available, the estimated capacity in metric tons is multiplied by 1.17 to convert it to cubic meters. This conversion factor is consistent with the density at which the fish were packed into the wells of the vessels at the time that the size classification was developed. It was also applied to all capacity data for 1961-1998 to facilitate comparisons among years (Table A-1 and figure).

Until about 1960 fishing for tunas in the EPO was dominated by pole-and-line vessels operating in the more coastal regions and in the vicinity of offshore islands and banks. During the late 1950s and early 1960s most of the larger pole-and-line vessels were converted to purse seiners, and by 1961 the EPO surface fleet was dominated by these vessels. From 1961 to 2003 the number of pole-and-line vessels decreased from 93 to 4, and their total well volume from about 11 to 1 thousand cubic meters (m^3). During the same period the number of purse seiners increased from 125 to 217, and their total well volume from about 32 thousand to 202 thousand m^3 , an average of about 931 m^3 per vessel. An earlier peak in numbers and total well volume of purse seiners occurred from the mid-1970s to the early 1980s, when the number of vessels reached 282 and the total well volume about 196 thousand m^3 , an average of about 695 m^3 per vessel.

The construction of new purse seiners, which began during the mid-1960s, resulted in an increase in the total well volume of the purse-seine and pole-and-line fleet from about 49 thousand m^3 in 1966 to about 196 thousand m^3 in 1976. From 1976 to 1981 the total well volume increased slightly. The construction of new vessels continued, but this was mostly offset



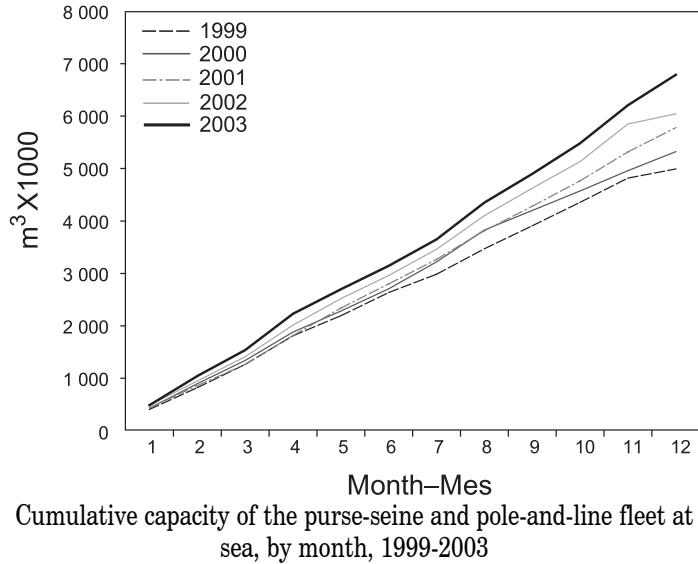
Carrying capacity, in cubic meters of well volume, of the purse-seine and pole-and-line fleets in the EPO, 1961-2003

by losses due to sinkings and vessels leaving the fishery. The catch rates in the EPO were low during 1978-1981 due to concentration of fishing effort on small fish, and the situation was exacerbated by a major El Niño event, which began in mid-1982 and persisted until late 1983 and made the fish less vulnerable to capture. The total well volume then declined as vessels were deactivated or left the EPO to fish in other areas, primarily the western Pacific Ocean, and in 1984 it reached its lowest level since 1971, about 125 thousand m³. In early 1990 the U.S. tuna-canning industry adopted a policy of not purchasing tunas caught during trips during which sets on tunas associated with dolphins were made. This caused many U.S.-flag vessels to leave the EPO, with a consequent reduction in the fleet to about 119 thousand m³ in 1992. With increases in participation of vessels of other nations in the fishery, the total well volume has increased steadily since 1992, and in 2003 was 203 thousand m³.

The 2002 and preliminary 2003 data for numbers and total well volumes of purse seiners and pole-and-line vessels that fished for tunas in the EPO are shown in Tables A-2a and A-2b. The fleet was dominated by vessels operating under the Mexican and Ecuadorian flags during 2003. The Mexican fleet had about 25% of the total well volume during 2003, Ecuador about 24%, Venezuela and Spain about 16 and 6%, respectively, and Bolivia, Colombia, and Vanuatu about 4% each.

Class-6 purse seiners made up about 90% of the total well volume of the purse-seine fleet operating in the EPO during 2003. The cumulative capacity at sea during 2003 is compared to those of the previous four years in the figure.

The monthly average, minimum, and maximum total well volumes at sea (VAS), in thousands of cubic meters, of purse-seine and pole-and-line vessels that fished for tunas in the EPO during 1993-2002, and the 2003 values, are shown in Table A-3. The monthly values are averages of the VAS estimated at weekly intervals by the IATTC staff. The fishery was regulated during some or all of the last four months of 1998-2003, so the VAS values for September-December 2003 are not comparable to the average VAS values for those months of 1993-2002. The VAS values for 2003 exceeded the maximum VAS values for 1993-2002 for every month. The average VAS values for 1993-2002 and 2003 were 89 thousand m³ (59% of total capacity) and 133 thousand m³ (66% of total capacity), respectively.



Cumulative capacity of the purse-seine and pole-and-line fleet at sea, by month, 1999-2003

1.2. Catches and landings

1.2.1. Tunas

1.2.1.a Catches by purse-seine, pole-and-line, and recreational vessels

Estimates of the catches and landings of tunas come from several sources, including logbooks kept by the fishermen, data recorded by observers aboard the vessels, unloading data provided by canneries and other processors, and export and import records. All data for 2003 are preliminary. Estimating the total catch for a fishery is difficult, due to the lack of information on fish that are caught, but, for various reasons, discarded at sea. Data on fish discarded at sea by Class-6 purse-seine vessels have been collected by observers since 1993. This information allows for better estimation of the total amounts of fish caught by the fleet. Estimates of the total amount of catch that is landed (hereafter referred to as retained catch) are based principally on data from unloadings. Annual estimates of the retained and discarded catches of the various species of tunas are shown in Table A-4, which also includes catch data for U.S.-flag sport-fishing vessels. In the case of bluefin, the recreational catches have become an increasingly important component of the total catch in recent years.

The statistics for 2003 are compared to those for 1988-2002. There were no restrictions on fishing for tunas in the EPO during 1988-1997. However, as mentioned previously, there were restrictions on fishing during some or all of the last four months of 1998-2003. Furthermore, regulations placed on purse-seine vessels directing their effort at tunas associated with dolphins have probably affected the way these vessels operate, especially since the late 1980s. Also, as mentioned previously, there was a major El Niño event during 1982-1983, which made the fish less vulnerable to capture. The fishing effort remained relatively low during 1984-1986. During 1997-1998 another major El Niño event occurred in the EPO.

The average annual retained catch of yellowfin in the EPO during 1988-2002 was 278 thousand metric tons (t) (range: 219 to 421 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch of yellowfin in 2003, 399 thousand t, was the second largest on record, exceeding the average for 1988-2002 by 44%. The average amount of yellowfin discarded at sea during 1993-2003 was about 2.0% of the total catch (retained catch plus discards) of yellowfin (range: 0.9 to 2.6%).

During 1988-2002 the annual retained catch of skipjack from the EPO averaged 127 thousand t (range 63 to 266 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch of skipjack in 2003, 260 thousand t, is 105% greater than the average for 1988-2002, and slightly less than the record catch of 1999. The average amount of skipjack discarded at sea during 1993-2003 was about 11.5% of the total catch of skipjack (range: 7.4 to 18.2%).

Prior to 1994 the average annual retained catch of bigeye in the EPO was about 5 thousand t (range: <1 to 15 thousand t). Following the development of fish-aggregating devices (FADs), placed in the water by fishermen to aggregate tunas after 1993, the annual retained catches of bigeye increased from 29 thousand t in 1994 to 35 to 52 thousand t during 1995-1999, to a record high of 70 thousand t in 2000. A preliminary estimate of the retained catch in the EPO in 2003 is 41 thousand t. The average amount of bigeye discarded at sea during 1993-2003 was about 7.1% of the total catch of bigeye (range: 2.7 to 11.3%). It is difficult to distinguish small bigeye from small yellowfin. Therefore, since 2000 a species composition sampling scheme has been used to improve the estimates of the purse-seine catches of tunas in the EPO. This has tended to increase the recorded catches of bigeye and decrease those of yellowfin and/or skipjack.

While yellowfin, skipjack, and bigeye comprise the most significant portion of the retained catches of the purse-seine and pole-and-line fleet in the EPO, bluefin, albacore (*Thunnus alalunga*), bonito (*Sarda* spp.), black skipjack (*Euthynnus lineatus*), and other species contribute to the overall harvest in this area. The total retained catch of these other species by these fisheries was about 4 thousand t in 2003, which is well below the 1988-2002 annual average retained catch of about 8 thousand t (range: 2 to 17 thousand t). The estimated retained and discarded catches of these species for the 1970-2003 period are presented in Table A-4.

The retained catches in the EPO during 2002, by flag, and the landings of EPO-caught tunas taken by purse-seine, pole-and-line, and recreational vessels in the EPO, by country, are given in Table A-5a, and preliminary estimates of the equivalent data for 2003 are given in Table A-5b. The estimated retained catch of all species in the EPO during 2003 was about 704 thousand t, which was about 13% greater than that for 2002, 622 thousand t, and much greater than the average for 1988-2002 of 440 thousand t. Ecuadorian-, Mexican-, and Venezuelan-flag vessels harvested about 28, 26, and 15%, respectively, of the retained catches of all species made in 2003. Other countries with significant catches were Panama (6%), Spain (5%), and Colombia and Vanuatu (4% each).

The landings are fish unloaded from fishing vessels during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is that in which the fish were unloaded or, in the case of transshipments, the country that received the transshipped fish. Preliminary landings data (Table A-5b) indicate that, of the 680 thousand t of tunas landed in 2003, 47% was landed in Ecuador and 25% in Mexico. Other countries with significant landings of tunas caught in the EPO included Colombia (9%) and Costa Rica (6%). 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 by purse-seine vessels in three types of schools, associated with dolphins, associated with floating objects, such as flotsam or FADs, and associated only with other fish (unassociated schools). Estimates of the numbers of purse-seine sets of each type in the EPO during the 1987-2003 period, and the retained catches of these sets, are listed in Table A-6. The estimates for Class-1 to -5 vessels were calculated from logbook data in the IATTC statistical data base, and those for Class-6 vessels were calculated from the observer data bases of the IATTC, Ecuador, the European Union, Mexico, the United States, and Venezuela. The greatest numbers of sets on schools associated with floating objects and on unassociated schools of tuna were made from the mid-1970s to the early 1980s. Despite opposition to fishing for tunas associated with dolphins and the refusal of U.S. canners to accept tunas caught during trips during which sets were made on dolphin-associated fish, the numbers of sets made on fish associated with dolphins decreased only moderately during the mid-1990s, and in 2003 were the greatest recorded.

There are two types of floating objects, flotsam and FADs. The occurrence of the former is unplanned from the point of view of the fishermen, whereas the latter are constructed by fishermen specifically for the purpose of attracting fish. FADs have been in use for about ten years, and their relative importance has increased during this period, while that of flotsam

has decreased, as shown by the data in Table A-7 and the figure.

The average annual distributions of the catches of yellowfin, skipjack, and bigeye, by set type, for purse-seine and pole-and-line vessels in the EPO during 1988-2002 (1994-2002 for bigeye), are shown in Figures A-1a, A-2a, and A-3a, and preliminary estimates for 2003 are shown in Figures A-1b, A-2b, and A-3b. The distributions of the catches of yellowfin and skipjack during 2003 were similar to those of 1988-2002, although some differences are evident. Bigeye are not often caught north of about 7°N. The distribution of the catch of bigeye during 2003 was similar to those of 1994-2002. With the development of the fishery for tunas associated with FADs described above, the relative importance of the nearshore areas has decreased, while that of the offshore areas has increased.

The total retained catch per cubic meter of well volume (C/m^3) for the vessels that fish for tunas in the EPO are presented in Table A-8 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. 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 eight size groups. Yellowfin, skipjack, and bigeye contribute the most to the C/m^3 for the larger vessels, while other species, which include other tunas, and also other miscellaneous fishes, make up an important part of the C/m^3 of the smaller vessels in many years. Bigeye became more important for the larger vessels after 1993.

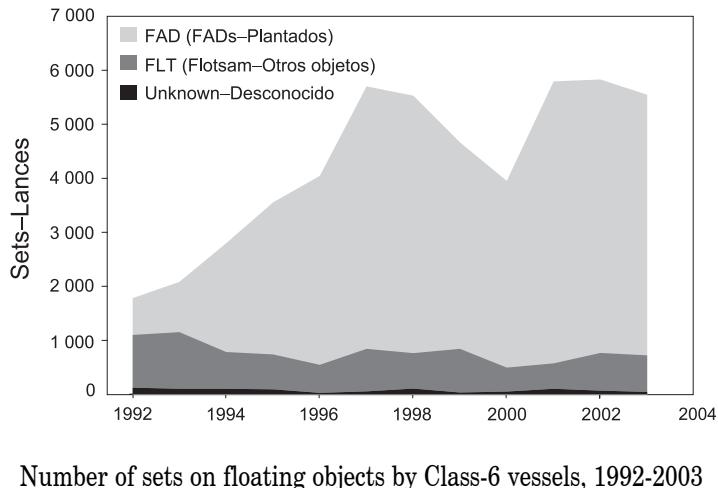
1.2.1.b Catches by other gear types

Data on the retained catches for most of the larger longline vessels operating in the EPO are obtained from the governments of the nations that fish for tunas in the EPO. Information on the catches of tunas by other gear types, including smaller longliners, gillnetters, and many other artisanal vessels are obtained from various sources, including participating governments, fish-processing companies, and import/export records.

Longline vessels, particularly the larger ones, direct their effort primarily at bigeye, yellowfin, and albacore tunas. The annual retained catches of yellowfin, skipjack, bigeye, bluefin, and albacore by these fisheries are shown in Tables A-9a-A-9f. During 1988-2002 the retained catches of yellowfin remained relatively stable, averaging about 21 thousand t (range: 10 to 35 thousand t) per year, or about 7% of the total retained catches of yellowfin. During 1970-1993, prior to the increased use of FADs and resulting greater catches of bigeye by purse-seine vessels, the longline fisheries, on average, accounted for about 93% of the retained catches of this species from the EPO. During 1994-2002 the annual retained catches of bigeye by the longline fisheries ranged from about 33 to 71 thousand t (average: 54 thousand t), or an average of 58% of the total retained catch of bigeye in the EPO. The distribution of the catches of bigeye in the Pacific Ocean during 1990-2000, by gear (longline, purse-seine, and other) is shown in Figure A-4. Small amounts of skipjack are caught by longline vessels, as shown in Table A-9b.

The reported annual catch and effort of longline vessels fishing in the EPO are shown in Table A-10. Data for China, Japan, Korea (1987-2002 only), French Polynesia, Chinese Taipei (1970-2002 catches, and 2002 effort), and the United States are representative of total catch and effort, whereas those of Korea (1975-1986), Mexico, Panama, and Chinese Taipei (effort prior to 2002) are compiled from logbook data and do not represent the totals.

The average weights of tunas caught by the Japanese longline fishery during 1971-1997 ranged from 29.4 to 43.0 kg for yellowfin and 43.4 to 64.2 kg for bigeye. In comparison, the average weights of yellowfin caught in 2003 by sets on dolphin-associated fish, unassociated fish, and fish associated with floating objects ranged from 13.5 to 37.3 kg, 8.7 to 9.6 kg, and 2.6 to 4.6 kg, respectively (Figure A-8a), and those of bigeye caught in association with floating objects ranged from 5.0 to 9.7 kg (Figure A-10a).



Number of sets on floating objects by Class-6 vessels, 1992-2003

Staff members of the IATTC and the National Research Institute of Far Seas Fisheries of Japan have conducted cooperative studies of the Japanese longline fishery in the EPO since the early 1960s, and 11 reports on this fishery, covering the years 1956-1997, have been published in the IATTC Bulletin series.

1.2.2. Billfishes

Swordfish (*Xiphias gladius*) are fished in the EPO with longline gear, gillnets, and harpoons, and occasionally with recreational gear. Most of the commercial catch is retained. Blue marlin (*Makaira nigricans*), black marlin (*M. indica*), striped marlin (*Tetrapturus audax*), shortbill spearfish (*T. angustirostris*), and sailfish (*Istiophorus platypterus*) are fished with longline and recreational gear, and they are occasionally caught by purse-seine vessels. Most of the longline-caught marlins, spearfish, and sailfish are retained, and most of those caught with commercial surface gear, with the exception of blue marlin, are discarded at sea. Information on the commercial catches and bycatches of billfishes in the EPO is given in Table A-11. Little information is available on the recreational catches of billfishes, but they are believed to be substantially less than the commercial catches for all species.

2. SIZE COMPOSITIONS OF THE CATCHES OF TUNAS

2.1. Catches by purse-seine, pole-and-line, and recreational fisheries

Length-frequency samples are the basic source of data used for estimating the size and age compositions of the various species of fish in the landings. This information is necessary to obtain age-structured estimates of the 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, in all of its Annual Reports since that for 1954, and in its Stock Assessment Reports.

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

The methods for sampling the catches of tunas are described in the IATTC Annual Report for 2000. Briefly, the fish in a well of a purse seiner or pole-and-line vessel are selected for sampling only if all the fish in the well were caught during the same calendar month, in the same type of set (floating-object, unassociated school, or dolphin), and in the same sampling area. These data are then categorized by fishery (Figure A-7), based on the staff's most recent stock assessments.

Data for fish caught during the 1998-2003 period are presented in this report. Two length-frequency histograms are presented for each species, except bluefin: the first shows the data by stratum (gear type, set type, and area) for 2003, and the second shows the combined data for each year of the 1998-2003 period. For bluefin, the histogram shows the 1998-2003 catches by commercial and recreational gear, combined. Samples from 872 wells (including 64 from recreational vessels) were taken during 2003. Although a small amount of catch was recorded from pole-and-line vessels in 2003, no samples were taken from these vessels.

There are ten yellowfin surface fisheries defined for stock assessments: four floating-object, two unassociated school, three dolphin, and one pole-and-line (Figure A-7). The last fishery includes all 13 sampling areas. Of the 872 wells sampled, 670 contained yellowfin. The estimated size compositions of the fish caught during 2003 are shown in Figure A-8a. As was the case in 2002, the majority of the yellowfin catch was taken by dolphin sets in the Northern and Inshore areas, but the largest fish, on average, were caught in dolphin sets in the Southern area. The average weights of yellowfin in most areas and fisheries were less than those of 2002, the exceptions being the Inshore floating-object fishery and the Northern dolphin fishery, in which the average weights increased slightly, and the Southern floating-object fishery, in which the average weight remained the same. The majority of the yellowfin catch during 2003 was taken in dolphin sets in the Northern and Inshore areas. Dolphin sets in the Southern area and the two unassociated fisheries took significant catches. The catches by pole-and-line vessels were negligible.

The estimated size compositions of the yellowfin caught by all fisheries combined during 1998-2003 are shown in Figure A-8b. The average weights of yellowfin caught in 2003 were the lowest since 1999. More modes are evident in the graph for 2003 than in those of the previous five years.

There are eight skipjack fisheries defined for stock assessments: four floating-object, two unassociated school, one dolphin, and one pole-and-line (Figure A-7). The last two fisheries include all 13 sampling areas. Of the 872 wells sampled, 531 contained skipjack. The estimated size compositions of the fish caught during 2003 are shown in Figure A-9a. The majority of the skipjack catch was taken in floating-object sets, particularly in the Southern area. The average weights of skipjack caught in floating-object sets during 2003 were greater than those of 2002, except in the Inshore area, where it remained the same. The majority of the skipjack catch during the first quarter of 2003 was taken in unassociated and floating-object sets in the Southern area, and by floating-object sets in the Inshore area. The catches remained high in the Southern and Inshore floating-object fisheries during the second quarter, and, in addition, the catches were high in the Northern floating-object fishery. During the latter half of 2003, the majority of the skipjack was caught in the Equatorial area in the floating-object fishery, and by the fourth quarter nearly half of the skipjack catch was taken in such sets in that area. Negligible amounts of skipjack were caught by pole-and-line vessels.

The estimated size compositions of the skipjack caught by all fisheries combined during 1998-2003 are shown in Figure A-9b. The smaller fish (40 to 50 cm) were caught primarily in the first half of 2003, and the larger ones (60-70 cm) primarily during the second half of the year.

There are seven bigeye surface fisheries defined for stock assessments: four floating-object, one unassociated school, one dolphin, and one pole-and-line (Figure A-7). The last three fisheries include all 13 sampling areas. Of the 872 wells sampled, 165 contained bigeye. The estimated size compositions of the fish caught during 2003 are shown in Figure A-10a. Since 2001, the majority of the bigeye catch has been taken in sets on floating objects in the Southern area, whereas in 2000 the majority of the catch was taken in floating-object sets in the Equatorial area. In addition, significant amounts of bigeye catch were taken in the Northern and Equatorial floating-object fisheries during 2003. A small amount of bigeye was caught in sets on unassociated schools. Negligible amounts of bigeye were taken in floating-object sets in the Inshore area and in dolphin sets. There were no recorded catches of bigeye by pole-and-line vessels.

The estimated size compositions of the bigeye caught by all fisheries combined during 1998-2003 are shown in Figure A-10b. The average weight of the fish has decreased steadily since 2000, when the largest recorded catch of bigeye was taken. The average weight of bigeye caught in 2003 was the lowest since 1998.

Pacific bluefin are caught by surface gear by both commercial and sport-fishing vessels off California and Baja California from about 23°N to 35°N, with most of the catch being taken during May through October. During 2003 bluefin were caught between 25°N and 31°N from January through November. The majority of the catch of bluefin by commercial and recreational vessels was taken during July to September. In the past, commercial and recreational catches have been reported separately. In 2003, however, 64 samples were taken from recreational vessels and only 7 from commercial vessels (from the total of 872 samples for 2003), making it infeasible to estimate the catches and size compositions separately. Therefore, the commercial and recreational catches of bluefin were combined for the 1998-2003 period. The estimated size compositions are shown in Figure A-11. The commercial catch (3,247 t) of bluefin far exceeded the recreational catch (391 t).

Black skipjack are caught incidentally by fishermen who direct their effort toward yellowfin, skipjack, and bigeye tuna. The demand for this species is low, so most of the catch is discarded at sea, but small amounts, mixed with the more desirable species, are sometimes retained. Because only four samples of black skipjack were taken from the 872 wells sampled during 2003, length-frequency histograms for this species are not presented in this report.

2.2. Longline catches

The estimated size compositions of the catches of yellowfin and bigeye by the Japanese longline fishery in the EPO during 1998-2002 are shown in Figures A-5 and A-6. The average weights of both yellowfin and bigeye taken by that fishery have remained about the same throughout its existence. Additional information on the size compositions of those fish is available in IATTC Bulletins describing the Japanese longline fishery.

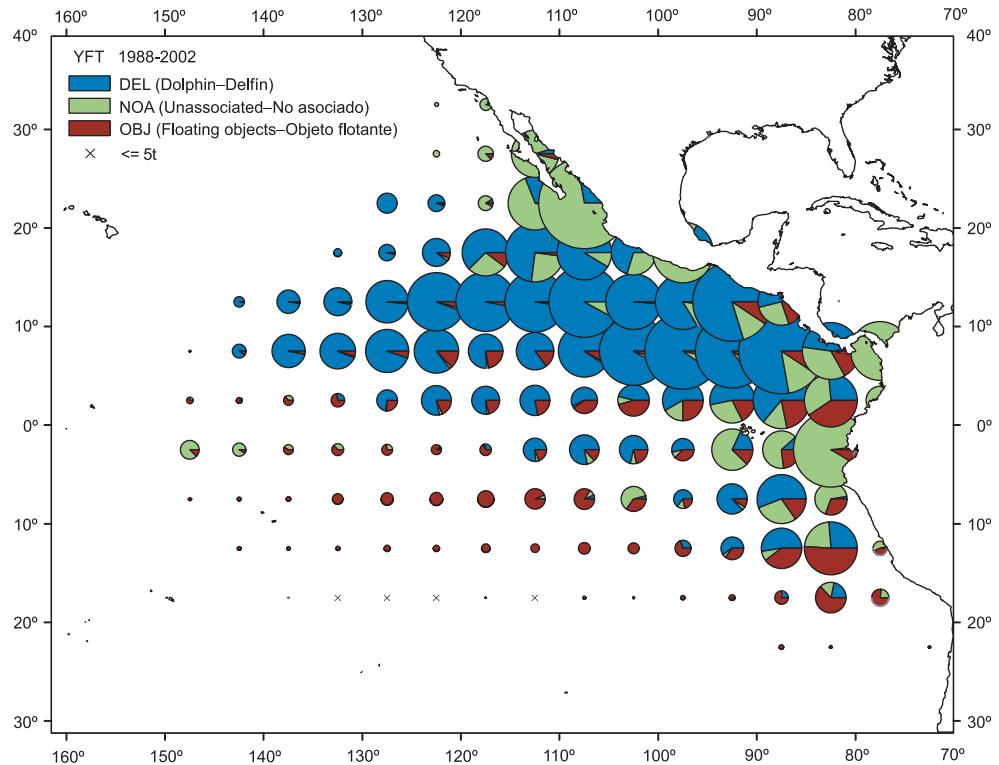


FIGURE A-1a. Average annual distributions of the purse-seine catches of yellowfin, by set type, 1988-2002.

FIGURA A-1a. Distribución media anual de las capturas cerqueras de aleta amarilla, por tipo de lance, 1988-2002.

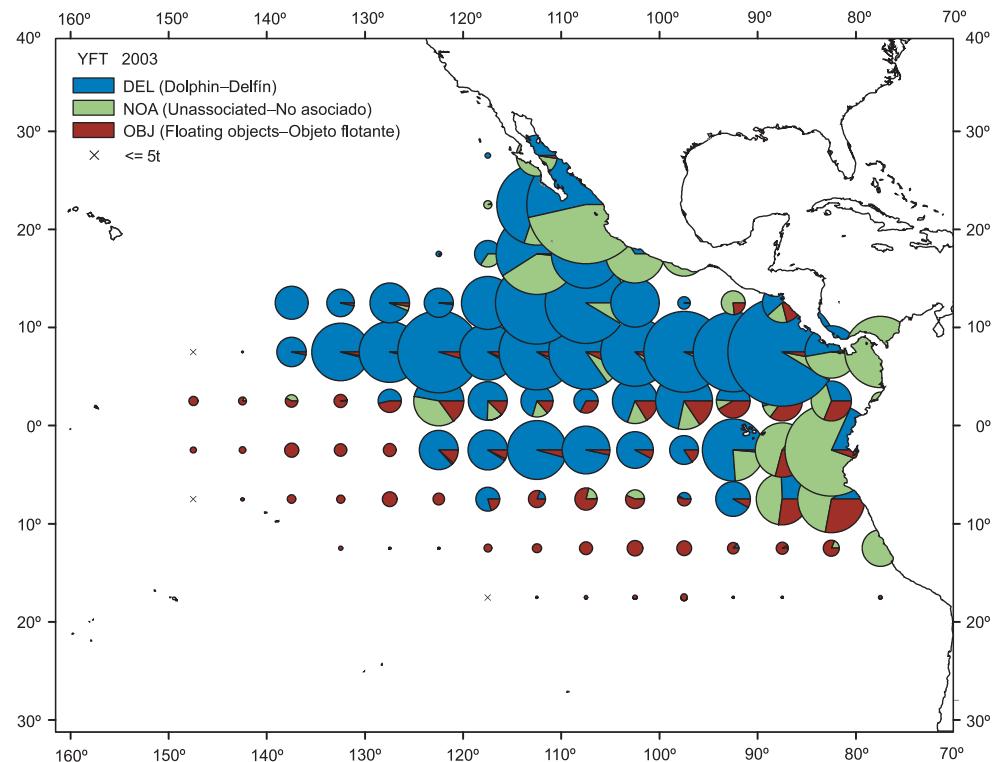


FIGURE A-1b. Average annual distributions of the purse-seine catches of yellowfin, by set type, 2003 (preliminary).

FIGURA A-1b. Distribución media anual de las capturas cerqueras de aleta amarilla, por tipo de lance, 2003 (preliminar).

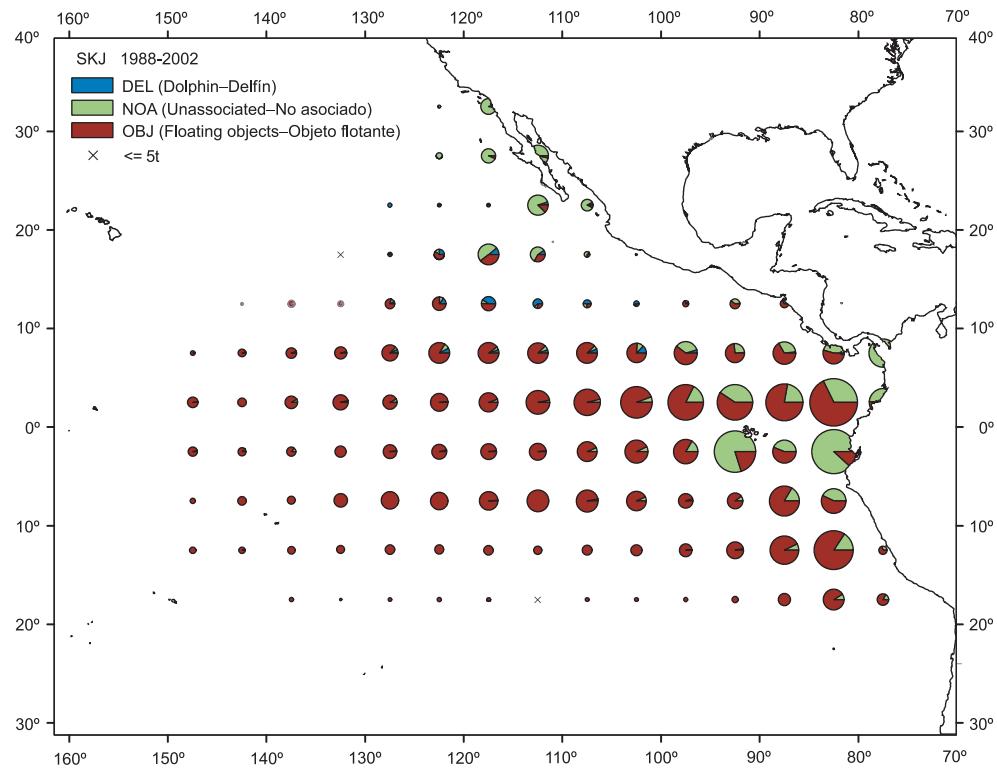


FIGURE A-2a. Average annual distributions of the purse-seine catches of skipjack, by set type, 1988-2002.

FIGURA A-2a. Distribución media anual de las capturas cerqueras de barrilete, por tipo de lance, 1988-2002.

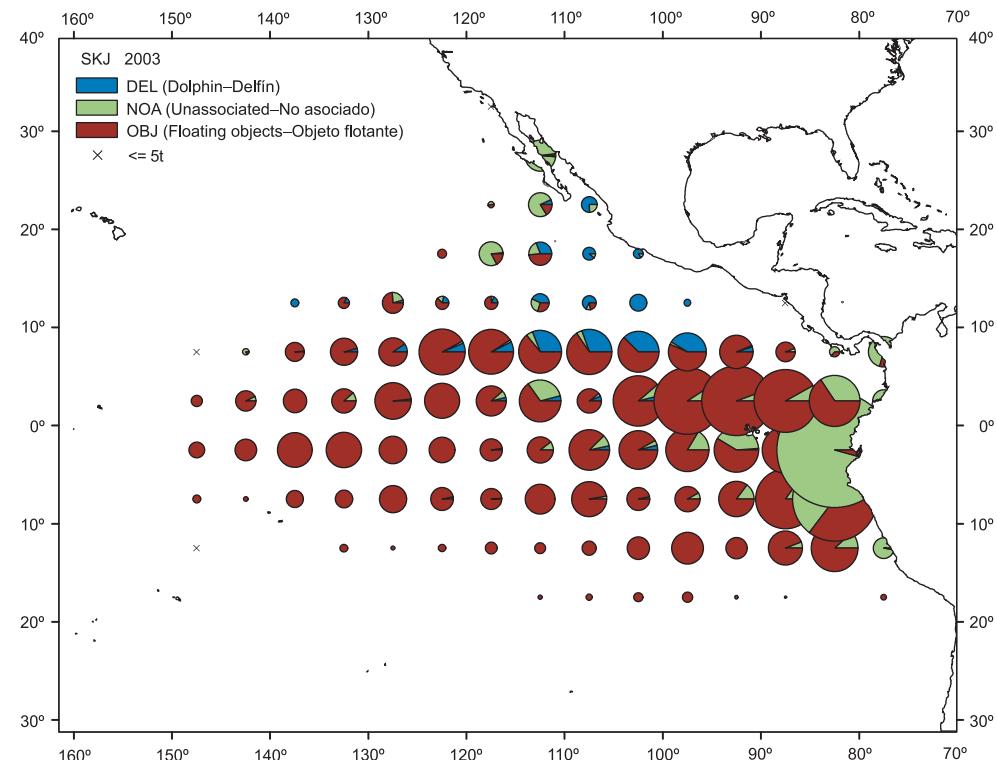


FIGURE A-2b. Average annual distributions of the purse-seine catches of skipjack, by set type, 2003 (preliminary).

FIGURA A-2b. Distribución media anual de las capturas cerqueras de barrilete, por tipo de lance, 2003 (preliminar).

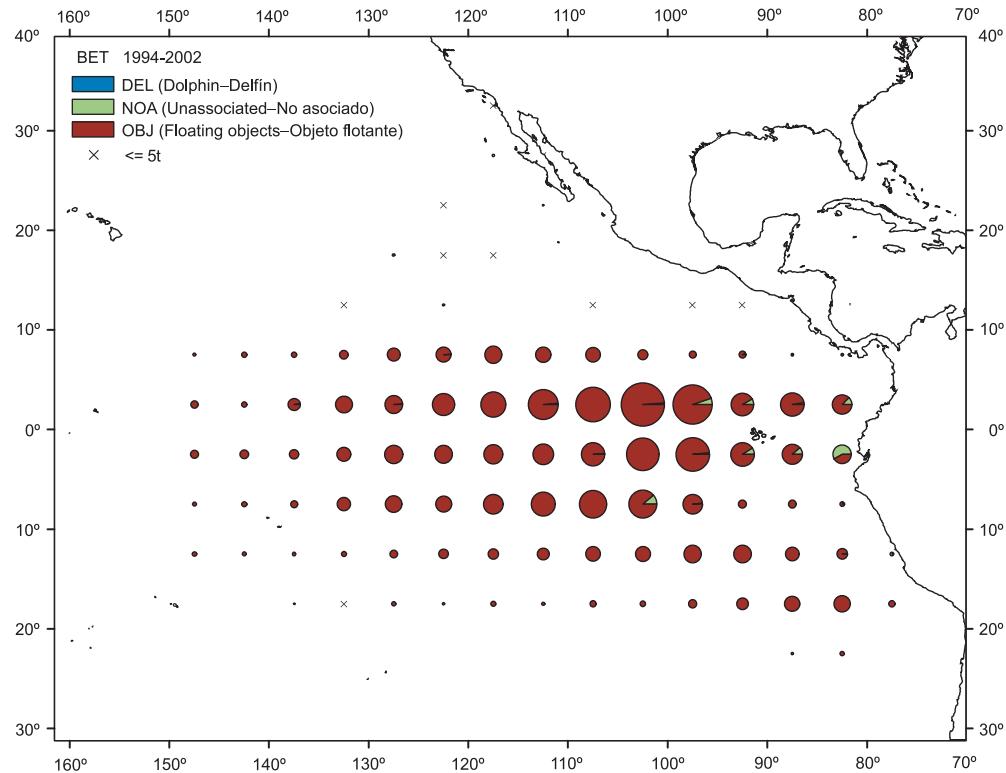


FIGURE A-3a. Average annual distributions of the purse-seine catches of bigeye, by set type, 1994-2002.

FIGURA A-3a. Distribución media anual de las capturas cerqueras de patudo, por tipo de lance, 1994-2002.

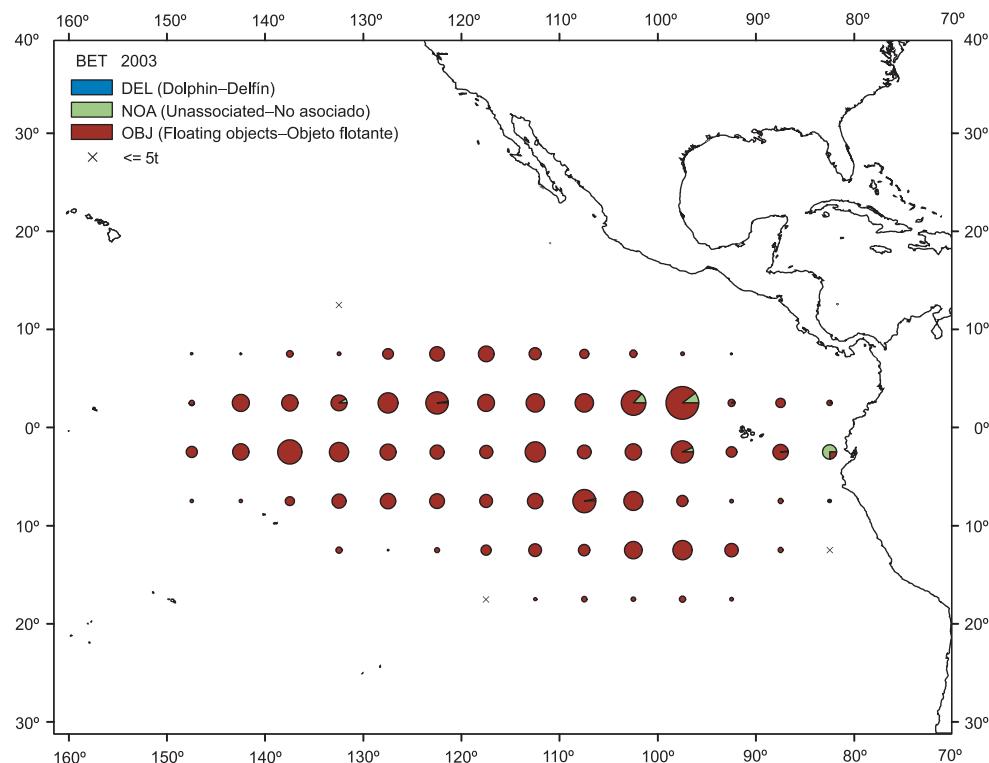


FIGURE A-3b. Average annual distributions of the purse-seine catches of bigeye, by set type, 2003 (preliminary).

FIGURA A-3b. Distribución media anual de las capturas cerqueras de patudo, por tipo de lance, 2003 (preliminar).

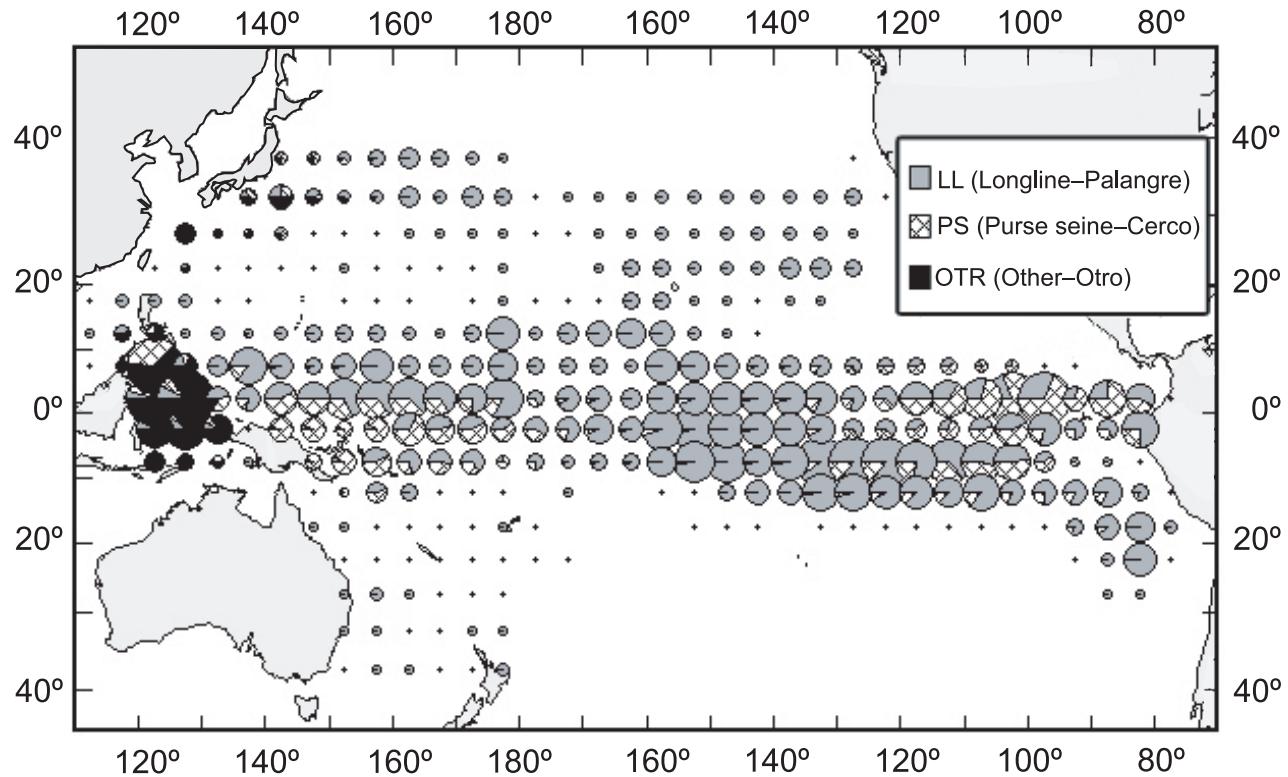


FIGURE A-4. Distribution of catches of bigeye tuna in the Pacific Ocean, in metric tons, 1990-2000 (after Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme, Tuna Fish. Assess. Rep. 4: Figure 37). The sizes of the circles are proportional to the amounts of bigeye caught in those 5° by 5° areas.

FIGURA A-4. Distribución de las capturas de atún patudo en el Océano Pacífico, en toneladas métricas, 1990-2000 (adaptado de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, Ocean Fisheries Programme, Tuna Fish. Assess. Rep. 4: Figura 37). El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de patudo capturado en la zona de 5° x 5° correspondiente.

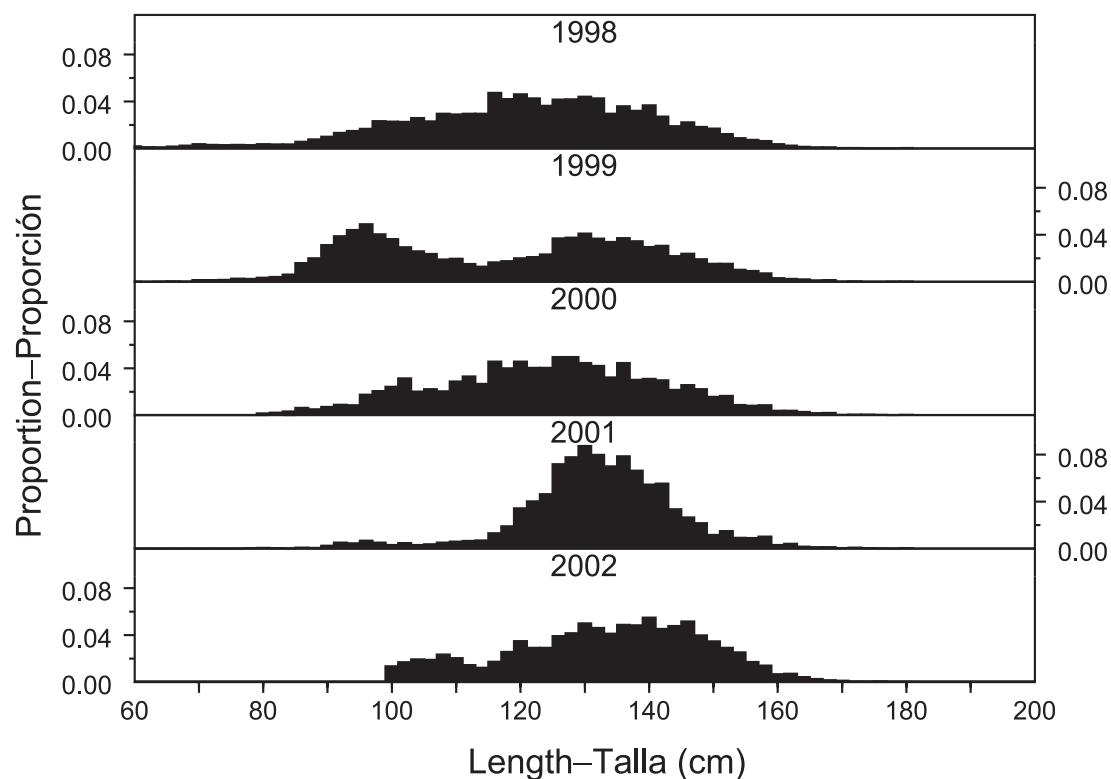


FIGURE A-5. Estimated size compositions of the catch of yellowfin tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 1998-2002.
FIGURA A-5. Composición por tallas estimada de la captura de atún aleta amarilla por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 1998-2002.

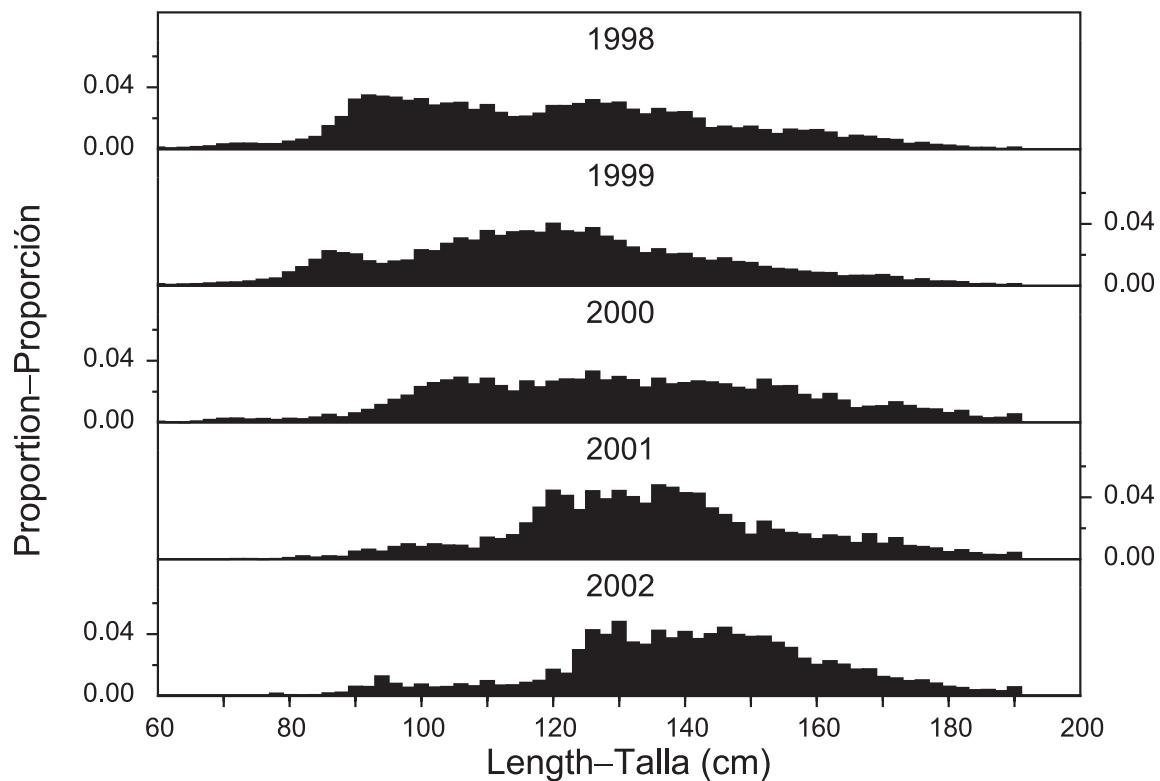


FIGURE A-6. Estimated size compositions of the catch of bigeye tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 1998-2002.
FIGURA A-6. Composición por tallas estimada de la captura de atún patudo por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 1998-2002.

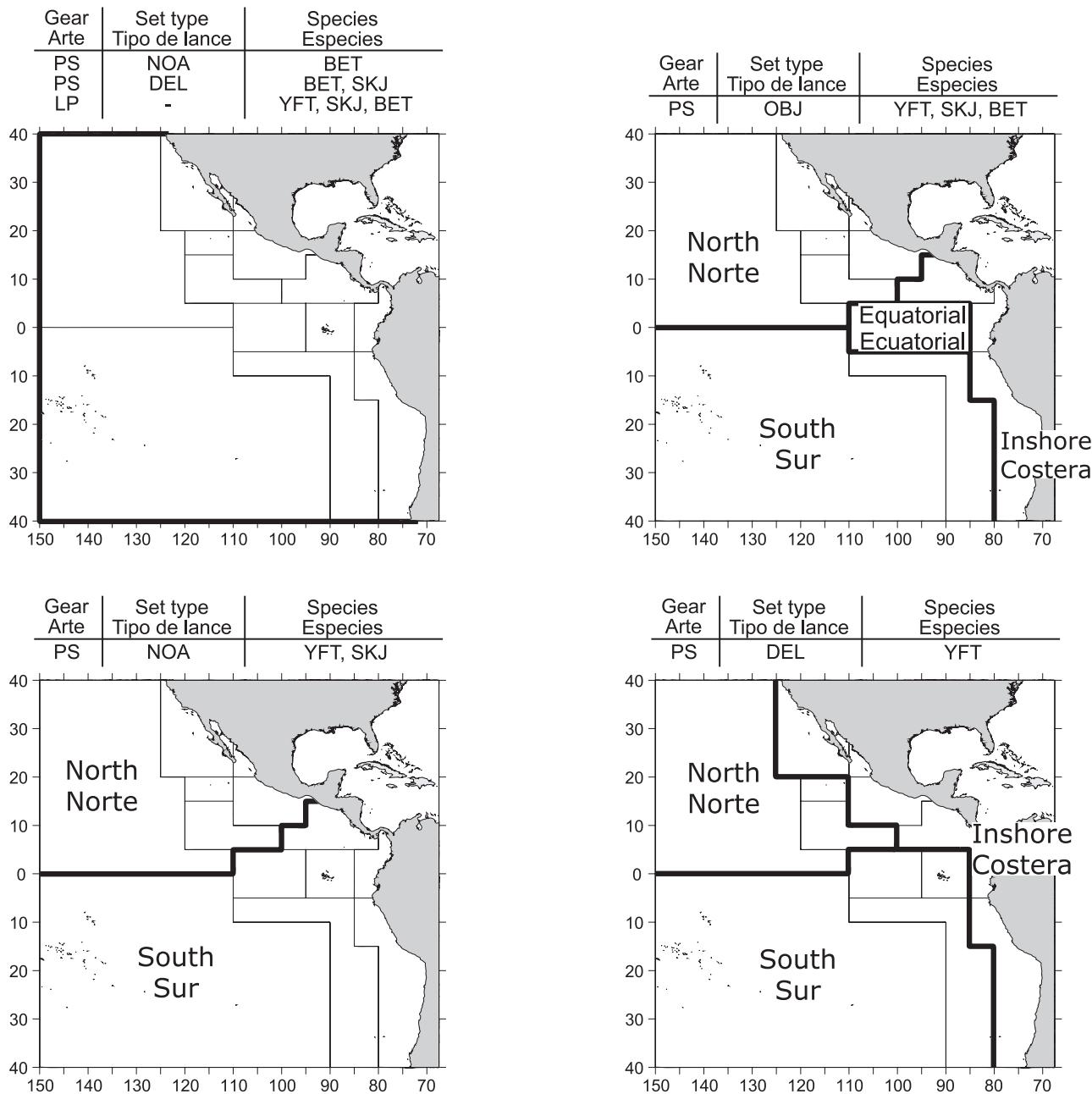


FIGURE A-7. The purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) fisheries defined by the IATTC staff for stock assessment of yellowfin (YFT), skipjack (SKJ), and bigeye (BET) tunas in the EPO. The thin lines indicate the boundaries of the 13 length-frequency sampling areas, and the bold lines the boundaries of the fisheries. OBJ: floating object; DEL: dolphin; NOA: unassociated.

FIGURA A-7. Las pesquerías de cerco (PS) y caña (LP) definidas por el personal de la CIAT para la evaluación de las poblaciones de atún aleta amarilla (YFT), barrilete (SKJ), y patudo (BET) en el OPO. Las líneas delgadas indican los límites de las 13 zonas de muestreo de frecuencia de tallas, y las líneas gruesas los límites de las pesquerías. OBJ: objeto flotante; DEL: delfín; NOA: no asociado.

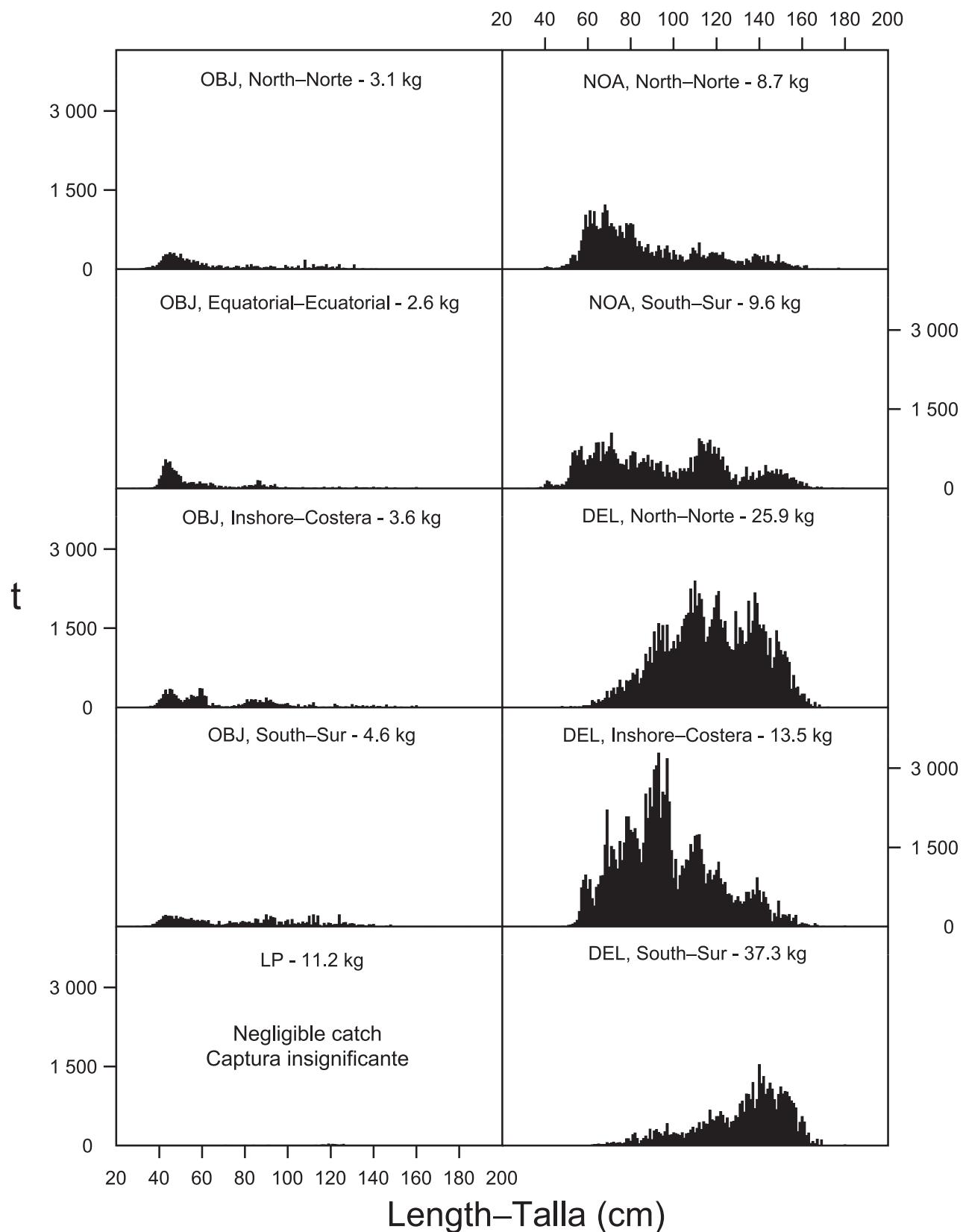


FIGURE A-8a. Estimated size compositions of the yellowfin caught in each of the fisheries illustrated in Figure A-7, 2003. The weight at the top of each panel is the average of the fish in the samples.

FIGURA A-8a. Composición por tallas estimada para el aleta amarilla capturado en cada una de las pesquerías ilustradas en la Figura A-7, 2003. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.

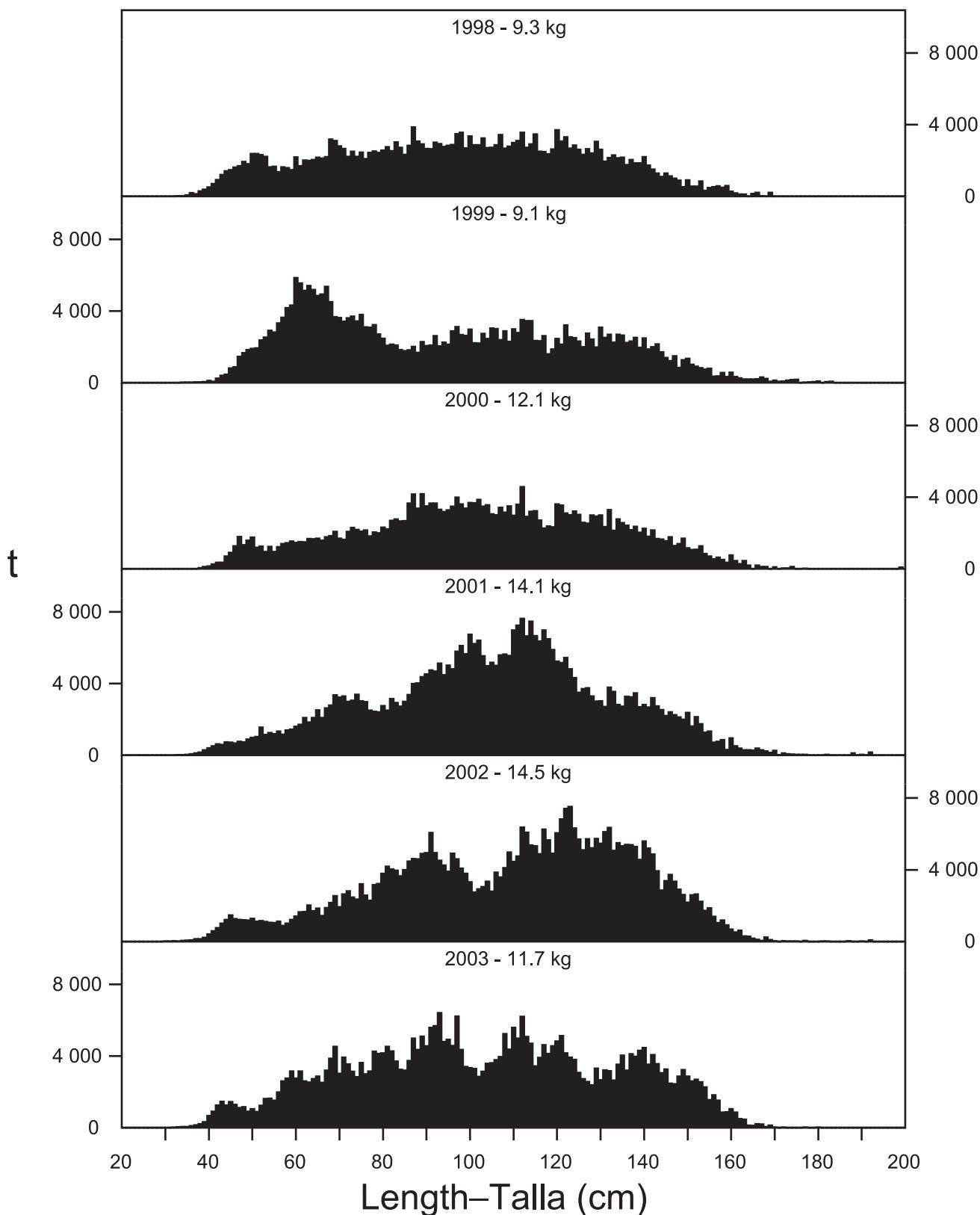


FIGURE A-8b. Estimated size compositions of the yellowfin caught in the EPO during 1998-2003. The weight at the top of each panel is the average of the fish in the samples.

FIGURA A-8b. Composición por tallas estimada para el aleta amarilla capturado en el OPO durante 1998-2003. El peso en cada recuadro es el promedio del pescado en las muestras.

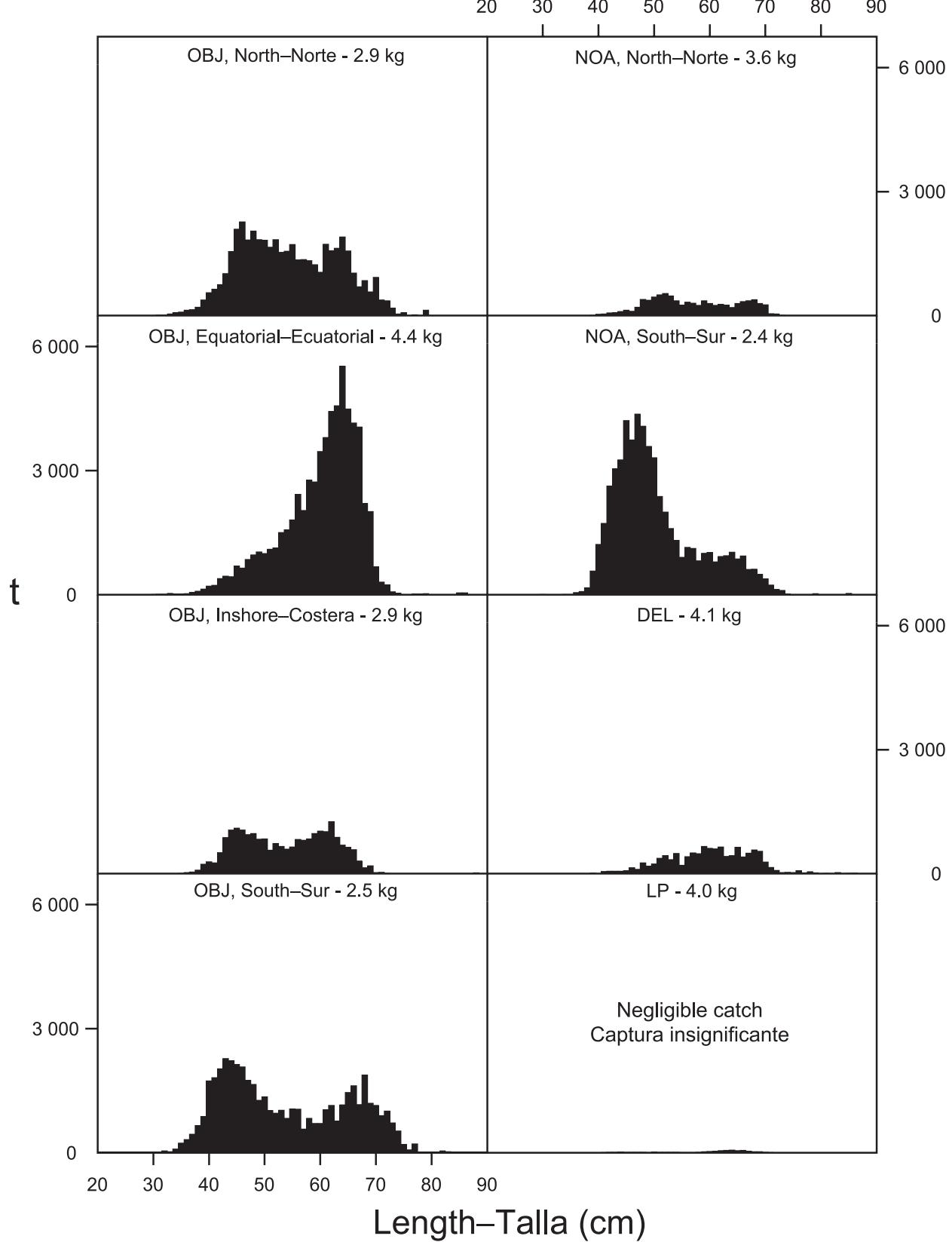


FIGURE A-9a. Estimated size compositions of the skipjack caught in each of the fisheries illustrated in Figure A-7, 2003. The weight at the top of each panel is the average of the fish in the samples.

FIGURA A-9a. Composición por tallas estimada para el barrilete capturado en cada una de las pesquerías ilustradas en la Figura A-7, 2003. El peso en cada recuadro es el promedio del pescado en las muestras.

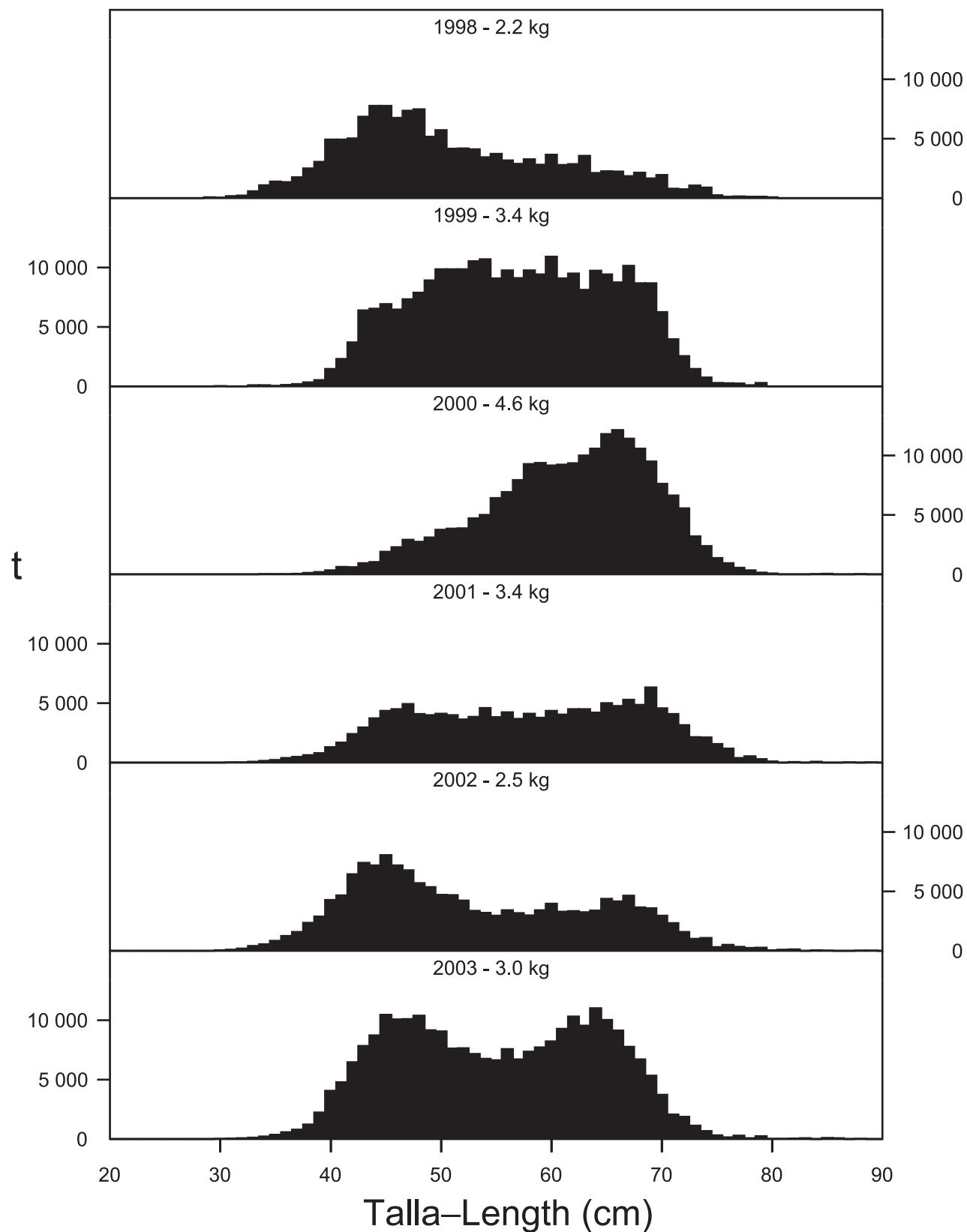


FIGURE A-9b. Estimated size compositions of the skipjack caught in the EPO during 1998-2003. The weight at the top of each panel is the average age of the fish in the samples.

FIGURA A-9b. Composición por tallas estimada para el barrilete capturado en el OPO durante 1998-2003. El peso en cada recuadro es el promedio del pescado en las muestras.

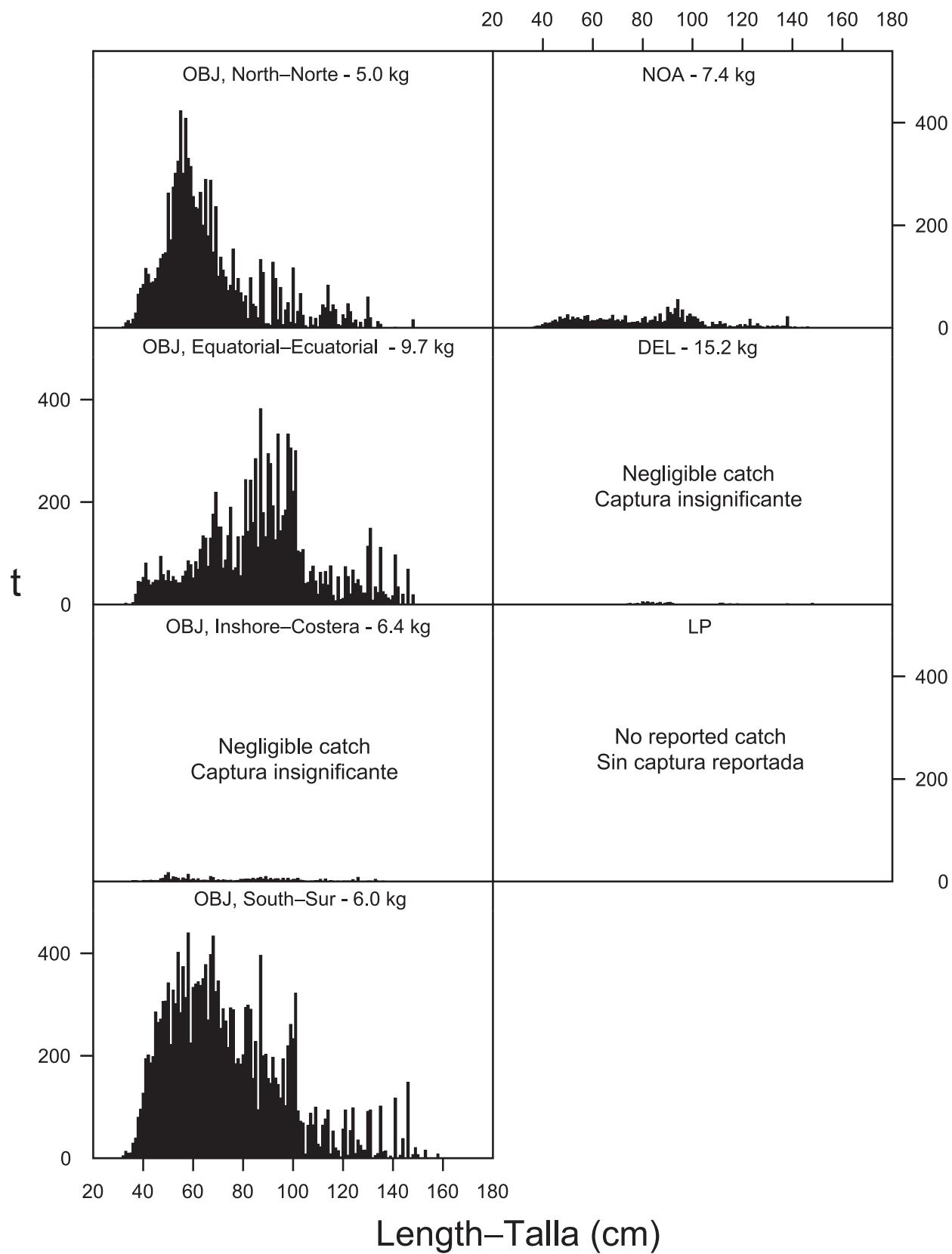


FIGURE A-10a. Estimated size compositions of the bigeye caught in each of the fisheries illustrated in Figure A-7, 2003. The weight at the top of each panel is the average of the fish in the samples.

FIGURA A-10a. Composición por tallas estimada para el patudo capturado en cada una de las pesquerías ilustradas en la Figura A-7, 2003. El peso en cada recuadro es el promedio del pescado en las muestras.

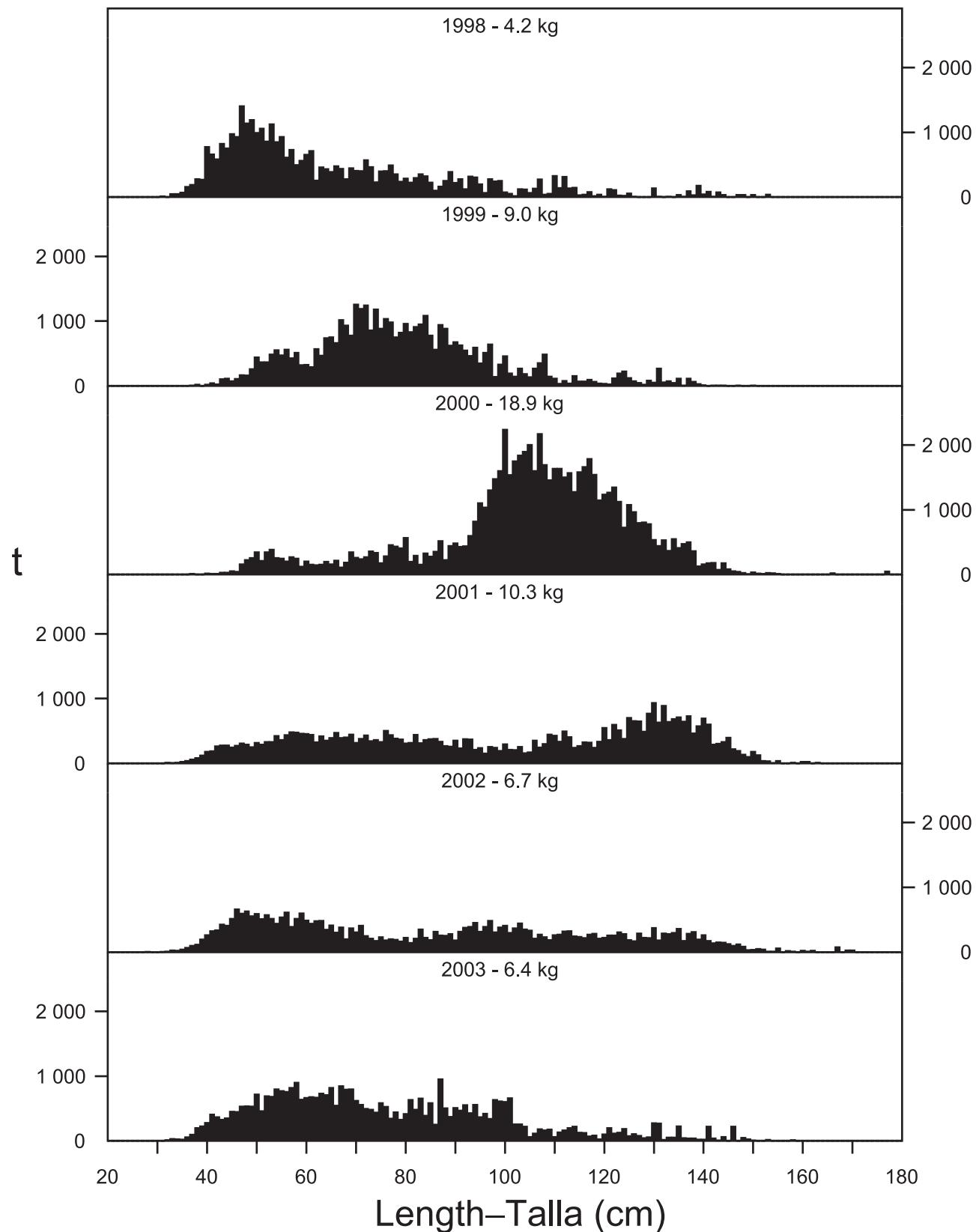


FIGURE A-10b. Estimated size compositions of the bigeye caught in the EPO during 1998-2003. The weight at the top of each panel is the average of the fish in the samples.

FIGURA A-10b. Composición por tallas estimada para el patudo capturado en el OPO durante 1998-2003. El peso en cada recuadro es el promedio del pescado en las muestras.

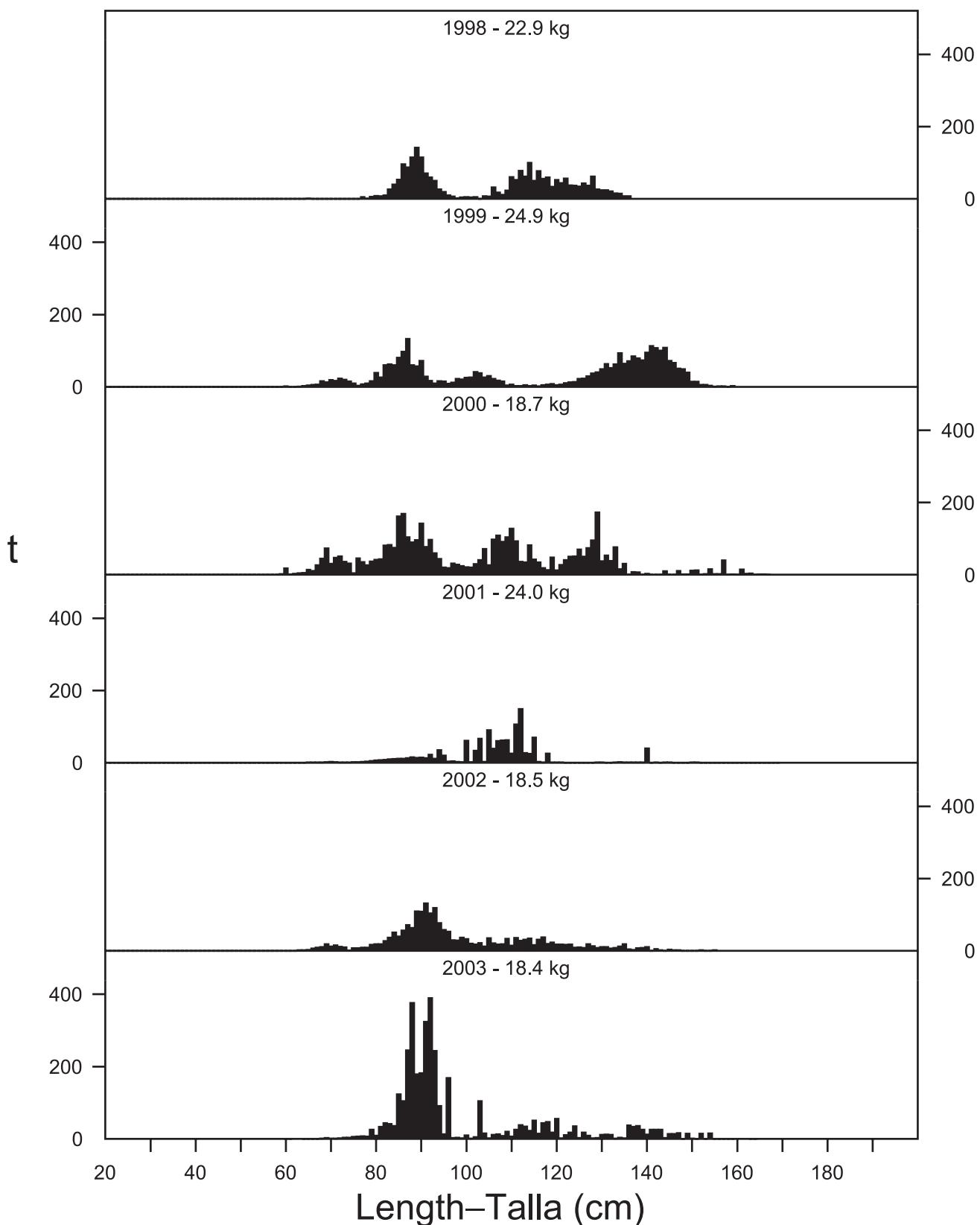


FIGURE A-11. Estimated catches of Pacific bluefin by purse-seine and recreational gear in the EPO during 1998-2003. The values at the tops of the panels are the average weights.

FIGURA A-11. Captura estimada de aleta azul del Pacífico por buques cerqueros y deportivos en el OPO durante 1998-2003. El valor en cada recuadro representa el peso promedio.

TABLE A-1. Numbers and well volumes, in cubic meters, of purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) vessels of the eastern Pacific Ocean (EPO) tuna fleet. The data for 2003 are preliminary.

TABLA A-1. Número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de los buques cerqueros (PS) y cañeros (LP) de la flota atunera del Océano Pacífico oriental (OPO). Los datos de 2003 son preliminares.

	PS		LP		Total	
	No.	Vol (m ³)	No.	Vol (m ³)	No.	Vol (m ³)
1970	162	71,689	58	4,756	220	76,445
1971	191	94,423	168	7,525	359	101,948
1972	210	119,418	182	9,185	392	128,603
1973	219	140,150	134	8,052	353	148,202
1974	234	156,203	118	8,405	352	164,609
1975	253	174,016	111	8,055	364	182,072
1976	254	187,512	137	8,471	391	195,983
1977	253	189,967	116	6,780	369	196,746
1978	271	192,259	118	6,736	389	198,995
1979	282	195,494	50	4,341	332	199,835
1980	270	196,476	50	4,186	320	200,662
1981	251	196,484	41	3,308	292	199,792
1982	223	178,234	40	3,016	263	181,250
1983	215	149,404	60	3,940	275	153,344
1984	175	121,650	40	3,245	215	124,895
1985	178	137,814	25	2,574	203	140,387
1986	166	131,806	17	2,060	183	133,867
1987	177	152,351	29	2,376	206	154,727
1988	189	156,636	36	3,274	225	159,910
1989	178	141,956	30	3,135	208	145,091
1990	172	143,946	23	2,044	195	145,990
1991	155	124,501	19	1,629	174	126,131
1992	160	117,017	19	1,612	179	118,629
1993	152	118,730	15	1,543	167	120,272
1994	167	122,214	20	1,725	187	123,939
1995	175	124,096	20	1,784	195	125,880
1996	183	132,731	17	1,639	200	134,370
1997	194	146,533	23	2,105	217	148,637
1998	203	161,560	22	2,217	225	163,777
1999	208	180,652	14	1,656	222	182,308
2000	205	180,895	13	1,311	218	182,206
2001	205	189,865	10	1,259	215	191,124
2002	218	200,075	6	925	224	201,000
2003	213	202,301	4	526	217	202,827

TABLE A-2a. Estimates of the numbers and well volumes, in cubic meters, of purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) vessels that fished in the EPO in 2002 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 the “Grand total”; therefore, the grand totals may not equal the sums of the individual flags.

TABLA A-2a. Estimaciones del número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de buques cerqueros (PS) y cañeros (LP) que pescaron en el OPO en 2002, por bandera, arte de pesca, y clase de arqueo. Se incluye cada buque en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el “Total general”; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class–Clase de arqueo						Total	Well volume Volumen de bodega
		1	2	3	4	5	6		
Number–Número									
BLZ	PS	-	-	1	-	-	1	2	1,018
BOL	PS	-	-	2	1	-	7	10	7,910
COL	PS	-	-	2	1	2	5	10	7,397
ECU	PS	-	7	12	12	8	37	76	47,609
ESP	PS	-	-	-	-	-	5	5	12,177
GTM	PS	-	-	-	-	-	4	4	7,640
HND	PS	-	-	-	-	-	2	2	1,798
MEX	PS	-	-	5	4	11	36	56	48,274
	LP	-	-	6	-	-	-	6	925
NIC	PS	-	-	-	-	-	1	1	1,229
PAN	PS	-	-	-	2	-	8	10	11,706
PER	PS	-	-	-	-	-	1	1	1,022
SLV	PS	-	-	-	-	-	3	3	5,377
USA	PS	-	-	2	-	-	9	11	13,339
VEN	PS	-	-	-	-	-	24	24	30,784
VUT	PS	-	-	-	-	1	4	5	5,226
Unknown– Desconocido	PS	-	-	-	-	-	1	1	486
Grand total– Total general	PS	-	7	24	20	22	145	218	
	LP	-	-	6	-	-	-	6	
	PS+LP	-	7	30	20	22	145	224	
Well volume–Volumen de bodega m ³									
Grand total– Total general	PS	-	758	4,397	5,566	9,881	179,523	200,075	
	LP	-	-	925	-	-	-	925	
	PS+LP	-	758	5,322	5,566	9,881	179,523	201,000	

TABLE A-2b. Estimates of the numbers and well volumes, in cubic meters, of purse-seine (PS) and pole-and-line (LP) vessels that fished in the EPO in 2003 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 the “Grand total”; therefore, the grand totals may not equal the sums of the individual flags.

TABLA A-2b. Estimaciones del número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de buques cerqueros (PS) y cañeros (LP) que pescaron en el OPO en 2003, por bandera, arte de pesca, y clase de arqueo. Se incluye cada buque en los totales de cada bandera bajo la cual pescó durante el año, pero solamente una vez en el “Total general”; por consiguiente, los totales generales no equivalen necesariamente a las sumas de las banderas individuales.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class–Clase de arqueo						Total	Well volume Volumen de bodega
		1	2	3	4	5	6		
Number–Número									
BLZ	PS	-	-	1	-	-	1	2	695
BOL	PS	-	-	2	1	-	7	10	7,910
COL	PS	-	-	1	1	2	5	9	7,259
ECU	PS	-	5	11	11	9	37	73	47,992
ESP	PS	-	-	-	-	-	5	5	12,177
GTM	PS	-	-	-	-	-	3	3	5,700
HND	PS	-	-	-	-	-	2	2	1,798
MEX	PS	-	-	3	6	11	38	58	50,633
	LP	-	1	3	-	-	-	4	526
PAN	PS	-	-	-	1	-	13	14	17,909
PER	PS	-	-	-	-	-	2	2	2,018
SLV	PS	-	-	-	-	-	3	3	5,377
USA	PS	-	-	2	-	-	6	8	8,665
VEN	PS	-	-	-	-	-	25	25	32,699
VUT	PS	-	-	-	-	-	6	6	7,467
Grand total– Total general	PS	-	5	19	20	21	148	213	
	LP	-	1	3	-	-	-	4	
	PS+LP	-	6	22	20	21	148	217	
Well volume–Volumen de bodega m ³									
Grand total– Total general	PS	-	551	3,552	5,577	9,328	183,293	202,301	
	LP	-	101	425	-	-	-	526	
	PS+LP	-	652	3,977	5,577	9,328	183,293	202,827	

TABLE A-3. Minimum, maximum, and average values, in thousands of metric tons, for monthly capacities of purse seiners and pole-and-line vessels at sea in the EPO during 1992-2003, and the 2003 values.

TABLA A-3. Valores mínimos, máximos, y medios, en miles de toneladas métricas, de la capacidad mensual de buques cerqueros y cañeros en el mar en el OPO durante 1992-2003, y los valores de 2003.

Month Mes	1992-2002			2003
	Min	Max	Ave-Prom	
1	48.9	121.4	84.8	121.6
2	67.9	121.9	93.0	134.0
3	59.7	124.4	90.1	139.4
4	64.2	121.4	92.7	139.9
5	61.7	130.0	89.9	138.7
6	62.7	115.9	92.4	134.1
7	65.0	128.2	92.8	128.6
8	60.3	121.8	91.0	126.7
9	61.0	116.0	91.6	123.8
10	52.9	121.6	90.6	129.5
11	60.0	120.3	86.4	135.3
12	33.1	122.9	75.1	138.7

TABLE A-4. Estimated retained and discarded catches, in metric tons, by purse-seine and pole-and-line vessels of the EPO tuna fleet. “OTR” includes other tunas, sharks, and mis-cellaneous fishes. The 2002 and 2003 data are preliminary. Discard data were first collected by observers in 1993.

TABLA A-4. Estimaciones de capturas retentadas y descartadas, en toneladas métricas, de buques turqueros y canteros de la flota actual de la ONU incluye otros acunes, tiburones, y peces diversos. Los datos de 2002 y 2003 son preliminares. Los observadores toman datos sobre descartes desde 1993.

YFT		SKJ		BET		PBF	
Retained Retenido	Discarded Descartado	Total	Retained Retenido	Discarded Descartado	Total	Retained Retenido	Discarded Descartado
1970	155,642	155,642	55,973	55,973	1,332	3,966	3,966
1971	122,722	122,722	104,520	104,520	2,566	8,360	8,360
1972	177,128	177,128	33,409	33,409	2,238	13,347	13,347
1973	205,253	205,253	43,954	43,954	1,979	10,744	10,744
1974	210,364	210,364	78,803	78,803	890	5,617	5,617
1975	202,186	202,186	124,344	124,344	3,945	9,582	9,582
1976	236,234	236,234	126,354	126,354	10,243	10,645	10,645
1977	198,811	198,811	86,327	86,327	7,051	5,490	5,490
1978	179,923	179,923	169,858	169,858	11,532	5,402	5,402
1979	189,674	189,674	132,024	132,024	7,532	6,127	6,127
1980	159,432	159,432	130,669	130,669	15,421	2,939	2,939
1981	181,805	181,805	119,529	119,529	10,091	1,095	1,095
1982	125,184	125,184	98,551	98,551	4,366	3,156	3,156
1983	94,482	94,482	58,195	58,195	3,260	871	871
1984	145,060	145,060	60,551	60,551	5,936	907	907
1985	216,994	216,994	49,460	49,460	4,396	4,103	4,103
1986	268,314	268,314	63,553	63,553	1,939	5,091	5,091
1987	271,945	271,945	62,020	62,020	776	1,033	1,033
1988	288,992	288,992	85,416	85,416	1,053	1,426	1,426
1989	289,503	289,503	92,403	92,403	1,470	1,229	1,229
1990	273,370	273,370	72,580	72,580	4,711	1,576	1,576
1991	239,036	239,036	63,225	63,225	3,740	510	510
1992	239,696	239,696	83,911	83,911	5,497	2,039	2,039
1993	232,071	237,111	87,357	10,589	8,069	879	879
1994	219,261	4,614	223,875	74,534	10,314	2,305	1,062
1995	223,773	5,345	138,210	16,621	154,831	37,279	874
1996	250,285	6,660	256,945	112,118	24,970	137,088	51,110
1997	258,042	5,631	263,673	161,888	31,867	193,755	51,627
1998	265,782	4,718	270,500	145,115	22,856	167,971	35,154
1999	294,871	6,628	301,499	265,502	26,813	292,315	40,674
2000	272,372	6,815	279,187	210,477	26,364	236,841	70,287
2001	397,433	7,921	405,354	144,523	13,516	158,039	42,961
2002	421,443	3,956	425,399	160,394	12,793	173,187	35,677
2003	399,256	5,265	404,521	259,798	22,811	282,609	40,720

TABLE A-4. (continued)
TABLA A-4. (continuación)

ALB			BZx			BKJ			OTR			All-Todas		
Retained	Discarded	Total	Retained	Discarded	Total									
Retenido	Descartado		Retenido	Descartado		Retenido	Descartado		Retenido	Descartado		Retenido	Descartado	
1970	4,476	4,476	4,738	4,738	6	6	6	6	27	27	226,155	226,155	226,155	226,155
1971	2,490	2,490	9,600	9,600	6	601	601	601	61	61	250,324	250,324	250,324	250,324
1972	4,832	4,832	8,872	8,872	6	1,674	1,674	1,674	367	367	240,795	240,795	240,795	240,795
1973	2,316	2,316	7,864	7,864	6	3,742	3,742	3,742	355	355	274,138	274,138	274,138	274,138
1974	4,783	4,783	4,436	4,436	6	511	511	511	277	277	309,620	309,620	309,620	309,620
1975	3,332	3,332	16,838	16,838	6	1,526	1,526	1,526	1,327	1,327	361,016	361,016	361,016	361,016
1976	3,732	3,732	4,370	4,370	6	1,327	1,327	1,327	394,430	394,430	394,430	394,430	394,430	394,430
1977	1,981	1,981	11,275	11,275	6	1,950	1,950	1,950	314,343	314,343	314,343	314,343	314,343	314,343
1978	1,745	1,745	4,837	4,837	6	2,170	2,170	2,170	808	808	376,273	376,273	376,273	376,273
1979	327	327	1,805	1,805	6	1,366	1,366	1,366	1,249	1,249	340,103	340,103	340,103	340,103
1980	601	601	6,125	6,125	6	3,680	3,680	3,680	1,109	1,109	319,977	319,977	319,977	319,977
1981	739	739	5,717	5,717	6	1,911	1,911	1,911	1,008	1,008	321,895	321,895	321,895	321,895
1982	553	553	2,121	2,121	6	1,338	1,338	1,338	783	783	236,052	236,052	236,052	236,052
1983	456	456	3,829	3,829	6	1,236	1,236	1,236	1,709	1,709	164,038	164,038	164,038	164,038
1984	5,351	5,351	3,514	3,514	6	666	666	666	987	987	222,972	222,972	222,972	222,972
1985	919	919	3,604	3,604	6	296	296	296	536	536	280,307	280,307	280,307	280,307
1986	133	133	490	490	6	595	595	595	1,140	1,140	341,256	341,256	341,256	341,256
1987	417	417	3,326	3,326	6	561	561	561	1,615	1,615	341,692	341,692	341,692	341,692
1988	288	288	9,550	9,550	6	1,267	1,267	1,267	1,297	1,297	389,289	389,289	389,289	389,289
1989	22	22	12,095	12,095	6	783	783	783	1,072	1,072	398,577	398,577	398,577	398,577
1990	209	209	13,856	13,856	6	791	791	791	944	944	368,038	368,038	368,038	368,038
1991	834	834	1,288	1,288	6	446	446	446	649	649	309,729	309,729	309,729	309,729
1992	255	255	978	978	6	104	104	104	763	763	333,243	333,243	333,243	333,243
1993	1	1	599	599	6	611	611	611	1,981	1,981	22,157	22,157	22,157	22,157
1994	85	85	8,692	8,692	6	8,837	8,837	8,837	419	419	333,616	333,616	333,616	333,616
1995	465	465	8,009	8,009	6	55	8,064	8,064	172	172	18,705	18,705	18,705	18,705
1996	83	83	655	655	6	656	656	656	840	840	436,337	436,337	436,337	436,337
1997	60	60	1,104	1,104	6	101	2,582	2,582	148	148	464,319	464,319	464,319	464,319
1998	124	124	1,337	1,337	6	1,415	1,415	1,415	1,233	1,233	450,446	450,446	450,446	450,446
1999	274	274	1,720	1,720	6	1,720	1,720	1,720	218	218	606,529	606,529	606,529	606,529
2000	157	157	636	636	6	293	1,885	1,885	357	357	558,702	558,702	558,702	558,702
2001	20	20	18	18	6	18	0	0	766	766	1,139	1,139	1,139	1,139
2002	32	32	0	0	6	1,261	3,312	3,312	373	373	588,741	588,741	588,741	588,741
2003	31	31	0	0	6	1,462	1,939	1,939	578	578	621,702	621,702	621,702	621,702

TABLE A-5a. Estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas caught by purse-seine and pole-and-line vessels in the EPO in 2002, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). OTR: other species, including other tunas, sharks, and miscellaneous fishes.

TABLA A-5a. Estimaciones de las capturas retenidas y descargas de atún capturado por buques cerco y cañeros en el OPO en 2002, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. OTR: otras especies, incluyendo otros túnidos, tiburones, y peces diversos.

YFT	SKJ	BET	PBF	BZX	ALB	BKJ	OTR	Total	%
COL	30,806	2,516	151	-	-	-	329	33,802	5.4
ECU	40,030	78,682	18,544	-	-	871	171	138,298	22.3
ESP	5,209	22,043	4,692	-	-	-	-	31,944	5.1
MEX	151,469	9,571	-	1,715	-	28	366	-	163,149
PAN	20,386	7,569	1,299	-	-	-	-	29,254	4.7
USA	8,762	3,647	1,717	401	-	3	224	64	14,818
VEN	120,302	3,942	287	-	-	-	-	124,531	2.4
VUT	5,718	6,791	1,906	-	-	-	-	14,415	2.3
OTR ¹	38,761	25,633	7,081	-	-	1	1	14	71,491
Total	421,443	160,394	35,677	2,116	-	32	1,462	578	621,702
Landings-Descargas									
COL	62,055	5,970	1,695	-	-	-	-	69,720	10.7
CRI	36,418	3,510	873	-	-	-	-	40,801	6.3
ECU	113,953	129,104	30,800	-	-	871	883	275,611	42.3
ESP	33,230	15,277	3,630	-	-	-	-	52,137	8.0
MEX	148,076	9,535	22	1,710	-	28	366	-	159,737
USA	7,148	1,752	311	401	-	3	224	64	9,903
VEN	39,044	918	45	-	-	-	-	40,007	6.1
OTR ²	2,261	1,883	-	2	-	-	-	4,146	0.6
Total	442,185	167,949	37,376	2,113	-	31	1,461	947	652,062

¹ Includes Belize, Bolivia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Peru, and unidentified. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

¹ Incluye Belice, Bolivia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Perú, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

² Includes Panama, Peru, and unidentified. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

² Incluye Panamá, Perú, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

TABLE A-5b. Preliminary estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas caught by purse-seine, pole-and-line, and recreational vessels in the EPO in 2003, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). OTR: other species, including other tunas, sharks, and miscellaneous fishes.

TABLA A-5b. Estimaciones preliminares de las capturas retenidas y descargas de atún capturado con buques cercoeros, cañeros y deportivos en el OPO en 2003, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. OTR: otras especies, incluyendo otros tunidos, tiburones, y peces diversos.

	YFT	SKJ	BET	PBF	BZK	Retained catches—Capturas retenidas	ALB	BKJ	OTR	Total	%
YFT											
COL	23,255	4,656	159	-	-	-	-	-	-	28,070	4.0
ECU	41,641	133,919	17,933	-	-	-	62	271	193,826	27.5	
ESP	4,921	22,586	5,629	-	-	-	-	-	33,136	4.7	
MEX	162,506	19,400	77	3,225	-	28	198	40	185,474	26.3	
PAN	30,930	11,309	3,022	-	-	-	2	-	45,263	6.4	
USA	1,196	6,746	2,254	413	-	-	165	22	10,796	1.5	
VEN	91,551	10,697	1,335	-	-	-	-	-	103,583	14.7	
VUT	3,889	18,162	5,421	-	-	-	2	-	27,474	3.9	
OTR ¹	39,367	32,323	4,890	1	-	3	-	-	76,584	10.9	
Total	399,256	259,798	40,720	3,639	-	31	429	333	704,206		
SKJ											
Landings—Descargas											
COL	50,035	8,077	1,410	-	-	-	6	-	59,528	8.8	
CRI	35,709	2,438	345	-	-	-	-	-	38,492	5.7	
ECU	83,796	203,321	34,204	-	-	2	50	66	321,439	47.3	
ESP	9,685	160	82	-	-	-	-	-	9,927	1.5	
MEX	145,943	19,357	77	3,220	-	28	142	100	168,867	24.8	
USA	127	1,780	78	413	-	-	165	22	2,585	0.4	
VEN	11,654	1,259	54	-	-	-	-	-	12,967	1.9	
OTR ²	49,058	14,946	1,982	-	-	-	-	-	65,986	9.6	
Total	386,007	251,338	38,232	3,633	-	30	363	188	679,791		

¹ Includes Belize, Bolivia, El Salvador, Guatemala, and Honduras. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

¹ Incluye Belice, Bolivia, El Salvador, Guatemala, y Honduras. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

² Includes El Salvador, Guatemala, Panama, Peru, and unidentified. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

² Incluye El Salvador, Guatemala, Panamá, Perú, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

TABLE A-6. Estimated numbers of sets, by set type and vessel size class, and estimated retained catches, in metric tons, of yellowfin, skipjack, and bigeye tuna in the EPO, by purse-seine vessels. The data for 2003 are preliminary.

TABLA A-6. Números estimados de lances, por tipo de lance y clase de arqueo de los buques, y capturas retenidas estimadas, en toneladas métricas, de atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo en el OPO. Los datos de 2003 son preliminares.

DEL	Number of sets-Número de lances		Retained catch-Captura retenida		
	Class-Clase		Total	YFT	SKJ
	1-5	6			
Sets on fish associated with dolphins Lances sobre peces asociados con delfines					
1987	57	13,286	13,343	190,432	332
1988	49	11,160	11,209	157,173	4,898
1989	33	12,827	12,860	194,846	1,447
1990	31	10,997	11,028	179,253	867
1991	0	9,661	9,661	159,255	786
1992	26	10,398	10,424	169,350	869
1993	34	6,953	6,987	110,045	714
1994	5	7,804	7,809	125,379	516
1995	0	7,185	7,185	131,932	1,032
1996	14	7,472	7,486	137,258	729
1997	43	8,977	9,020	156,163	6,004
1998	0	10,645	10,645	151,678	2,879
1999	0	8,648	8,648	143,503	1,214
2000	2	9,235	9,237	155,212	468
2001	6	9,847	9,853	240,873	1,289
2002	0	12,433	12,433	297,147	2,153
2003	0	13,841	13,841	272,155	11,448
Sets on fish associated with floating objects Lances sobre peces asociados con objetos flotantes					
1987	1,322	1,813	3,135	27,189	32,160
1988	823	2,281	3,104	23,933	35,949
1989	974	2,339	3,313	28,362	41,452
1990	719	2,558	3,277	34,247	34,980
1991	819	2,165	2,984	23,758	37,655
1992	868	1,763	2,631	13,057	45,556
1993	493	2,063	2,556	15,964	48,144
1994	668	2,770	3,438	17,362	47,992
1995	707	3,521	4,228	20,570	81,253
1996	1,230	4,007	5,237	31,073	74,260
1997	1,699	5,653	7,352	27,625	123,002
1998	1,198	5,481	6,679	31,271	115,370
1999	630	4,620	5,250	38,569	178,824
2000	494	3,916	4,410	43,116	123,857
2001	697	5,743	6,440	62,807	122,268
2002	778	5,775	6,553	37,159	121,891
2003	760	5,497	6,257	33,249	181,877

TABLE A-6. (continued)
TABLA A-6. (continuación)

NOA	Number of sets—Número de lances		Retained catch—Captura retenida		
	Class—Clase		Total	YFT	SKJ
	1-5	6			
Sets on unassociated schools Lances sobre cardúmenes no asociados					
1987	1,823	3,981	5,804	49,399	26,303
1988	4,147	7,536	11,683	102,042	39,535
1989	2,955	5,878	8,833	60,226	46,332
1990	3,683	5,397	9,080	56,551	35,788
1991	3,571	3,612	7,183	52,770	22,958
1992	4,010	4,079	8,089	53,507	35,333
1993	5,739	6,267	12,006	100,974	34,865
1994	5,440	5,064	10,504	72,765	22,916
1995	6,120	4,782	10,902	69,985	50,715
1996	5,807	5,118	10,925	77,343	34,635
1997	5,334	4,693	10,027	69,658	29,510
1998	5,700	4,631	10,331	77,642	25,108
1999	5,632	6,143	11,775	111,885	84,036
2000	6,119	5,482	11,601	72,487	86,695
2001	4,481	3,037	7,518	88,818	21,331
2002	5,008	3,405	8,413	83,764	33,404
2003	7,294	5,083	12,377	93,283	66,302
Sets on all types of schools Lances sobre todos tipos de cardumen					
ALL	3,202	19,080	22,282	267,020	58,795
1987	5,019	20,977	25,996	283,148	80,382
1988	3,962	21,044	25,006	283,434	89,231
1989	4,433	18,952	23,385	270,051	71,635
1990	4,390	15,438	19,828	235,783	61,399
1991	4,904	16,240	21,144	235,914	81,758
1992	6,266	15,283	21,549	226,983	83,723
1993	6,113	15,638	21,751	215,506	71,424
1994	6,827	15,488	22,315	222,487	133,000
1995	7,051	16,597	23,648	245,674	109,624
1996	7,076	19,323	26,399	253,446	158,516
1997	6,898	20,757	27,655	260,591	143,357
1998	6,262	19,411	25,673	293,957	264,074
1999	6,615	18,633	25,248	270,815	211,020
2000	5,184	18,627	23,811	392,498	144,888
2001	5,786	21,613	27,399	418,070	157,448
2002	8,054	24,421	32,475	398,687	259,127
2003					40,720

TABLE A-7. Types of floating objects on which sets were made. The 2003 data are preliminary.**TABLA A-7.** Tipos de objetos flotantes sobre los que se hicieron lances. Los datos de 2003 son preliminares.

OBJ	Flotsam		FADs		Unknown		Total
	Naturales	No.	Plantados	No.	Desconocido	%	
1992	1,087	61.7	556	31.5	120	6.8	1,763
1993	1,138	55.2	825	40.0	100	4.8	2,063
1994	773	27.9	1,899	68.6	98	3.5	2,770
1995	729	20.7	2,704	76.8	88	2.5	3,521
1996	537	13.4	3,447	86.0	23	0.6	4,007
1997	832	14.7	4,768	84.4	52	0.9	5,652
1998	752	13.7	4,627	84.4	102	1.9	5,481
1999	833	18.0	3,758	81.3	29	0.6	4,620
2000	488	12.5	3,381	86.3	47	1.2	3,916
2001	567	9.9	5,076	88.4	100	1.7	5,743
2002	756	13.1	4,953	85.8	66	1.1	5,775
2003	713	13.0	4,744	86.3	40	0.7	5,497

TABLE A-8. Catches per cubic meter of well volume for the EPO purse-seine fleet, by species and vessel capacity group, in the EPO and in all ocean fishing areas. All = YFT, SKJ, BET, PBF, ALB, BZX, BKJ, OTR (see Table A-4).

TABLA A-8. Capturas por metro cúbico de volumen de bodega de la flota cercoera del OPO, por especie y clase de arqueo, en el OPO y en todas las áreas oceánicas de pesca. EPO = OPO; All = YFT, SKJ, BET, PBF, ALB, BZX, BKJ, OTR (ver Tabla A-4).

Species - Especie	Well volume-Volumen de bodega (m ³)												Total							
	<401			401-800			801-1100			1101-1300			1301-1500			1501-1800			1801-2100	
	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All	EPO	All
1997	YFT	1.9	1.9	1.2	1.2	2.2	2.2	1.4	1.4	1.1	1.2	0.7	0.7	0.0	0.0	1.6	1.7			
	SKJ	2.3	2.3	1.5	1.6	1.0	1.0	0.7	0.8	1.0	1.0	0.6	0.7	1.1	1.1	0.0	0.0	1.0	1.1	
	BET	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	0.4	0.0	0.0	0.3	0.3	
	All	4.8	4.8	3.4	3.4	2.8	2.8	3.1	3.2	2.8	2.8	1.9	2.1	2.2	2.2	0.0	0.0	3.0	3.1	
1998	YFT	1.8	1.8	1.1	1.1	1.2	1.2	2.1	2.2	1.3	1.4	1.7	1.8	0.5	0.5	0.4	0.4	1.6	1.6	
	SKJ	1.3	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	0.5	0.6	1.0	1.1	0.7	0.9	1.2	1.2	1.5	1.5	0.9	0.9	
	BET	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2	0.2	
	All	3.5	3.5	2.6	2.6	2.4	2.4	2.8	2.8	2.6	2.8	2.6	2.9	2.1	2.1	2.5	2.5	2.7	2.7	
1999	YFT	3.2	3.2	1.5	1.5	1.2	1.2	2.0	2.0	1.3	1.3	2.2	2.2	0.5	0.6	0.4	0.5	1.6	1.6	
	SKJ	1.9	1.9	2.1	2.1	1.7	1.8	0.9	0.9	1.9	1.9	1.1	1.1	1.5	1.7	2.2	2.2	1.5	1.5	
	BET	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.4	0.8	0.8	0.2	0.2	
	All	5.4	5.4	3.9	3.9	3.2	3.2	3.0	3.1	3.5	3.5	3.5	3.5	2.3	2.6	3.5	3.8	3.3	3.4	
2000	YFT	1.9	1.9	0.8	0.8	1.1	1.1	2.4	2.4	1.4	1.4	1.6	1.6	0.8	1.0	0.5	0.5	1.6	1.6	
	SKJ	2.7	2.7	1.7	1.7	2.0	2.0	0.6	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.7	2.1	2.1	1.5	1.3	
	BET	0.2	0.2	0.5	0.5	0.9	0.9	0.3	0.3	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	0.7	0.8	
	All	4.7	4.7	3.1	3.1	4.0	4.0	3.3	3.3	2.9	3.0	3.4	3.6	3.6	4.3	3.3	3.5	3.6	3.7	
2001	YFT	2.5	2.5	1.5	1.5	1.4	1.4	3.2	3.2	2.0	2.0	2.4	2.5	1.1	1.1	0.7	0.7	2.2	2.2	
	SKJ	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	1.7	1.7	1.4	1.4	0.8	0.8	
	BET	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.4	0.7	0.7	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	
	All	3.8	3.8	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.8	3.8	3.3	3.3	3.5	3.5	3.5	3.5	2.5	2.5	3.5	
2002	YFT	1.8	1.8	1.8	1.8	1.1	1.1	3.6	3.6	2.7	2.7	2.4	2.4	0.8	0.8	0.5	0.5	2.3	2.3	
	SKJ	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.2	0.3	0.3	0.6	0.6	0.5	0.5	1.6	1.6	1.6	1.6	0.9	0.9	
	BET	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.4	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	
	All	3.3	3.3	3.6	3.6	2.5	2.6	4.3	4.3	3.9	3.9	3.3	3.3	2.8	2.9	2.5	2.6	3.5	3.6	
2003	YFT	1.9	1.9	2.1	2.1	1.2	1.2	3.2	3.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.0	1.0	0.4	0.4	2.1	2.1	
	SKJ	3.0	3.0	2.7	2.7	2.1	2.1	0.6	0.6	0.9	0.9	0.7	0.7	1.9	2.0	1.3	1.4	1.4	1.4	
	BET	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.6	0.6	0.3	0.4	0.4	0.4	
	All	5.1	5.1	5.1	5.1	3.6	3.6	4.1	4.2	3.5	3.5	3.2	3.2	3.4	3.5	2.0	2.1	3.8	3.9	

TABLE A-9a. Annual retained catches of yellowfin tuna in the Pacific Ocean, by region (eastern, western and central, and total) and gear type, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight using published or estimated (by IATTC staff) average weight data. The data for 2002-2003 are preliminary. *: data not available

TABLA A-9a. Capturas retenidas anuales de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico, por región (oriental, occidental y central, y total) y arte de pesca, en toneladas métricas. En algunos casos se convirtieron los datos de números de peces a peso, usando datos de peso promedio publicados o estimados por el personal de la CIAT. Los datos de 2002-2003 son preliminares. *: datos no disponibles

YFT	LP+PS +RO ¹	EPO-OPO					OTR ³	EPO Total	WCPO ⁴	Total Pacific
		Longline-Palangre ²								
		CHN	JPN	KOR	TWN	Total				
1970	155,642		12,273	*	358	12,632		168,273	93,826	262,099
1971	122,722		7,368	*	645	8,013		130,735	94,392	225,127
1972	177,128		16,013	*	847	16,859		193,987	106,069	300,056
1973	205,253		11,413	*	284	11,697		216,950	122,911	339,861
1974	210,364		6,914	*	276	7,190		217,554	127,255	344,809
1975	202,186		10,299	150	209	10,658		212,845	132,050	344,895
1976	236,234		15,036	420	145	15,601	0	251,835	145,413	397,248
1977	198,811		11,222	835	299	12,356	0	211,168	176,832	388,000
1978	179,923		9,187	850	150	10,187	648	190,758	174,505	365,263
1979	189,674		10,909	423	141	11,473	2	201,149	194,150	395,299
1980	159,432		11,549	1,892	31	13,472	0	172,903	210,075	382,978
1981	181,805		7,090	753	165	8,008	0	189,813	225,309	415,122
1982	125,184		9,826	1,054	82	10,961	97	136,242	219,427	355,669
1983	94,482		9,404	1,382	65	10,850	60	105,393	253,870	359,263
1984	145,060		9,134	1,155	44	10,333	50	155,443	248,656	404,099
1985	216,994		10,633	2,505	50	13,188	7	230,189	256,137	486,326
1986	268,314		17,770	4,850	76	22,696	73	291,083	244,546	535,629
1987	271,945		13,484	5,048	113	18,644	274	290,862	301,922	592,784
1988	288,992		12,481	1,893	34	14,407	259	303,659	259,462	563,121
1989	289,503		15,335	1,162	689	17,186	21	306,711	313,402	620,113
1990	273,370		29,255	4,844	630	34,729	2	308,102	350,915	659,017
1991	239,036		23,721	5,688	1,301	30,710	211	269,957	400,445	670,402
1992	239,696		15,296	2,865	227	18,387	281	258,363	414,746	673,109
1993	232,071		20,339	3,257	93	23,689	958	256,718	399,860	656,578
1994	219,261		25,983	3,069	275	29,327	903	249,491	411,031	660,522
1995	223,773		17,042	2,748	42	19,832	810	244,414	386,292	630,706
1996	250,285		12,631	3,491	48	16,170	623	267,078	327,693	594,771
1997	258,042		16,218	4,753	151	21,122	1,096	280,260	457,752	738,012
1998	265,782		10,048	3,624	95	13,767	2,273	281,822	502,960	784,782
1999	294,871	*	7,186	3,030	137	10,353	3,177	308,401	440,755	749,156
2000	272,372	*	14,924	5,134	1,418	21,476	3,128	296,976	458,169	755,145
2001	397,433	896	14,645	5,230	2,901	23,673	2,893	423,999	466,983	890,982
2002	421,443	1,388	8,495	3,626	5,265	18,775	2,051	442,269	437,984	880,253
2003	399,256	2,739	7,808	4,911	3,545	19,003	1,327	419,586	*	419,586

¹ Source: Table A-4-Fuente: Tabla A-4

² Sources-Fuentes: Ministry of Agriculture, People's Republic of China; National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan; National Fisheries Research and Development (NFRDI) Institute, Busan, Korea; Fisheries Agency, Council of Agriculture (FO-COA), Taipei, Taiwan

³ OTR = Catches by various gear types reported by-Capturas con varios tipos de arte reportadas por: CRI, ECU, GTM, MEX, NIC, PYF, SLV, USA

⁴ Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

TABLE A-9b. Annual retained catches of skipjack tuna in the Pacific Ocean, by region (eastern, western and central, and total) and gear type, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight using published or estimated (by IATTC staff) average weight data. The data for 2002-2003 are preliminary. *: data not available

TABLA A-9b. Capturas retenidas anuales de atún barrilete en el Océano Pacífico, por región (oriental, occidental y central, y total) y arte de pesca, en toneladas métricas. En algunos casos se convirtieron los datos de números de peces a peso, usando datos de peso promedio estimados por el personal de la CIAT. Los datos de 2002-2003 son preliminares. *: datos no disponibles

SKJ	LP+PS +RO ¹	EPO-OPO				OTR ³	EPO Total	WCPO ⁴	Total Pacific				
		Longline-Palangre ²			Total								
		JPN	KOR	TWN									
1970	55,973	147	*	20	167		56,140	242,082	298,222				
1971	104,520	139	*	51	190		104,710	226,371	331,081				
1972	33,409	242	*	6	248		33,656	235,756	269,412				
1973	43,954	193	*	18	211		44,165	326,546	370,711				
1974	78,803	86	*	11	97		78,900	355,361	434,261				
1975	124,344	88	5	3	96		124,440	288,511	412,951				
1976	126,354	109	5	19	134		126,488	357,899	484,387				
1977	86,327	94	9	12	115		86,442	404,232	490,674				
1978	169,858	43	7	12	62		169,920	450,473	620,393				
1979	132,024	25	5	4	34		132,057	411,304	543,361				
1980	130,669	23	4	0	26		130,696	458,419	589,115				
1981	119,529	12	7	1	20		119,549	438,178	557,727				
1982	98,551	21	7	1	29		98,579	491,094	589,673				
1983	58,195	19	9	0	28		58,223	683,821	742,044				
1984	60,551	26	6	0	32		60,584	755,538	816,122				
1985	49,460	36	9	0	45		49,504	599,874	649,378				
1986	63,553	42	15	2	59		63,612	756,846	820,458				
1987	62,020	20	15	3	38		62,058	685,940	747,998				
1988	85,416	13	7	6	26		85,442	841,586	927,028				
1989	92,403	16	3	9	29		92,432	818,241	910,673				
1990	72,580	34	8	0	42		72,622	891,226	963,848				
1991	63,225	22	10	2	34	3	63,262	1,129,767	1,193,029				
1992	83,911	18	6	0	24	0	83,935	1,022,629	1,106,564				
1993	87,357	55	5	3	63	0	87,420	919,370	1,006,790				
1994	74,534	59	2	12	74	3	74,610	1,013,954	1,088,564				
1995	138,210	70	3	3	75	6	138,291	1,061,372	1,199,663				
1996	112,118	27	7	6	41	24	112,183	1,037,340	1,149,523				
1997	161,888	20	4	106	130	13	162,031	986,066	1,148,097				
1998	145,115	44	4	123	170	31	145,816	1,314,239	1,459,555				
1999	265,502	47	6	263	315	24	265,842	1,151,563	1,417,405				
2000	210,477	23	6	0	29	49	210,555	1,250,821	1,461,376				
2001	144,523	28	29	37	95	48	144,665	1,191,378	1,336,043				
2002	160,394	74	44	27	145	88	160,627	1,321,939	1,482,566				
2003	259,798	*	25	71	96	*	259,798	*	259,798				

¹ Source: Table A-4-Fuente: Tabla A-4

² Sources-Fuentes: National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan; National Fisheries Research and Development (NFRDI) Institute, Busan, Korea; Fisheries Agency, Council of Agriculture (FO-COA), Taipei, Taiwan

³ OTR = Catches by various gear types reported by-Capturas con varios tipos de arte reportadas por: CRI, MEX, PYF, USA

⁴ Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

TABLE A-9c. Annual retained catches of bigeye tuna in the Pacific Ocean, by region (eastern, western and central, and total) and gear type, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight using published or estimated (by IATTC staff) average weight data. The data for 2002-2003 are preliminary. *: data not available

TABLA A-9c. Capturas retenidas anuales de atún patudo en el Océano Pacífico, por región (oriental, occidental y central, y total) y arte de pesca, en toneladas métricas. En algunos casos se convirtieron los datos de números de peces a peso, usando datos de peso promedio estimados por el personal de la CIAT. Los datos de 2002-2003 son preliminares. *: datos no disponibles

BET	LP+PS +RO ¹	EPO-OPO					WCPO ⁴	Total Pacific	
		Longline-Palangre ²				OTR ³	EPO Total		
		CHN	JPN	KOR	TWN				
1970	1,332		32,521		723	33,243		34,575	
1971	2,566		28,871		933	29,804		32,370	
1972	2,238		35,113		1,015	36,128		38,366	
1973	1,979		49,731		1,046	50,776		52,755	
1974	890		36,013		948	36,961		37,851	
1975	3,945		40,726	606	456	41,788		45,733	
1976	10,243		52,827	1,195	211	54,233		64,476	
1977	7,051		70,024	3,467	597	74,087		81,139	
1978	11,532		67,214	3,040	403	70,658		82,189	
1979	7,532		54,377	824	234	55,436		62,968	
1980	15,421		61,951	2,189	108	64,247		79,669	
1981	10,091		49,970	2,966	640	53,576		63,667	
1982	4,366		50,199	2,969	144	53,312		57,678	
1983	3,260		57,185	2,614	163	59,963		63,223	
1984	5,936		44,587	1,613	153	46,353		52,289	
1985	4,396		61,627	4,510	126	66,263	0	70,659	
1986	1,939		91,981	10,187	146	102,313	0	104,252	
1987	776		87,913	11,681	606	100,199	1	100,976	
1988	1,053		66,015	6,151	665	72,831	1	73,884	
1989	1,470		67,514	3,138	1,246	71,899	0	73,369	
1990	4,711		86,148	12,127	715	98,990	0	103,701	
1991	3,740		85,011	17,883	1,265	104,159	7	107,905	
1992	5,497		74,466	9,202	727	84,396	114	90,007	
1993	8,069		63,190	8,924	237	72,351	195	80,615	
1994	29,375		61,471	9,522	367	71,360	135	100,871	
1995	37,279		49,016	8,992	68	58,076	192	95,547	
1996	51,110		36,685	9,983	103	46,771	178	98,059	
1997	51,627		40,571	11,376	131	52,078	363	104,068	
1998	35,154		35,752	9,731	149	45,632	1,129	81,915	
1999	40,674	*	22,224	9,431	910	32,565	961	74,200	
2000	70,287	*	27,929	13,280	5,214	46,424	3,719	120,430	
2001	42,961	2,550	37,493	12,576	7,953	60,572	4,169	107,702	
2002	35,677	7,351	33,794	10,358	16,692	68,195	3,597	107,468	
2003	40,720	10,065	20,517	10,272	12,501	53,355	1,292	95,367	
								*	

¹ Source: Table A-4-Fuente: Tabla A-4

² Sources-Fuentes: Ministry of Agriculture, People's Republic of China; National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan; National Fisheries Research and Development (NFRDI) Institute, Busan, Korea; Fisheries Agency, Council of Agriculture (FO-COA), Taipei, Taiwan

³ OTR = Catches by various gear types reported by—Capturas con varios tipos de arte reportadas por: CRI, ECU, GTM, MEX, NIC, PYF, SLV, USA

⁴ Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

TABLE A-9d. Annual retained catches of Pacific bluefin tuna, by gear type and flag, in metric tons. Source: Report of the Third Meeting of the Pacific Bluefin Tuna Working Group. FPN: pound net (trap); GND: drift gillnet; TX: trawl; for other gear codes, see introduction, page 2.

TABLA A-9d. Capturas retenidas anuales de atún aleta azul del Pacífico, por arte de pesca y pabellón, en toneladas métricas. Fuente: Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Trabajo sobre el Atún Aleta Azul del Pacífico. FPN: almadraba; GND: red agallera de deriva; TX: red de arrastre; otros códigos de arte, ver introducción, página 2.

TABLA A7d. Capturas retenidas anuales de atún aleta azul del Pacífico, por arte de pesca y pabellón, en toneladas métricas. Fuente: Informe de la Tercera Reunión del Grupo de Trabajo sobre el Atún Aleta Azul del Pacífico. FPN: almadraba; GND: red agallera de deriva; TX: red de arrastre; otros códigos de arte, ver introducción, página 2.

PBF	Western Pacific states-Estados del Pacífico occidental										Eastern Pacific states-Estados del Pacífico oriental										Total	
	JPN					KOR ¹					TWN					Sub-total						
	PS	LL	LT	LP	FPN	GND	OTR	PS	TX	LL	PS	LP	PS	LL	LT	GND	OTR	RO	PS	MEX	Sub-total	
1975	4,308	1,558	1,908	1,401	2,408	676	69			12,328	9,583						38	2,145	11,766	24,094		
1976	1,964	520	1,833	1,082	3,207	1,085	15			9,705	10,646						23	1,968	12,637	22,342		
1977	3,960	712	3,070	2,256	2,419	884	28			13,330	5,473						21	2,186	7,680	21,010		
1978	8,878	1,049	6,328	1,154	2,827	2,030	68			22,334	5,396						5	545	5,946	28,280		
1979	12,266	1,223	5,158	1,250	5,021	1,541	75			26,534	6,118						12	213	6,343	32,877		
1980	10,414	1,170	2,323	1,392	2,701	1,479	63			19,542	2,938						8	582	3,528	23,069		
1981	23,219	796	2,456	754	2,130	2,130	15			31,679	0	868	0	10	4	1	6	218	1,107	32,786		
1982	17,584	880	1,479	1,777	1,644	1,577	3	31		176	25,151	0	2,566	0	0	1	1	7	502	3,077	28,228	
1983	13,272	707	2,606	356	962	807	30	13		157	18,911	6	754	0	0	3	0	21	218	1,002	19,913	
1984	4,217	360	2,722	587	2,475	532	25	4		471	11,395	4	674	0	0	5	1	31	166	881	12,276	
1985	3,820	496	2,904	1,817	2,678	728	37	1		210	12,691	3	3,320	0	0	6	1	55	676	4,061	16,752	
1986	7,138	249	2,714	1,086	2,885	316	13	344		70	14,815	1	4,851	0	0	15	0	7	189	5,063	19,878	
1987	7,962	346	1,352	1,565	2,085	258	3	89		365	14,026	0	861	0	0	2	0	21	119	1,003	15,028	
1988	3,243	241	1,714	907	864	371	3	32		108	197	7,680	5	923	0	0	4	0	4	447	1,383	9,063
1989	5,423	440	1,593	754	823	173	4	71		205	259	9,745	8	1,046	0	0	3	0	70	57	1,184	10,929
1990	2,678	396	1,756	536	768	256	19	132		189	149	6,879	62	1,380	0	0	9	94	40	50	1,635	8,514
1991	8,410	285	3,015	286	1,734	236	26	265		342	14,599	0	410	2	0	3	5	57	9	486	15,085	
1992	6,313	573	1,331	166	1,227	888	2	288		464	73	11,325	1	1,928	38	0	8	81	93	0	2,149	13,474
1993	5,678	857	895	231	978	159	3	40		471	1	9,313	4	580	42	0	32	25	114	0	797	10,110
1994	6,917	1,138	2,883	314	1,149	126	3	50		559	13,139	1	906	30	0	28	101	24	65	1,155	14,294	
1995	15,975	769	3,417	396	1,835	110	12	821		335	23,670	0	689	29	0	19	0	166	11	914	24,584	
1996	6,675	978	2,331	437	1,106	67	8	102		956	12,661	0	4,639	25	2	43	0	30	3,700	8,439	21,099	
1997	11,122	1,383	1,476	243	756	109	9	1,054		1,814	17,965	1	2,240	26	1	57	0	90	367	2,782	20,747	
1998	4,375	1,260	1,640	269	821	91	8	188		1,910	10,562	3	1,771	54	172	40	1	213	1	2,255	12,817	
1999	13,439	1,155	1,548	256	1,082	59	355	256		3,089	21,239	2	184	54	20	19	2	397	2,369	3,047	24,286	
2000	14,020	1,005	1,944	398	1,229	51	314	794	0	2,780	22,536	12	692	19	1	30	0	220	3,025	3,999	26,536	
2001	6,728	1,004	1,551	666	1,371	100	37	995	10	1,839	14,301	1	149	6	7	34	0	226	863	1,286	15,587	
2002	8,007	615	982	517	887	212	83	674	1	1,523	13,501	2	50	2	2	7	0	348	1,714	2,125	13,333	

Catch statistics for Korea were derived from Japanese import statistics, 1982-1999 (minimum estimates).-Las estadísticas de captura de Corea fueron derivadas de estadísticas de importación japonesas, 1982-1999 (estimaciones mínimas).

pesca deportiva durante 1975-1980.

TABLE A-9e. Annual retained catches of North Pacific albacore by region, in metric tons. The data for the western and central Pacific Ocean were obtained from the Secretariat of the Pacific Community.

TABLA A-9e. Capturas retenidas anuales de atún albacora del Pacífico Norte por región, en toneladas métricas. Los datos del Océano Pacífico occidental y central provienen de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico.

ALB (N)	Eastern Pacific Ocean					Western and central Pacific Ocean					Total	
	Océano Pacífico oriental					Océano Pacífico occidental y central						
	LL	LP	LT	OTR	Subtotal	LL	LP	LT	OTR	Subtotal		
1970	459	4,416	21,032	822	26,729	17,339	24,263	390	773	42,765	69,494	
1971	320	2,076	20,526	1,175	24,098	12,963	52,952	1,746	1,210	68,871	92,969	
1972	437	3,750	23,600	637	28,424	15,698	60,569	3,921	1,001	81,189	109,613	
1973	710	2,236	15,653	84	18,683	16,213	68,767	1,400	1,887	88,267	106,950	
1974	105	4,777	20,178	94	25,154	13,874	73,564	1,331	1,265	90,034	115,188	
1975	139	3,243	18,861	650	22,893	14,139	52,152	182	554	67,027	89,920	
1976	184	2,705	15,905	717	19,512	17,764	85,331	278	2,487	105,860	125,372	
1977	813	1,497	9,968	537	12,815	16,554	31,934	54	1,712	50,254	63,069	
1978	793	950	16,613	825	19,181	12,762	59,877	23	7,223	79,885	99,066	
1979	1,409	303	4,955	74	6,741	13,321	44,662	2,347	4,108	64,438	71,179	
1980	1,309	382	5,421	168	7,281	14,445	46,742	2,347	4,531	68,065	75,346	
1981	2,539	748	12,039	195	15,521	17,727	27,426	798	11,287	57,238	72,759	
1982	2,317	425	3,303	278	6,323	17,007	29,614	3,410	13,632	63,663	69,986	
1983	1,609	607	7,751	87	10,055	14,746	21,098	1,833	7,586	45,263	55,318	
1984	2,645	1,033	8,343	1,427	13,448	13,226	26,010	1,011	17,236	57,483	70,931	
1985	1,345	1,533	5,308	1,178	9,364	13,592	20,679	1,163	13,667	49,101	58,465	
1986	764	432	4,282	199	5,677	12,671	16,096	456	10,710	39,933	45,610	
1987	1,062	130	2,300	79	3,571	13,822	19,110	570	11,396	44,898	48,469	
1988	852	598	4,202	89	5,741	14,026	6,216	165	18,836	39,243	44,984	
1989	944	54	1,852	187	3,037	12,786	8,629	148	19,726	41,289	44,326	
1990	1,143	115	2,440	57	3,754	14,953	8,532	465	26,098	50,048	53,802	
1991	1,514	0	1,783	94	3,391	15,889	7,103	201	10,697	33,890	37,281	
1992	1,572	0	4,515	74	6,161	18,200	13,888	420	16,499	49,007	55,168	
1993	1,683	0	4,331	25	6,039	28,972	12,797	2,417	4,054	48,240	54,279	
1994	2,388	0	9,533	357	12,278	28,086	26,389	3,601	3,094	61,170	73,448	
1995	1,346	80	7,267	155	8,848	30,286	20,981	2,636	2,400	56,303	65,151	
1996	1,613	0	8,195	171	9,979	36,256	20,296	12,839	1,661	71,052	81,031	
1997	1,276	0	6,053	1,079	8,409	44,778	32,811	11,036	3,190	91,815	99,724	
1998	1,552	0	11,748	1,290	14,589	44,946	23,005	7,136	3,078	78,165	92,754	
1999	2,440	23	10,791	3,771	17,025	41,751	50,406	2,172	8,250	102,579	119,604	
2000	1,545	98	10,862	1,856	14,361	39,342	21,520	3,737	3,387	67,986	82,347	
2001	567	18	11,537	1,729	13,852	40,342	29,707	4,770	1,851	76,670	90,522	
2002	362	400	12,085	2,413	15,260	40,411	29,587	1,909	1,803	73,710	88,970	

TABLE A-9f. Annual retained catches of South Pacific albacore by region, in metric tons. The data for the western and central Pacific Ocean were obtained from the Secretariat of the Pacific Community. *: data not available.

TABLA A-9f. Capturas retenidas anuales de atún albacora del Pacífico Norte por región, en toneladas métricas. Los datos del Océano Pacífico occidental y central provienen de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico. *: datos no disponibles.

ALB (S)	Eastern Pacific Ocean			Western and central Pacific Ocean					Total	
	Océano Pacífico oriental			Océano Pacífico occidental y central						
	LL	LT	Subtotal	LL	LP	LT	OTR	Subtotal		
1970	3,041	*	3,041	26,614	100	50	0	26,764	29,805	
1971	4,719	*	4,719	27,533	100	0	0	27,633	32,352	
1972	6,953	*	6,953	28,501	122	268	0	28,891	35,844	
1973	5,614	*	5,614	33,805	141	484	0	34,430	40,044	
1974	3,624	*	3,624	26,634	809	898	0	28,341	31,965	
1975	4,227	*	4,227	24,899	100	646	0	25,645	29,872	
1976	2,110	*	2,110	22,221	100	25	0	22,346	24,456	
1977	4,359	*	4,359	26,375	100	621	0	27,096	31,455	
1978	12,459	*	12,459	26,825	100	1,686	0	28,611	41,070	
1979	8,381	*	8,381	25,546	100	814	0	26,460	34,841	
1980	4,923	*	4,923	28,689	101	1,468	0	30,258	35,181	
1981	4,859	*	4,859	29,162	0	2,085	5	31,252	36,111	
1982	5,470	*	5,470	24,095	1	2,434	6	26,536	32,006	
1983	7,601	*	7,601	20,663	0	744	39	21,446	29,047	
1984	5,012	*	5,012	17,776	2	2,773	1,589	22,140	27,152	
1985	6,073	*	6,073	24,502	0	3,253	1,937	29,692	35,765	
1986	5,769	74	5,843	29,069	0	1,929	1,946	32,944	38,787	
1987	5,401	188	5,588	18,970	9	1,946	930	21,855	27,443	
1988	9,163	1,282	10,446	23,124	0	3,014	5,283	31,421	41,867	
1989	5,491	593	6,084	16,589	0	7,777	21,968	46,334	52,418	
1990	5,728	1,336	7,064	17,368	245	5,639	7,538	30,790	37,854	
1991	6,590	795	7,385	18,489	14	7,010	1,489	27,002	34,387	
1992	6,265	1,205	7,469	14,593	11	5,373	65	20,042	27,511	
1993	16,884	35	16,919	19,937	74	4,261	70	24,342	41,261	
1994	10,364	415	10,779	25,172	67	6,749	89	32,077	42,856	
1995	7,629	2	7,631	21,053	139	7,706	104	29,002	36,633	
1996	4,608	230	4,838	18,263	30	7,137	156	25,586	30,424	
1997	6,983	609	7,592	24,180	21	4,070	133	28,404	35,996	
1998	11,951	177	12,128	28,714	36	6,081	85	34,916	47,044	
1999	9,151	328	9,479	29,681	138	3,063	74	32,956	42,435	
2000	10,050	1,075	11,125	32,792	102	4,793	139	37,826	48,951	
2001	12,324	708	13,033	39,207	37	4,859	199	44,302	57,335	
2002	7,848	250	8,098	36,417	7	4,227	150	40,801	48,899	

TABLE A-10. Nominal fishing effort (E; 1,000 hooks) and estimated catch (C; metric tons) of yellowfin, skipjack, bigeye, bluefin, and albacore tunas, by flag, by the principal identified longline fishing fleets operating in the EPO, 1970-2001.

TABLA A-10. Esfuerzo de pesca nominal (E; 1,000 anzuelos) y captura estimada (C; toneladas métricas) de atunes aleta amarilla, barrillete, patudo, atleta azul, y albacora, por bandera, de las principales flotas palangreras identificadas faenando en el OPO, 1970-2001.

YL	CHN	E	JPN	C	E	KOR ¹	C	E	MEX ¹	C	E	PAN ¹	C	E	PYF	C	E	TWN ¹	C	E	USA	C	
1970	*	*	83,401	47,349	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,503	5,302	*	*	*	*
1971	*	*	66,761	37,323	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,735	8,169	*	*	*	*
1972	*	*	78,240	52,201	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7,627	6,837	*	*	*	*
1973	*	*	107,227	62,723	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,010	4,506	*	*	*	*
1974	*	*	89,205	43,579	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10,262	5,120	*	*	*	*
1975	*	*	86,134	51,562	2,191	601	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,777	1,485	*	*	*	*	
1976	*	*	117,301	68,889	3,931	1,521	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	2,202	1,634	*	*	*	*	
1977	*	*	132,875	83,721	10,958	4,240	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,009	7,779	*	*	*	*	
1978	*	*	140,006	79,319	8,571	5,799	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8,714	6,517	*	*	*	*	
1979	*	*	137,769	67,931	5,021	2,066	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,138	2,291	*	*	*	*	
1980	*	*	138,141	75,638	11,788	4,523	12	0	*	*	*	*	*	*	*	*	2,828	1,611	*	*	*	*	
1981	*	*	131,275	59,225	19,731	5,638	16	0	*	*	*	*	*	*	*	*	6,293	2,947	*	*	*	*	
1982	*	*	116,200	61,368	18,612	6,551	48	0	*	*	*	*	*	*	*	*	8,015	3,907	*	*	*	*	
1983	*	*	127,176	69,563	14,675	5,543	946	49	*	*	*	*	*	*	*	*	4,690	2,311	*	*	*	*	
1984	*	*	119,635	57,259	11,767	4,023	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,617	1,734	*	*	*	*	
1985	*	*	106,758	74,346	19,785	9,188	183	2	*	*	*	*	*	*	*	*	3,016	1,979	*	*	*	*	
1986	*	*	160,553	111,669	30,765	13,221	2,672	68	*	*	*	*	*	*	*	*	4,579	2,569	*	*	*	*	
1987	*	*	188,393	104,052	36,426	19,405	4,919	273	*	*	*	*	*	*	*	*	12,981	5,333	*	*	*	*	
1988	*	*	182,694	82,382	43,056	10,172	4,159	234	*	*	*	*	*	*	*	*	9,707	4,590	*	*	*	*	
1989	*	*	170,373	84,960	43,365	4,879	338	9	*	*	*	*	*	*	*	*	20,344	4,961	*	*	*	*	
1990	*	*	178,419	117,921	47,166	17,404	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12,935	4,755	*	*	*	*	
1991	*	*	200,365	112,337	65,024	24,642	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	17,624	5,862	43	9	*	*	
1992	*	*	191,284	93,009	45,634	13,104	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	32,146	14,311	325	97	*	*	
1993	*	*	159,955	87,973	46,375	12,843	3	2	*	*	*	*	*	*	*	*	17,729	6,564	417	83	*	*	
1994	*	*	163,976	92,603	44,788	13,250	8	41	*	*	*	*	*	*	*	*	3,410	1,019	12,925	4,883	302	23	
1995	*	*	129,598	69,432	54,979	12,778	13	7	*	*	*	*	*	*	*	*	3,452	810	2,914	1,639	823	144	
1996	*	*	103,653	52,297	40,290	14,121	3	0	*	*	*	*	*	*	*	*	4,219	1,669	5,858	3,549	507	77	
1997	*	*	96,383	59,325	30,493	16,661	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,490	2,777	8,806	5,762	462	78	
1998	*	*	106,569	50,167	51,817	15,084	9	17	*	*	*	*	*	*	*	*	6,415	3,652	9,123	4,711	1,020	205	
1999	*	*	80,958	32,885	54,269	13,285	17	41	*	*	*	*	*	*	*	*	9,190	3,286	22,512	7,904	1,680	401	
2000	*	*	77,022	44,036	33,585	18,757	76	26	*	*	*	*	*	*	*	*	378	10,230	4,766	29,271	8,609	1,076	
2001	13,056	5,014	100,824	54,050	72,261	18,191	74	13	60	866	11,200	5,297	41,920	16,343	1,440	70	25,955	236	236	26	70	26	
2002	34,889	9,780	105,124	45,256	96,273	14,369	30	12	90	816	10,700	4,528	*	*	*	*	5,503	5,302	8,735	8,169	1,020	205	

¹Less than 100% of the total catch and effort (KOR 1975-1986; TWN pre-2002 effort)–Menos del 100% de la captura y esfuerzo totales (KOR 1975-1986; TWN, esfuerzo anterior al 2002)

TABLE A-11. Estimates of the commercial catches, in metric tons, of billfishes in the eastern Pacific Ocean. Most of the longline-caught (LL) fish were retained, and, except for swordfish and blue marlin, most of those caught by other gears (OTR) were discarded. * : data not available.

TABLA A-11. Estimaciones de las capturas comerciales, en toneladas métricas, de peces picudos en el Océano Pacífico oriental. La mayoría del pescado capturado con palangre (LL) fue retenida, y, a excepción de pez espada y marlín azul, la mayoría de la captura de otras artes (OTR) descartada. * : datos no disponibles.

	SWO	BUM	LL	OTR	LL	BLM	LL	OTR	LL	MLS	SSP	LL	OTR	LL	SFA
1970	4,772	2,639	4,112	*	651	*	11,006	*	*	*	*	*	*	*	*
1971	2,058	366	2,754	*	540	*	10,206	*	*	*	*	*	*	*	*
1972	2,479	691	2,411	*	687	*	7,097	*	*	*	*	*	*	*	*
1973	4,212	2,351	3,553	*	905	*	5,213	*	*	*	*	*	*	*	*
1974	2,605	688	2,751	*	520	*	5,353	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	2,890	295	2,200	*	388	*	5,389	*	*	*	*	*	*	*	554
1976	3,544	308	3,240	*	253	*	6,432	*	*	*	*	*	*	494	*
1977	4,635	452	3,016	*	621	*	3,145	*	*	*	*	*	*	753	*
1978	5,816	492	3,571	*	417	*	2,495	*	*	*	*	*	*	878	*
1979	3,045	228	4,528	*	332	*	4,137	*	*	*	*	*	*	251	*
1980	4,533	320	4,016	*	335	*	4,827	*	*	*	*	*	*	244	*
1981	3,819	385	4,475	*	247	*	4,876	*	*	*	*	*	*	379	*
1982	3,716	439	4,745	*	213	*	4,711	*	*	*	*	*	*	1,084	*
1983	4,979	580	4,452	*	240	*	4,279	*	*	*	*	*	*	502	*
1984	5,595	446	5,197	*	248	*	2,663	*	*	*	*	*	*	345	*
1985	5,284	397	3,589	*	180	*	1,510	*	*	*	*	*	*	395	*
1986	5,399	785	5,255	*	297	*	2,617	*	*	*	*	*	*	526	*
1987	5,753	2,132	7,227	*	358	*	5,519	*	*	*	*	*	*	435	*
1988	5,473	4,509	5,649	*	288	*	3,682	*	*	*	*	*	*	465	*
1989	4,788	5,827	5,392	*	192	*	3,416	*	*	*	*	*	*	121	*
1990	5,938	4,956	5,540	*	223	*	3,260	*	*	*	*	*	*	6	*
1991	7,758	7,258	6,718	81	246	58	2,992	76	1	1	1	1	1	717	40
1992	7,746	6,395	6,632	59	231	95	3,064	69	1	1	1	1	1	1,353	41
1993	6,013	4,788	6,731	60	218	64	3,577	35	3	0,1	0,1	0,1	0,1	2,267	36
1994	5,458	4,111	9,174	80	262	118	3,426	34	143	0,3	0,3	0,3	0,3	1,687	29
1995	5,081	2,601	7,370	93	156	83	3,276	21	155	0,5	0,5	0,5	0,5	1,355	31
1996	5,406	4,158	3,716	97	121	92	3,254	22	128	0,5	0,5	0,5	0,5	740	25
1997	8,513	4,064	5,924	154	167	125	4,515	25	150	1	1	1	1	1,214	29
1998	8,277	4,590	5,207	148	166	113	3,579	18	205	0,4	0,4	0,4	0,4	1,383	49
1999	7,801	2,940	3,734	194	96	141	2,684	31	283	0,5	0,5	0,5	0,5	1,282	42
2000	9,886	2,975	4,136	141	108	97	1,900	17	278	0,5	0,5	0,5	0,5	1,341	58
2001	14,308	3,262	4,089	181	120	113	2,013	20	301	0,3	0,3	0,3	0,3	1,393	37
2002	15,191	3,537	3,181	*	67	*	2,035	*	276	*	*	*	*	293	*

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

1. La flota de cerco y cañera, y capturas y descargas de atunes y peces picudos 44
2. Composición por tamaño de las capturas de atunes 48

1. LA FLOTA DE CERCO Y CAÑERA, Y CAPTURAS Y DESCARGAS DE ATUNES Y PEZOS PICUDOS

1.1. La flota de cerco y cañera

La CIAT mantiene registros detallados del arte de pesca, pabellón, y capacidad de acarreo de la mayoría de los buques que pescan atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), patudo (*Thunnus obesus*), y/o aleta azul del Pacífico (*T. orientalis*) con red de cerco y caña en el Océano Pacífico oriental (OPO). No se han mantenido en el pasado registros detallados de la mayoría de los buques palangreros, ni de barcos de pesca deportiva ni embarcaciones pequeñas tales como canoas y lanchas, pero recientemente el personal comenzó a compilar y mantener estos registros para buques basados en puertos del OPO, y continuará esta actividad en el futuro. La flota aquí descrita incluye buques cerqueros y cañeros que pescaron estas cuatro especies en el OPO durante el año entero o parte del mismo.

Históricamente, se usaron las estimaciones de la capacidad de acarreo de buques individuales suministradas por el armador o astillero, en toneladas de pescado, hasta que los registros de descarga indicasen que era preciso modificarlas. Se agruparon los buques, de acuerdo a su capacidad de acarreo, originalmente en toneladas cortas y luego en toneladas métricas, en seis clases de capacidad.

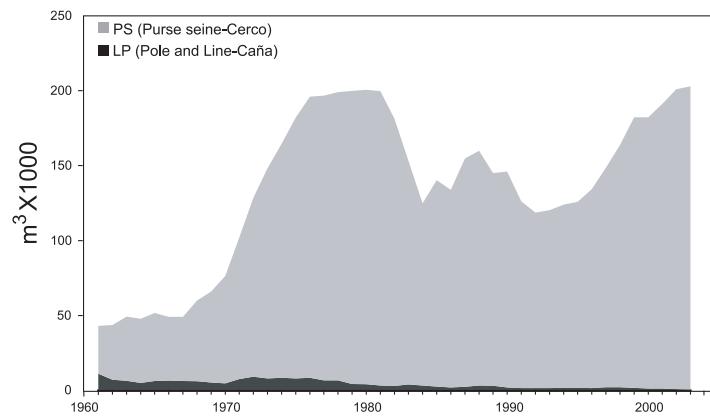
Desde hace varios años el personal de la CIAT usa el volumen de bodegas, en metros cúbicos (m^3), en lugar de peso, en toneladas, para medir la capacidad de acarreo de los buques. Ya que la densidad de carga de pescado en una bodega puede variar, medir la capacidad de acarreo en peso es subjetivo, ya que un cargamento de pescado metido en una bodega a densidad alta pesa más que uno cargado a densidad menor. El uso de volumen como medida de capacidad elimina este problema. Las seis clases de tamaño usadas y los volúmenes correspondientes son:

Volumen (m^3)	<53	53-106	107-212	213-319	320-425	>425
Clase	1	2	3	4	5	6

El personal de la CIAT comenzó a reunir datos sobre la capacidad en volumen en 1999, pero todavía no ha obtenido esta información para todos los buques. En el caso de buques para los cuales no se dispone de información fidedigna sobre el volumen de bodega, se multiplica la capacidad estimada en toneladas por 1.17 para convertirla a m^3 . Este factor es consistente con la densidad a la cual se cargaba el pescado en las bodegas de los buques cuando se elaboró la clasificación de los buques. Se aplicó este factor de conversión también a todos los datos de capacidad de 1961-1998 para simplificar comparaciones entre años (Tabla A-1 y figura).

Hasta aproximadamente 1960 predominaron en la pesca atunera en el OPO los buques cañeros, que faenaban en zonas costeras y cerca de islas y bancos de alta mar. Hacia fines de los años 1950 y a principios de los 1960, la mayoría de los buques cañeros grandes fue convertida a arte de cerco, y para 1961 este arte predominaba en la flota de superficie del OPO. Entre 1961 y 2003 el número de buques cañeros se redujo de unos 93 a 4, y su volumen total disminuyó de unos 11.000 m^3 a unos mil. Durante el mismo período el número de cerqueros aumentó de 125 a 217, y su volumen total de bodega de unos 32.000 m^3 a 202.000 m^3 , un promedio de unos 931 m^3 por buque. Previamente ocurrió un pico en el número y volumen total de bodega de la flota cerquera entre mediados de los años 1970 y principios de los 1980, cuando llegó a haber 282 buques, y el volumen total de bodega alcanzó unos 196.000 m^3 , con un promedio de unos 695 m^3 por buque.

La construcción de nuevos buques cerqueros, comenzada a mediados de los años 1960, resultó en un aumento en el volumen total de bodega de la flota de cerco y cañera de unos 49.000 m^3 en 1966 a unos 196.000 m^3 en 1976. Entre 1976 y 1981



Capacidad de acarreo, en metros cúbicos de volumen de bodega, de las flotas de cerco y caña en el OPO, 1961-2003

el volumen total de bodega aumentó ligeramente. Continuó la construcción de buques nuevos, pero fue en gran parte compensada por pérdidas ocasionadas por buques hundidos o que abandonaron la pesquería. Las tasas de captura en el OPO fueron bajas durante 1978-1981 debido a la concentración del esfuerzo de pesca sobre peces pequeños, y la situación se vio agravada por un evento mayor de El Niño que comenzó a mediados de 1982 y persistió hasta fines de 1983 y que hizo que los peces fueran menos vulnerables a la captura. Luego disminuyó el volumen total de bodegas, debido al retiro de buques o a su traslado a otras zonas de pesca, principalmente el Pacífico occidental, y en 1984 alcanzó el nivel más bajo desde 1971, unos 125.000 m³. A principios de 1990 la industria enlatadora de 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 embarcaciones de Estados Unidos abandonasen esta pesquería, y a una disminución consecuente en la flota a 119.000 m³ en 1992. Con la mayor participación de buques de otras naciones en la pesquería, el volumen total de bodega ha aumentado progresivamente desde 1992, y en 2003 fue de unas 203.000 m³.

En las Tablas A-2a y A-2b se presentan los datos finales de 2002 y preliminares de 2003 del número y volumen total de bodega de los buques cerqueros y cañeros que pescaron atunes en el OPO. En 2003 predominaron las flotas de México (25% del volumen total de bodega) y Ecuador (24%), seguidos por Venezuela (16%), España (6%), y Bolivia, Colombia y Vanuatu (4% cada uno).

Buques de la Clase 6 formaron un 90% del volumen total de bodega de la flota cerquera en el OPO durante 2003. En la figura se compara la capacidad acumulativa en el mar durante 2003 con los cuatro años anteriores.

En la Tabla A-3 se presentan los valores mensuales medios, mínimos, y máximos del volumen total de bodega en el mar (VEM), en miles de m³, de los buques cerqueros y cañeros que pescaron atunes en el OPO durante 1993-2002, junto con los valores de 2003. Los valores mensuales son los promedios de las estimaciones de la VEM calculadas semanalmente por el personal de la CIAT. La pesca fue reglamentada en algunos de los últimos cuatro meses del año durante 1998-2003, por lo que los valores de la VEM para septiembre-diciembre de 2003 no son comparables con los valores medios del período correspondiente durante 1993-2002. Los valores del VEM en 2003 rebasaron los valores máximos de 1993-2002 en cada mes. Durante 1993-2002 y 2003 el valor medio del VEM fue 89 mil m³ (59% de la capacidad total) y 133 mil m³ (66% de la capacidad total), respectivamente.

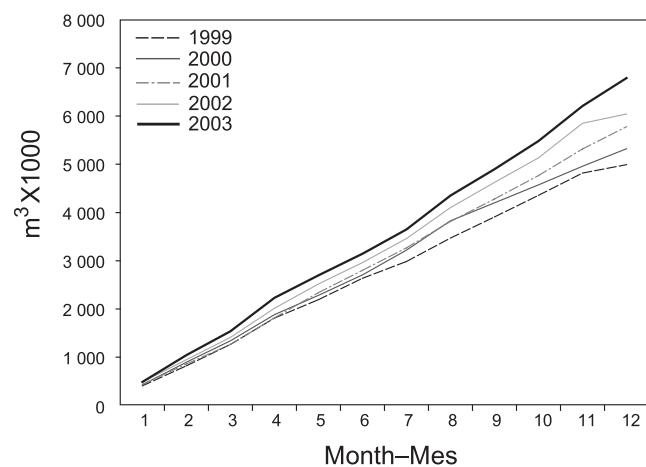
1.2. Capturas y descargas

1.2.1. Atunes

1.2.1.a Capturas por buques cerqueros, cañeros, y deportivos

Las estimaciones de capturas y descargas de atún provienen de varias fuentes, entre ellas los cuadernos de bitácora mantenidos por los pescadores, datos registrados por observadores a bordo de los buques, datos de descargas proporcionados por empresas enlatadoras y otros procesadores, y registros de importaciones y exportaciones. Todos los datos de 2003 son provisionales. Estimar la captura total de una pesquería es difícil, debido a falta de información sobre pescado capturado que, por varios motivos, es descartado en el mar. Desde 1993 los observadores han tomado datos sobre pescado descartado en el mar por buques cerqueros de la Clase 6. Esta información permite una estimación más precisa de las cantidades totales de pescado capturadas por la flota de superficie. Las estimaciones de la cantidad total de la captura que se descarga (en lo sucesivo “captura retenida”) se basan principalmente en datos de descarga. En la Tabla A-4 se presentan estimaciones anuales de las capturas retenidas y descargadas de las varias especies de atunes. La tabla incluye también datos de captura de barcos de pesca deportiva de Estados Unidos. En el caso del atún azul, las capturas deportivas han formado un componente cada vez más importante de la captura total en los últimos años.

Se comparan las estadísticas de 2003 con las de 1988-2002. No se restringió la pesca del atún en el OPO durante 1988-1997, pero sí fue restringida en los últimos meses del año durante 1998-2003. Además, la reglamentación de aquellos cerqueros que dirigen su esfuerzo hacia atunes asociados con delfines afectó probablemente el modo de operación de esos



Capacidad acumulativa de la flota cerquera y cañera en el mar, por mes, 1999-2003

bueques, especialmente desde fines de los años 1980. El evento de El Niño que ocurrió durante 1982-1983 redujo la vulnerabilidad de los peces a la captura, y el esfuerzo de pesca permaneció relativamente bajo durante 1984-1986. Durante 1997-1998 ocurrió otro evento importante de El Niño en el OPO.

La captura retenida anual media de aleta amarilla durante 1988-2002 fue 278 mil t (rango: 219 a 421 mil t); la estimación preliminar de la captura retenida de la especie en 2003, 399 mil t, es inferior a la de solamente un año anterior, y un 44% mayor que el promedio de 1988-2002. Los descartes medios de aleta amarilla en el mar durante 1993-2003 se cifraron en un 2.0% (rango: 0.9 a 2.6%) de la captura total (capturas retenidas más descartes) de la especie.

La estimación preliminar de la captura retenida de barrilete en 2003 es de 260 mil t, un 105% más que el promedio de 1988-2002 de 127 mil t (rango: 63 a 266 mil t), y ligeramente menos que la captura récord de 1999. Los descartes medios anuales de barrilete en el mar durante 1993-2003 se cifraron en un 11.5% (rango: 7.4 a 18.2%) de la captura total de la especie.

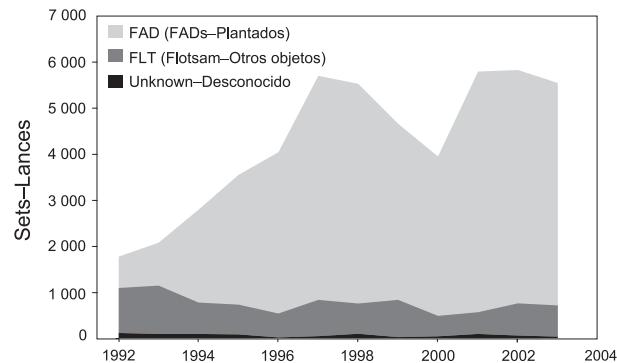
Antes de 1994 la captura retenida media anual de patudo en el OPO fue alrededor de 5 mil t (rango: <1 a 15 mil t). Con el desarrollo de dispositivos agregadores de peces (plantados) colocados en el agua por los pescadores para atraer atunes, las capturas retenidas anuales de patudo aumentaron a 29 mil t en 1994 a entre 35 y 52 mil t durante 1995-1999, y a un récord de 70 mil t en 2000. La estimación preliminar de la captura retenida en el OPO en 2003 es de 41 mil t. Los descartes medios anuales de patudo en el mar durante 1993-2003 se cifraron en un 7.1% de la captura total de la especie (rango: 2.7 a 11.3%). Es difícil distinguir patudos y aletas amarillas pequeños; por lo tanto, desde 2000 se usa un método de muestreo de composición por especies que resulta en estimaciones mejores de las capturas de atunes en el OPO por buques cerqueros. Por lo tanto, desde 2000 se ha usado un esquema de muestreo de composición por especies para mejorar las estimaciones de las capturas cerqueras de aleta amarilla y patudo pequeños. El efecto general de esto ha sido un aumento en las capturas registradas de patudo y una disminución de las de aleta amarilla.

El aleta amarilla, barrilete, y patudo forman la mayor parte de las capturas retenidas de la flota cerquera y cañera en el OPO, pero el aleta azul, albacora (*Thunnus alalunga*), bonito (*Sarda spp.*), barrilete negro (*Euthynnus lineatus*), y otras especies contribuyen a la captura general de la región. La captura retenida total de estas otras especies en estas pesquerías fue de unas 4 mil t en 2003, cantidad bien inferior al promedio de 1988-2002 de unas 8 mil t (rango: 2 a 17 mil t). En la Tabla A-4 se presentan estimaciones de las capturas de estas especies retenidas y descartadas durante 1970-2003.

En la Tabla A-5a se detallan las capturas retenidas, clasificadas por pabellón, y las descargas de atunes capturados por buques cerqueros, cañeros y deportivos, clasificadas por país, en el OPO en 2002, y en la Tabla A-5b las estimaciones preliminares correspondientes para 2003. La captura retenida estimada de todas las especies en el OPO en 2003 fue unas 704 mil t, un 13% más que las 622 mil t estimadas para 2002 y mucho más que el promedio de 1988-2002 de 440 mil t. Las flotas de Ecuador, México y Venezuela respondieron del 28, 26, y 15%, respectivamente, de la captura retenida de todas especies en 2003. Otros países con capturas importantes fueron Panamá (6%), España (5%), y Colombia y Vanuatu (4% cada uno).

Las descargas representan pescado descargado de buques pesqueros en el año correspondiente, sin tener en cuenta el año de captura. El país de descarga es aquél en el cual el pescado fue descargado o, en el caso de transbordos, el que recibió el pescado transbordado. Datos de descarga preliminares (Tabla A-5b) señalan que de las 680 mil t descargadas en 2003, el 47% fue descargado en Ecuador y el 25% en México. Otros países con descargas importantes de atún capturado en el OPO incluyeron Colombia (9%) y Costa Rica (6%). Es importante notar que cuando se disponga de información final, las descargas asignadas ahora a varios países podrían cambiar debido a la exportación de pescado almacenado a procesadoras en otros países.

Los atunes son capturados con redes de cerco en tres tipos de cardúmenes: asociados con delfines, con objetos flotantes (naturales y plantados), y no asociados con nada excepto otros peces. En la Tabla A-6 se presentan estimaciones del número de lances cerqueros de cada tipo en el OPO durante 1978-2003 y de las capturas retenidas de esos lances. Se calcularon las estimaciones para los buques de las Clases 1 a 5 datos de bitácora en la base de datos estadística de la CIAT, y aquéllos para los buques de la Clase 6 a partir de las bases de datos de observadores de la CIAT y de los programas de observadores de la CIAT, Ecuador,



Número de lances sobre objetos flotantes por buques de Clase 6, 1992-2003

Estados Unidos, México, la Unión Europea y Venezuela. El número de lances sobre atunes asociados con objetos flotantes y no asociados fue máximo entre mediados de los años 1970 y principios de los 1980. A pesar de la oposición a la pesca de atunes asociados con delfines, y de la decisión de las enlatadoras de EE.UU. de no comprar atún capturado en viajes en los cuales se realizaron lances sobre delfines, el número de lances sobre delfines disminuyó tan sólo moderadamente a mediados de los años 1990, y en 2003 fue el mayor jamás registrado.

Hay dos tipos de objetos flotantes, los “naturales” (que también incluyen desperdicios y otros objetos artificiales), que se encuentran en el mar por casualidad, del punto de vista de los pescadores, y los que son construidos por pescadores con el propósito específico de atraer peces. Se conocen estos últimos como dispositivos agregadores de peces (DAP), plantados, o FAD (del inglés fish-aggregating device). Hace solamente unos diez años que se usan los plantados, pero su importancia relativa ha aumentado en ese período, mientras que la de los objetos “naturales” ha disminuido, tal como indican los datos en la Tabla A-7 y la figura en la página anterior.

En las Figuras A-1a, A-2a, y A-3a ilustran las distribuciones anuales medias de las capturas de aleta amarilla, barrilete y patudo, por tipo de lance, por buques cerqueros y cañeros en el OPO durante 1988-2002 (1994-2002 en el caso del patudo), y en las Figuras A-1b, A-2b, y A-3b estimaciones preliminares para 2003. La distribución de las capturas de aleta amarilla y barrilete en 2003 fue similar a las de 1988-2002, aunque son evidentes ciertas diferencias. No se captura a menudo patudo al norte de aproximadamente 7°N. La distribución de las capturas de la especie en 2003 fue similar a las de 1994-2002. Con el desarrollo de la pesquería sobre plantados, arriba descrita, la importancia relativa de las zonas cerca de la costa ha disminuido, mientras que la de las zonas de altura ha aumentado.

En la Tabla A-8 se presenta la captura retenida total por metro cúbico de volumen de bodega (C/m^3) de los buques que pescan atunes en el OPO, para el OPO y para todas las zonas oceánicas de pesca en los que dichos buques capturaron pescado, por clase de arqueo, zona, y especie. 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. La C/m^3 de los buques mayores consiste principalmente de aleta amarilla, barrilete, y patudo, mientras que otras especies, entre ellas otros atunes y peces misceláneos, forman una parte importante de la C/m^3 de los buques más pequeños en muchos años. El patudo adquirió mayor importancia para los buques grandes a partir de 1993.

1.2.1.b Capturas con otras artes

Se obtienen datos sobre las capturas retenidas de la mayoría de los buques palangreros de mayor tamaño que faenan en el OPO de los gobiernos correspondientes. La información sobre las capturas de atunes de otras artes, entre ellas palangreros menores, agalleros, y artesanales de muchos otros tipos provienen de varias fuentes, incluyendo gobiernos participantes, empresas procesadoras de pescado, y registros de importación y exportación.

Los buques palangreros, particularmente los más grandes, dirigen su esfuerzo principalmente hacia los atunes patudo, aleta amarilla y albacora. En las Tablas A-9a-A-9f se detallan las capturas retenidas anuales de aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y albacora en estas pesquerías. Durante 1988-2002 las capturas retenidas de aleta amarilla permanecieron relativamente estables, con un promedio de unas 21 mil toneladas (rango: 10 a 35 mil) anuales, o un 7% de la captura retenida total de la especie. Durante 1970-1993, antes del incremento en el uso de plantados y las mayores capturas consecuentes de patudo por buques cerqueros, las pesquerías palangreras, en promedio, lograban el 93% de la captura retenida de la especie en el OPO. Durante 1994-2002 la captura retenida anual de patudo por las pesquerías palangreras osciló entre unas 33 y 71 mil toneladas (promedio: 54 mil), o en promedio el 58% de la captura total retenida de patudo en el OPO. En la Figura A-4 se ilustra la distribución de las capturas de patudo en el Océano Pacífico durante 1990-2000, por arte de pesca (palangre, cerco, y otra). Los buques palangreros capturan cantidades pequeñas de barrilete (Tabla A-9b).

En la Tabla A-10 se ilustran las capturas y esfuerzo reportados de los buques palangreros que pescan en el OPO. Los datos de China, Japón, Corea (1987-2002 solamente), Polinesia Francesa, Taipei Chino (capturas de 1970-2002, y esfuerzo de 2002), y Estados Unidos son representativos de la captura y esfuerzo totales, mientras que los de Corea (1975-186), México, Panamá y Taipei Chino (esfuerzo antes de 2002) fueron compilados de datos de bitácora y no representan los totales.

El peso medio de los atunes capturados en la pesquería palangrera japonesa durante 1971-1997 varió de 29.4 a 43.0 kg en el caso del aleta amarilla y 43.4 a 64.2 kg en el caso del patudo. Por contraste, el peso medio del aleta amarilla capturado en 2003 en lances sobre atunes asociados con delfines, no asociados, y asociados con objetos flotantes varió de 13.5 a 37.3 kg, 8.7 a 9.6 kg, y 2.6 a 4.6 kg, respectivamente (Figura A-8a), y el de patudo capturado en asociación con objetos flotantes de 5.0 a 9.7 kg (Figura A-10a).

Científicos de la CIAT y el Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) del Japón han realizado estudios cooperativos de la pesquería palangrera japonesa en el OPO desde principios de los años 1960, y han sido publicados 11 informes sobre esta pesquería, abarcando los años 1956-1997, en la serie de Boletines de la CIAT.

1.2.2. Peces picudos

El pez espada (*Xiphias gladius*) es pescado en el OPO con palangre, red agallera y arpón, y de vez en cuando con artes deportivas. La mayor parte de la captura comercial es retenida. Los marlines azul (*Makaira nigricans*), negro (*M. indica*), y rayado (*Tetrapturus audax*), y trompa corta (*T. angustirostris*) y el pez vela (*Istiophorus platypterus*) son pescados con palangre y artes deportivas, y son capturados de vez en cuando por buques cerqueros. La mayor parte de la captura palangrera de estas especies es retenida, y la mayor parte de la captura de superficie comercial, con excepción de marlín azul, es descartada en el mar. En la Tabla A-11 se presenta información sobre las capturas comerciales e incidentales de peces picudos en el OPO. Se dispone de poca información sobre las capturas deportivas de peces picudos, pero se cree que son sustancialmente inferiores a las comerciales para todas las especies.

2. COMPOSICIÓN POR TAMAÑO DE LAS CAPTURAS DE ATUNES

2.1. Capturas cerqueras, cañeras y deportivas

Las muestras de frecuencia de talla son la fuente básica de los datos usados para estimar la composición por talla y edad de las distintas especies de peces en las descargas. Esta información es necesaria para obtener estimaciones de la composición de las poblaciones por edad, usadas para varios propósitos, entre ellos el modelado de las poblaciones por edad. 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 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, en sus Informes Anuales desde 1954, y en sus Informes de Evaluación de Poblaciones.

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

En el Informe Anual de la CIAT de 2000 se describen los métodos de muestreo de las capturas de atún. En breve, se selecciona para el muestreo pescado en las bodegas de buques cerqueros y cañeros solamente si todo el pescado en la bodega fue capturado durante un solo mes, en un solo tipo de lance (delfín, objeto flotante, o no asociado), y en la misma zona de muestreo. Se clasifican estos datos por pesquería (Figura A-7), con base en las evaluaciones más recientes de las poblaciones realizadas por el personal.

En este informe se presentan datos de peces capturados durante 1998-2003. Para cada especie, excepto el aleta azul, se presentan dos histogramas de frecuencia de talla: el primero presenta los datos por estrato (arte de pesca, tipo de lance, y zona) para 2003, y el segundo ilustra los datos combinados para cada año del período de 1998-2003. En el caso del aleta azul, se ilustran las capturas comerciales y deportivas de 1998-2003 combinadas. En 2003 se obtuvieron muestras de 872 bodegas (incluyendo 64 de barcos deportivos). Aunque se registró una pequeña captura por buques cañeros en 2003, no se obtuvo ninguna muestra de los mismos.

Para la evaluación de los poblaciones se definen diez pesquerías de superficie de aleta amarilla: cuatro de objeto flotante, dos de atunes no asociados, tres de delfines, y una de caña (Figura A-7). La última abarca todas las 13 zonas de muestreo. De las 872 bodegas muestreadas, 670 contenían aleta amarilla. En la Figura A-8a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2003. Al igual que en 2002, la mayoría de la captura de aleta amarilla provino de lances sobre delfines en las zonas Norte y Costera, pero los peces de mayor tamaño, en promedio, fueron capturados en lances sobre delfines en la zona Sur. El peso medio de los peces capturados en la mayoría de las zonas y pesquerías fue menor que en 2002, con la excepción de las pesquerías sobre objetos flotantes Costera y sobre delfines del Norte, en las que el peso promedio aumentó ligeramente, y la pesquería sobre objetos flotantes del Sur, en la que siguió igual. La mayoría de la captura de aleta amarilla durante 2003 provino de lances sobre delfines en las zonas Norte y Costera. Lances sobre delfines en la zona Sur y las dos pesquerías no asociadas lograron capturas importantes. Las capturas de los buques cañeros fue insignificante.

En la Figura A-8b se ilustra la composición por talla estimada del aleta amarilla capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1998-2003. El peso medio del aleta amarilla capturado en 2003 fue el más bajo desde 1999. Son evidentes más modas en el gráfico de 2003 que en aquéllos de los cinco años previos.

Para la evaluación de los poblaciones se definen ocho pesquerías de barrilete: cuatro de objeto flotante, dos de atunes no asociados, una de delfines, y una de caña (Figura A-7). Las dos últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 872 bodegas muestreadas, 531 contenían barrilete. En la Figura A-9a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2003. La mayoría de la captura de barrilete provino de lances sobre objetos flotantes, particularmente en la zona Sur. El peso medio del barrilete capturado en lances sobre objetos flotantes durante 2003 fue mayor que en 2002, excepto en la zona Costera, donde no cambió. La mayoría de la captura de barrilete durante el primer trimestre de 2003 provino de lances no asociados y sobre objetos flotantes en la zona Sur, y de lances sobre objetos flotantes en la zona Costera. Las capturas siguieron altas en las pesquerías sobre objetos flotantes del Sur y Costera durante el segundo trimestre, y fueron también altas en la pesquería sobre objetos flotantes del Norte. Durante la segunda mitad de 2003, la mayoría del barrilete fue capturada en la zona Ecuatorial en la pesquería sobre objetos flotantes, y para el cuarto trimestre casi la mitad de la captura de esta especie provenía de lances sobre objetos flotantes en dicha zona. Los buques cañeros capturaron cantidades insignificantes de barrilete.

En la Figura A-9b se ilustra la composición por talla estimada del barrilete capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1998-2003. Los peces más pequeños (40-50 cm) fueron capturados principalmente en la primera mitad de 2003, y los más grandes (60-70 cm) principalmente en la segunda mitad del año.

Para la evaluación de las poblaciones se definen siete pesquerías de superficie de patudo: cuatro de objeto flotante, una de atunes no asociados, una de delfines, y una de caña (Figura A-7). Las tres últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 872 bodegas muestreadas, 165 contenían patudo. En la Figura A-10a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2003. Desde 2001, la mayoría del patudo ha sido capturado en lances sobre objetos flotantes en la zona Sur, mientras que en 2000 la mayor parte de la captura provino de lances sobre objetos flotantes en la zona Ecuatorial. Además, fueron capturadas cantidades importantes de patudo en las pesquerías sobre objetos flotantes del Norte y Ecuatorial durante 2003. Fue capturada una pequeña cantidad de patudo en lances no asociados. Se capturaron cantidades insignificantes de patudo en lances no asociados y sobre objetos flotantes en la zona Costera y en lances sobre delfines. No se registró captura de patudo por barcos cañeros.

En la Figura A-10b se ilustra la composición por talla estimada del patudo capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1998-2003. El peso medio del pescado ha disminuido constantemente desde 2000, cuando se logró la mayor captura de patudo jamás registrada. El peso promedio del patudo capturado en 2003 fue el más bajo desde 1998.

El aleta azul del Pacífico es capturado con artes de superficie por buques comerciales y deportivos frente a California y Baja California, entre 23°N y 35°N, aproximadamente, principalmente entre mayo y octubre. Durante 2003 fue capturado entre 25°N y 31°N desde enero hasta noviembre. La mayor parte de la captura comercial y deportiva fue lograda entre julio y septiembre. Previamente se reportaban las capturas comercial y deportiva por separado, pero en 2003 se obtuvieron 64 muestras de barcos deportivos y solamente 7 de buques comerciales (del total de 872 muestras en 2003), imposibilitando la estimación de capturas y composición por talla por separado. Se combinaron por tanto las dos capturas de aleta azul para el período de 1998-2003. En la Figura A-11 se presentan las composiciones por talla estimadas. La captura comercial (3,247 t) fue mucho mayor que la deportiva (391 t).

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 desechar en el mar, pero a veces se retienen pequeñas cantidades, mezcladas con las especies más deseadas. Ya que se tomaron solamente cuatro muestras de barrilete negro de las 872 bodegas muestreadas durante 2003, no se presentan en este informe histogramas de frecuencia de talla para esta especie.

2.2. Capturas palangreras

En las Figuras A-5 y A-6 se ilustra la composición por tallas estimada de las capturas de aleta amarilla y patudo por la pesquería palangrera japonesa en el OPO durante 1998-2002. El peso promedio de ambas especies en esta pesquería ha sido aproximadamente la misma durante toda la historia de la pesquería. En los Boletines de la CIAT que describen dicha pesquería se presenta información adicional sobre la composición por tallas de la captura.

B. YELLOWFIN TUNA

An age-structured, catch-at-length analysis (A-SCALA) was used to assess yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). The analysis method is described in IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 5, and readers are referred to that report for technical details.

The stock assessment requires a substantial amount of information. Data on retained catch, discards, fishing effort, and the size compositions of the catches from several different fisheries have been analyzed. Several assumptions regarding processes such as growth, recruitment, movement, natural mortality, fishing mortality, and stock structure have also been made. The assessment for 2004 differs from that carried out in 2003 in the following ways. Catch and length-frequency data for the purse-seine and pole-and-line fisheries have been updated with new data for 2003. Effort data for the purse-seine and pole-and-line fisheries have been updated with new data for 2003 and revised data for 1975-2002. Catch data for the Japanese longline fisheries have been updated with new data for 2002. Catch data for the longline fisheries of Chinese Taipei have been updated for 1975-1999, and new data have been added for 2000 and 2001. Catch data for 2001 and 2002 for the longline fisheries of the Peoples Republic of China have been included. Catch data for the longline fisheries of the Republic of Korea have been updated for 1987-1997, and new data have been added for 1998-2002. Longline catch-at-length data for 1975-2001 were updated, and new data were added for 2002. The catches used in the assessment are presented in Figure B-1. Longline effort data based on neural-network standardization of catch per unit of effort have been updated with data for 2001. Future projections are based on a new method that allows the inclusion of parameter uncertainty in the calculation of confidence intervals for future quantities.

Significant levels of fishing mortality have been observed in the yellowfin tuna fishery in the EPO (Figure B-2). These levels are highest for middle-aged yellowfin (except for the estimates for the oldest yellowfin, which is an artifact of the model). Both recruitment (Figure B-3) and exploitation have had substantial impacts on the yellowfin biomass trajectory (Figure B-4). Dolphin-associated fishing has had the greatest impact on the yellowfin tuna population (Figure B-4). It appears that the yellowfin population has experienced two different productivity regimes (1975-1983 and 1984-2003), with greater recruitment during the second regime. The two recruitment regimes (Figure B-3) correspond to two regimes in biomass (Figure B-4), the high-recruitment regime corresponding to greater biomasses. The spawning biomass ratio (the ratio of the spawning biomass to that for the unfished stock; SBR) of yellowfin in the EPO was below the level capable of supporting the average maximum sustainable yields (AMSYs) during the low-recruitment regime, but above that level during the high-recruitment regime (Figure B-5). The two different productivity regimes may support two different levels of AMSY and associated SBRs, and the AMSY reported here is an average for the two regimes. The current SBR is below the SBR level at AMSY (Figure B-5). However, there is substantial uncertainty in the most recent estimate of SBR, and there is a moderate probability that the current SBR is above the level that would support the AMSY. The effort levels are estimated to be less than the levels capable of supporting the AMSY (based on the current distribution of effort among the different fisheries). However, due to the large recruitment that entered the fishery in 1998, the catch levels are greater than the corresponding values at AMSY (Table B-1). Because of the flat yield curve, the current effort levels are estimated to produce, under average conditions, catch that is only slightly less than AMSY. Future projections under the current effort levels and average recruitment indicate that the population will increase to an SBR level greater than the current level and slightly greater than that which will support the AMSY at the start of 2005, but will decrease below that level after that (Figure B-6). These simulations were carried out using the average recruitment for the 1975-2002 period. If they had been carried out using the average recruitment for the 1984-2002 period it is likely that the estimates of SBR and catches would be greater. Both the purse-seine and longline catches are expected to be substantially lower in 2004 than in 2003, and then decrease slightly over the following years (Figure B-6).

The analysis indicates that strong cohorts entered the fishery in 1998-2000, and that these cohorts increased the population biomass during 1999-2000. However, they have now moved through the population, so the biomass decreased in 2001-2003.

The overall average weights of yellowfin tuna that are caught have consistently been much less than the critical weight (about 36.2 kg), indicating that, from the yield-per-recruit standpoint, the yellowfin in the EPO are not harvested at the optimal size. There is substantial variability in the average weights of the yellowfin taken by the different fisheries, however. In general, the floating-object, unassociated, and pole-and-line fisheries capture younger, smaller fish than do the dolphin-associated and longline fisheries. The longline fisheries and the purse-seine sets in the southern area on yellowfin associated with dolphins capture older, larger yellowfin than do the coastal and northern dolphin-associated fisheries. The AMSY calculations indicate that the yield levels could be considerably increased if the fishing effort were diverted to the fisheries that catch yellowfin closest to the critical weight (longlining and purse-seine sets on yellowfin associated with dolphins, particularly in the southern area). This would also increase the SBR levels.

Under 2003 levels of effort the biomass is predicted to increase during 2004, but then decrease in the following years. SBR is predicted to be above the level that would produce AMSY at the start of 2005, but drop below that level in the future. The catch in 2004 is predicted to be much less than that for 2003. Closing the purse-seine fisheries for six weeks is predicted to only slightly increase the biomass levels. Greater restrictions on the floating-object fishery would cause only a small increase in biomass. Closing the fishery for dolphin-associated fish would cause the greatest increase in biomass.

A sensitivity analysis was carried out to estimate the effect of a stock-recruitment relationship. The results suggest that the model with a stock-recruitment relationship fits the data slightly better than the base case. The results from the analysis with a stock-recruitment relationship are more pessimistic, suggesting that the effort level is greater than that which would produce the AMSY (Table B-1); however, the yield at this effort level is still only slightly less than AMSY. The biomass is estimated to have been less than the biomass that would give rise to AMSY for most of the modeling period, except for most of the 2000-2002 period.

The assessment results are very similar to those from the previous assessments. The major differences occur, as expected, in the most recent years. The current assessment, and those for 2002 and 2003, indicate that the biomass increased in 2000, whereas the earlier assessments indicated a decline. In addition, SBR and the SBR required to produce AMSY have increased compared to the earlier assessments (2000 and 2001) because average recruitment has been calculated over a longer period, which includes more years from the low-recruitment regime, and due to changes in growth, fecundity, and current age-specific fishing mortality.

Summary

1. The results are similar to those of the previous four assessments, except that SBR at AMSY is similar only to those of the last two assessments.
2. The biomass is estimated to have declined in 2003.
3. There is uncertainty about recent and future recruitment and biomass levels.
4. The current SBR is less than that required to produce AMSY.
5. The current fishing mortality rates are slightly less than those required to produce AMSY.
6. The average weight of a yellowfin in the catch is much less than the critical weight, and increasing the average weight would substantially increase AMSY.
7. There have been two different productivity regimes, and the levels of AMSY and the biomass required to produce AMSY may differ between the regimes.
8. The results are sensitive to the assumption about the stock-recruitment relationship.

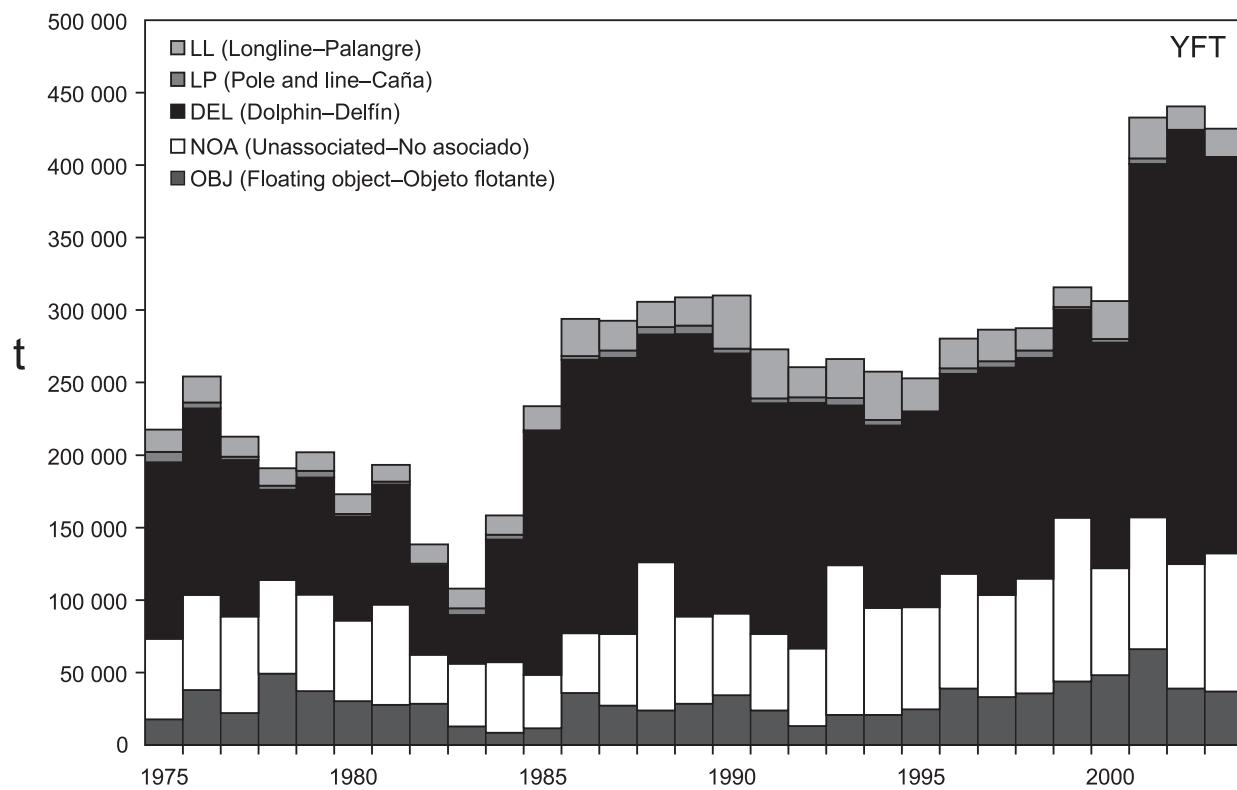


FIGURE B-1. Total catches (retained catches plus discards) for the purse-seine fisheries, and retained catches for the pole-and-line fishery and longline fisheries, of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, used in the stock assessment. Purse-seine catches for 1975-1992 are based on unloading data. Longline catches for 1975-2002 are those reported to the IATTC by governments, and those for 2003 are predicted by the model based on 2002 effort levels and estimates of the biomass vulnerable to longlining in 2003.

FIGURA B-1. Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de las pesquerías de cerco, y capturas retenidas de las pesquerías cañera y palangreras de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, usadas en la evaluación de la población. Las capturas cerqueras de 1975-1992 se basan en datos de descargas. Las capturas palangreras de 1975-2002 son la reportadas a la CIAT por los gobiernos, y las de 2003 son predichas por el modelo con base en el nivel de esfuerzo de 2002 y estimaciones de la biomasa vulnerable a los palangres en 2003.

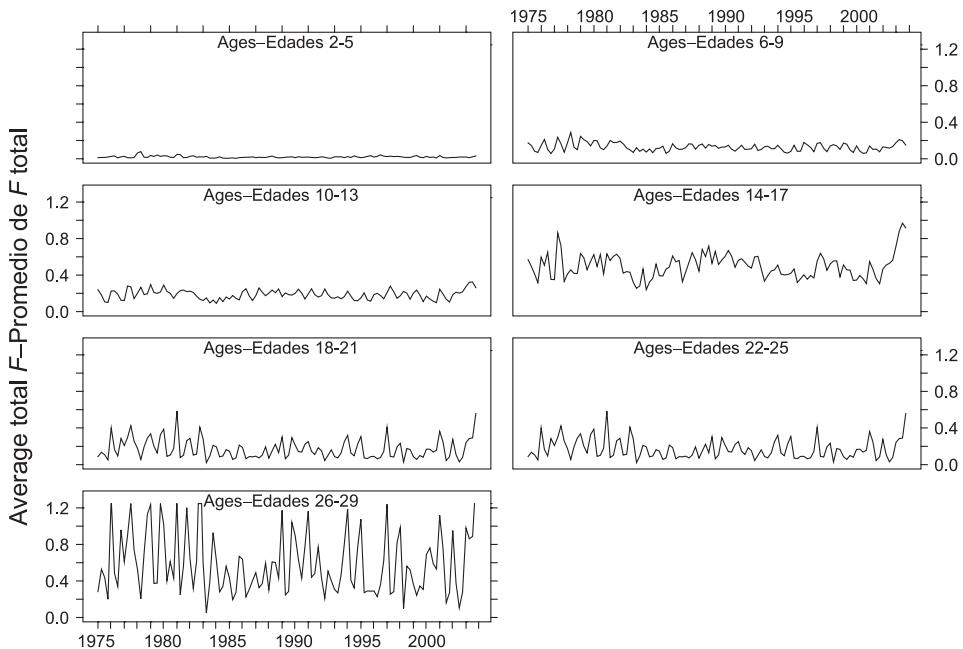


FIGURE B-2. Time series of average total quarterly fishing mortality of yellowfin tuna that have been recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of four quarterly fishing mortality vectors that affected the fish of the age range indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper-left panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 2-5 quarters old.

FIGURA B-2. Series de tiempo de la mortalidad por pesca trimestral total media de atún aleta amarilla reclutado a las pesquerías del OPO. Cada recuadro ilustra un promedio de cuatro vectores trimestrales de mortalidad por pesca que afectaron los peces de la edad indicada en el título de cada recuadro. Por ejemplo, la tendencia ilustrada en el recuadro superior izquierdo es un promedio de las mortalidades por pesca que afectaron a los peces de entre 2 y 5 trimestres de edad.

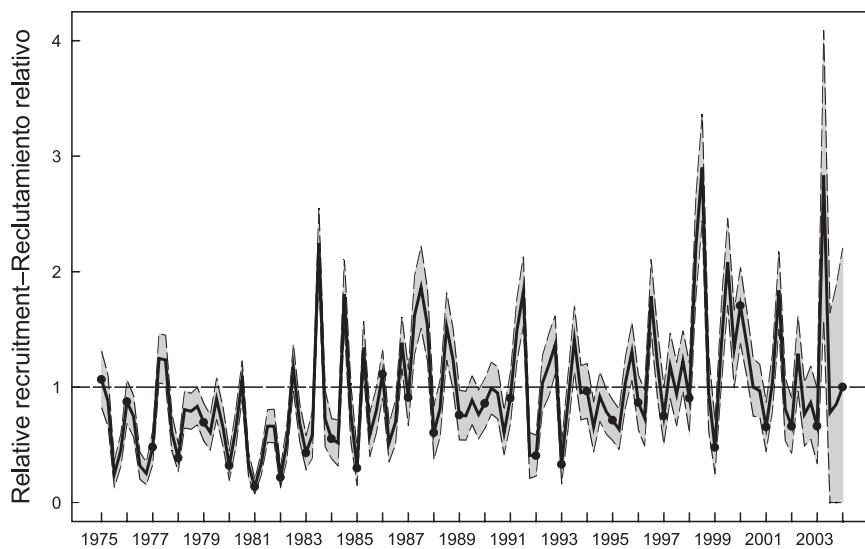


FIGURE B-3. Estimated recruitment of yellowfin tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the average recruitment is equal to 1.0. The bold line illustrates the maximum likelihood estimates of recruitment, and the shaded area indicates the approximate 95% confidence intervals around those estimates. The labels on the time axis are drawn at the start of each year, but, since the assessment model represents time on a quarterly basis, there are four estimates of recruitment for each year.

FIGURA B-3. Reclutamiento estimado de atún aleta amarilla a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que el reclutamiento medio equivalga a 1,0. La línea gruesa ilustra las estimaciones de probabilidad máxima del reclutamiento, y el área sombreada indica los intervalos de confianza de 95% aproximados de esas estimaciones. Se dibujan las leyendas en el eje de tiempo al principio de cada año, pero, ya que el modelo de evaluación representa el tiempo por trimestres, hay cuatro estimaciones de reclutamiento para cada año.

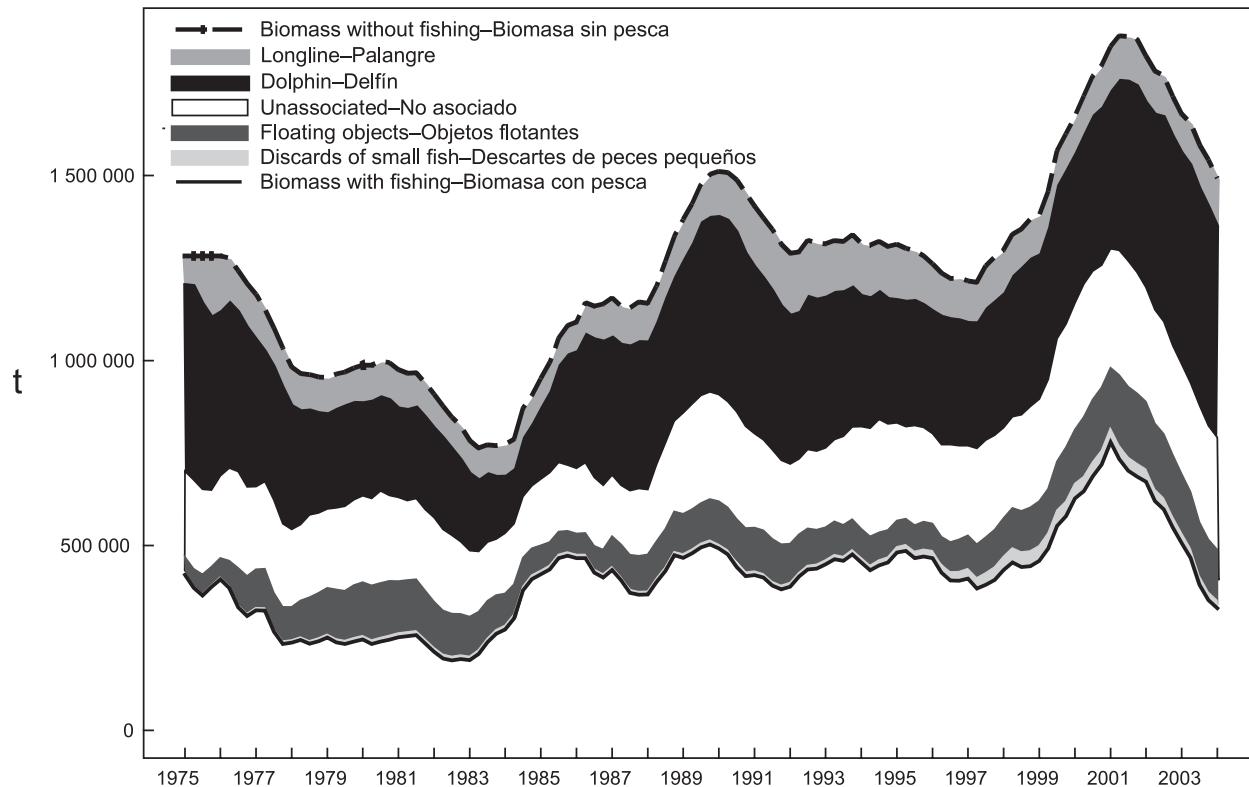


FIGURE B-4. Biomass trajectory of a simulated population of yellowfin tuna that was not exploited during 1975-2003 (dashed line) and that predicted by the stock assessment model (solid line). The shaded areas between the two lines represent the portions of the fishery impact attributed to each fishing method.

FIGURA B-4. Trayectoria de la biomasa de una población simulada de atún aleta amarilla no explotada durante 1975-2003 (línea de trazos) y la que predice el modelo de evaluación (línea sólida). Las áreas sombreadas entre las dos líneas representan la porción del impacto de la pesca atribuida a cada método de pesca.

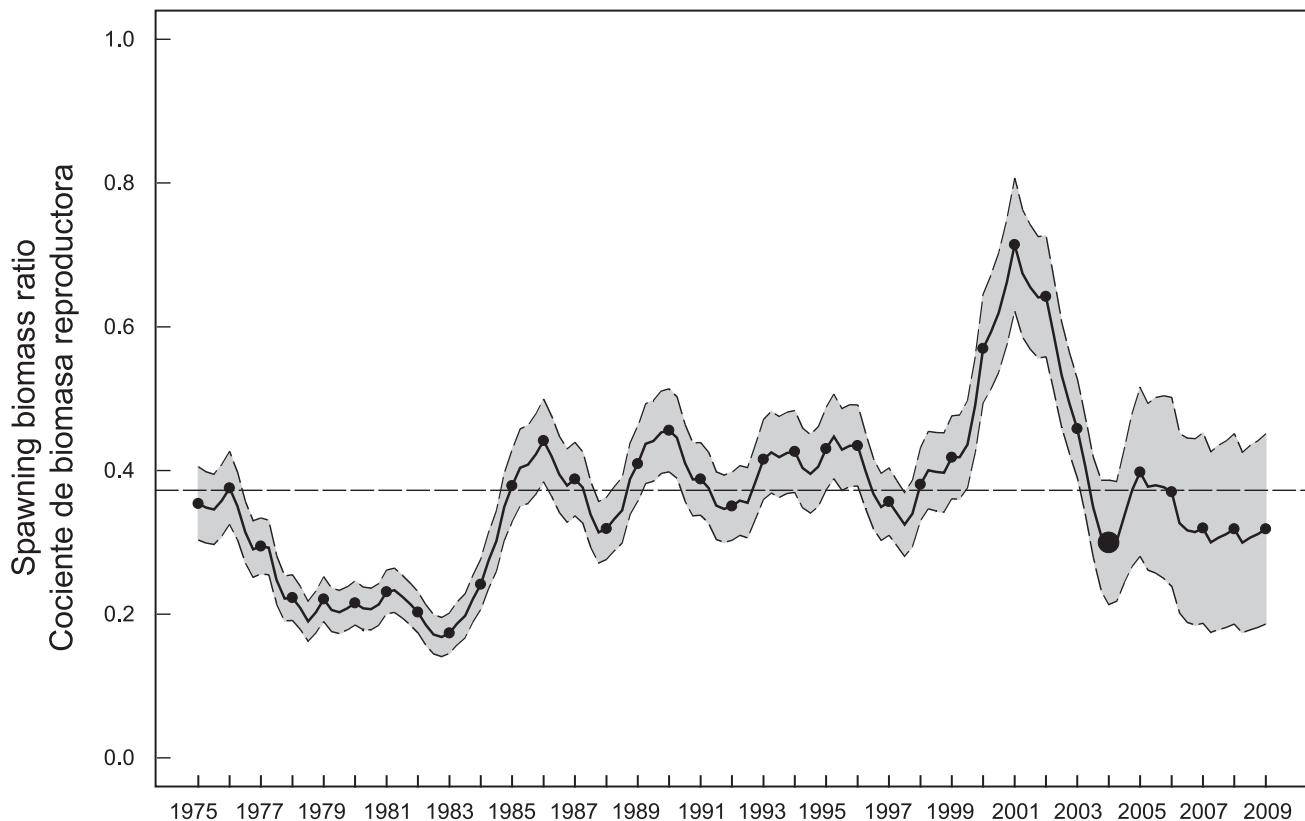


FIGURE B-5. Spawning biomass ratios (SBRs) for 1975-2003 and SBRs projected during 2004-2009 for yellowfin tuna in the EPO by the likelihood profile approximation method. The dashed horizontal line (at 0.38) identifies SBR_{AMSY} . The shaded area represents the 95% confidence limits of the estimates. The estimates after 2004 (the large dot) indicate the SBR predicted to occur if effort continues at the average of that observed in 2003, catchability (with effort deviates) continues at the average for 2001 and 2002, and average environmental conditions occur during the next 10 years.

FIGURA B-5. Cocientes de biomasa reproductora (SBR) para 1975-2003 y SBRs proyectados durante 2004-2009 para el atún aleta amarilla en el OPO por el método de aproximación de perfil de verosimilitud. La línea de trazos horizontal (en 0.38) identifica SBR_{RPMS} . El área sombreada representa los límites de confianza de 95% de las estimaciones. Las estimaciones a partir de 2004 (el punto grande) señalan el SBR predicho si el esfuerzo continúa en el nivel promedio de 2003, la capturabilidad (con desvíos de esfuerzo) continúa en el promedio de 2001 y 2002, y con condiciones ambientales promedio en los 10 próximos años.

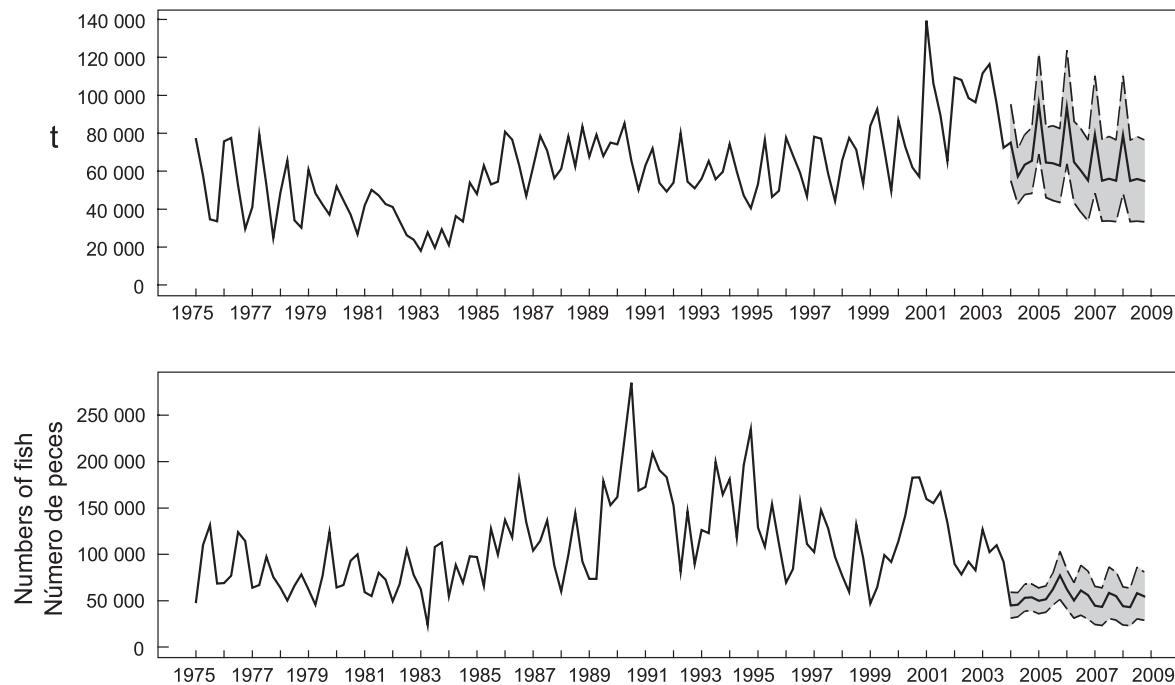


FIGURE B-6. Catches of yellowfin tuna during 1975-2003 and simulated catches of yellowfin tuna during 2004-2008 taken by the purse-seine and pole-and-line fleets (upper panel) and the longline fleet (lower panel), using the likelihood profile method. The shaded area represents the 95% confidence limits of the estimates.

FIGURA B-6. Capturas de atún aleta amarilla durante 1975-2003 y capturas simuladas de aleta amarilla durante 2004-2008 por las flotas de cerco y de caña (recuadro superior) y la flota palangrera (recuadro inferior), usando el método de aproximación de perfil de verosimilitud. El área sombreada representa los intervalos de confianza de 95% estimados de las estimaciones.

TABLE B-1. AMSY and related quantities for the base case assessment and the stock-recruitment relationship sensitivity analysis ($h = 0.75$). All analyses are based on average fishing mortality for 2001 and 2002. B_{2004} , B_{AMSY} , and B_0 are the biomass of bigeye 1+ years old at the start of 2004, at AMSY, and without fishing, respectively, and S_{2004} , S_{AMSY} , and S_0 are the female spawning biomass at the start of 2004, at AMSY, and without fishing, respectively. C_{2003} is the estimated total catch in 2003.

TABLA B-1. RMSP y cantidades relacionadas para la evaluación del caso base y el análisis de sensibilidad a la relación población-reclutamiento ($h = 0.75$). Todos los análisis se basan en la mortalidad por pesca media de 2001 y 2002. B_{2004} , B_{RMSP} , y B_0 son la biomasa de patudo de edad 1+ años al principio de 2004, en RMSP, y sin pesca, respectivamente, y S_{2004} , S_{RMSP} , y S_0 son la biomasa reproductora de hembras al principio de 2004, en RMSP, y sin pesca, respectivamente. C_{2003} es la captura total estimada en 2003.

	Base case Caso base	$h = 0.75$
AMSY-RMSP	(t)	284,979
$B_{\text{AMSY}} - B_{\text{RMSP}}$	(t)	420,895
$S_{\text{AMSY}} - S_{\text{RMSP}}$	(t)	6,606
$C_{2003}/\text{AMSY} - C_{2003}/\text{RMSP}$	1.47	1.36
$B_{2004}/B_{\text{AMSY}} - B_{2004}/B_{\text{RMSP}}$	0.79	0.60
$S_{2004}/S_{\text{AMSY}} - S_{2004}/S_{\text{RMSP}}$	0.80	0.60
$S_{\text{AMSY}}/S_{F=0} - S_{\text{RMSP}}/S_{F=0}$	0.38	0.42
F multiplier-Multiplicador de F	1.12	0.83

B. ATÚN ALETA AMARILLA

Se usó un análisis con estructura de edades y captura a talla, A-SCALA (del inglés age-structured, catch-at-length analysis) para evaluar el atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se describe el método analítico en el Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 5, y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho informe.

La evaluación de poblaciones requiere una cantidad sustancial de información. Se analizaron datos de capturas retenidas, descartes, esfuerzo de pesca, y composición por tamaño de las capturas de varias pesquerías distintas. Se hicieron también varios supuestos sobre procesos tales como crecimiento, reclutamiento, desplazamiento, mortalidad natural, mortalidad por pesca, y estructura de poblaciones. La evaluación para 2004 es diferente de aquella realizada en 2003 en los aspectos siguientes. Se actualizaron los datos de captura y frecuencia de talla de las pesquerías de cerco y de caña para incluir datos nuevos de 2003. Se actualizaron los datos de esfuerzo para las pesquerías de cerco y de caña para incluir datos nuevos de 2003 y datos revisados de 1975-2002. Se actualizaron los datos de captura para las pesquerías palangreras japonesas para incluir nuevos datos para 2002. Se actualizaron los datos de captura de 1975-1999 para las pesquerías palangreras de Taipei Chino y se añadieron nuevos datos para 2000 y 2001. Se incluyeron datos de captura de 2001 y 2002 de las pesquerías palangreras de la República Popular China. Se actualizaron los datos de captura de 1987-1997 para las pesquerías palangreras de la República de Corea, y se añadieron datos nuevos de 1998-2002. Se actualizaron los datos de captura palangrera por talla de 1975-2001 y se añadieron nuevos datos para 2002. En la Figura B-1 se ilustran las capturas usadas en la evaluación. Los datos de esfuerzo palangrero basados en una estandarización de red neuronal de captura por unidad de esfuerzo fueron actualizados con datos de 2001. Las proyecciones a futuro se basan en un nuevo método que permite incluir incertidumbre en los parámetros en el cálculo de los intervalos de confianza de cantidades futuras.

Se han observado niveles significativos de mortalidad por pesca en la pesquería de aleta amarilla en el OPO (Figura B-2). Fueron máximos para peces de edad mediana (excepto las estimaciones de los peces de mayor edad, un artefacto del modelo). Tanto el reclutamiento (Figura B-3) como la explotación han ejercido impactos sustanciales sobre la trayectoria de la biomasa de la especie (Figura B-4). La pesca asociada con delfines ha ejercido el mayor impacto sobre la población de aleta amarilla (Figura B-5). Parece que la población de aleta amarilla ha experimentado dos regímenes de productividad distintos (1975-1983 y 1984-2003) con reclutamiento mayor en el segundo. Estos dos regímenes (Figura B-3) corresponden a dos regímenes en biomasa (Figura B-4), el régimen con reclutamiento mayor corresponde a biomassas mayores. El cociente de biomasa reproductora (el cociente de la biomasa reproductora a la de la población no explotada, denominado SBR (spawning biomass ratio)) de aleta amarilla en el OPO estuvo por debajo del nivel que es capaz de soportar los rendimientos máximos sostenibles promedio (RMSP) durante el régimen de reclutamiento bajo, pero por encima de dicho nivel durante el régimen de reclutamiento alto (Figura B-5). Es posible que los dos regímenes de productividad soporten dos niveles distintos de RMSP y de SBR asociados, y el RMSP aquí reportado es el promedio de los dos regímenes. El SBR actual es inferior al nivel de SBR en RMSP (Figura B-5). Sin embargo, hay una incertidumbre sustancial en la estimación más reciente de SBR, y existe una probabilidad moderada de que el SBR actual esté por encima del nivel que soportaría el RMSP.

Se estima que los niveles de esfuerzo están por debajo de los niveles que son capaces de soportar el RMSP (a partir de la distribución actual del esfuerzo entre las varias pesquerías). Sin embargo, debido al reclutamiento grande que ingresó a la pesquería en 1998, los niveles de captura son mayores que los valores correspondientes en RMSP (Tabla B-1). Debido a la curva de rendimiento plana, se estima que los niveles actuales de esfuerzo producirán, bajo condiciones medias, una captura sólo ligeramente inferior al RMSP. Proyecciones a futuro con los niveles actuales de esfuerzo y reclutamiento medio señalan que la población se incrementará a un nivel de SBR superior al nivel actual y ligeramente superior al que soportará el RMSP al principio de 2005, pero disminuirá posteriormente por debajo de dicho nivel (Figura B-6). Se realizaron estas simulaciones usando el reclutamiento medio del período de 1975-2002. Si se usara el reclutamiento medio del período de 1984-2002, es probable que las estimaciones de SBR y capturas serían mayores. Se espera que las capturas, tanto cerco como palangreras, sean sustancialmente menores en 2004 que en 2003, y que luego disminuyan ligeramente en los años subsecuentes (Figura B-6).

El análisis indica que cohortes fuertes ingresaron a la pesquería durante 1998-2000 y que estas cohortes incrementaron la biomasa de la población durante 1991-2000, pero ya pasaron por la población, y la biomasa disminuyó en 2001 y 2003.

El peso medio de las aletas amarillas en la captura ha sido siempre muy inferior al peso crítico (unos 36.2 kg), indicando que, del punto de vista de rendimiento por recluta, el aleta amarilla en el OPO no es pescado al tamaño óptimo. Hay una variabilidad sustancial en el peso promedio del aleta amarilla capturado por las distintas pesquerías. En general, las pesquerías sobre objetos flotantes, no asociadas, y cañera capturan peces más jóvenes y pequeños que las pesquerías asociadas con delfines y palangreras. En las pesquerías palangreras y en los lances sobre delfines en la zona Sur se capturan aletas amarillas de mayor edad y tamaño que en las pesquerías sobre delfines Costera y Norte. Los cálculos de RMSP indican que se

podrían incrementar considerablemente los niveles de rendimiento si se desviara el esfuerzo de pesca hacia las pesquerías que capturan aleta amarilla más cercano al peso crítico (la palangrera y la cerquera sobre aleta amarilla asociado con delfines, particularmente en la zona Sur). Esto aumentaría también los niveles de SBR.

Con los niveles de esfuerzo de 2003, se predice que la biomasa aumentará durante 2004, pero luego disminuirá en los años siguientes. Se predice que el SBR estará por encima del nivel que produciría el RMSP al principio de 2005, pero que caerá por debajo de dicho nivel en el futuro. Se predice que la captura en 2004 será mucho menor que en 2003. Se predice que vedar las pesquerías de cerco durante seis semanas incrementaría el nivel de la biomasa tan sólo ligeramente. Restricciones mayores de la pesquería sobre objetos flotantes causaría solamente un pequeño aumento en la biomasa. Vedar la pesquería de peces asociados con delfines ocasionalmente el mayor aumento en la biomasa.

Se realizó un análisis de sensibilidad para estimar el efecto de una relación población-reclutamiento. Los resultados sugieren que el modelo con una relación población-reclutamiento se ajusta a los datos ligeramente mejor que el caso base. Los resultados del análisis con una relación población-reclutamiento son más pesimistas, sugiriendo que el nivel de esfuerzo está por encima del nivel que produciría el RMSP (Tabla B-1); sin embargo, el rendimiento en este nivel de esfuerzo es todavía tan sólo ligeramente inferior al RMSP. Se estima que la biomasa fue inferior a la biomasa que daría lugar al RMSP durante la mayor parte del período del modelo, con la excepción de la mayor parte del período de 2000-2002.

Los resultados de la evaluación son muy similares a aquéllos de las evaluaciones previas. Las diferencias más grandes ocurren, tal como se esperaría, en los años más recientes. La evaluación actual, al igual que las de 2002 y 2003, indica que la biomasa aumentó en 2000, mientras que las previas indicaron una disminución. Además, el SBR y el SBR necesario para producir el RMSP han aumentado con respecto a las evaluaciones previas (2000 y 2001) porque se calculó el reclutamiento medio para un período más largo, que incluye más años del régimen de reclutamiento bajo, y debido a cambios en el crecimiento, fecundidad, y la mortalidad por pesca actual por edad.

RESUMEN

1. Los resultados son similares a los de las cuatro evaluaciones previas, excepto que el SBR en RMSP es similar a aquéllos de las dos últimas evaluaciones solamente.
2. Se estima que la biomasa disminuyó en 2003.
3. Existe incertidumbre acerca de los niveles recientes y futuros de reclutamiento y biomasa.
4. El SBR actual es inferior a aquél necesario para producir el RMSP.
5. Las tasas actuales de mortalidad por pesca son ligeramente inferiores a las necesarias para producir el RMSP.
6. El peso medio de un aleta amarilla en la captura es muy inferior al peso crítico, y aumentar el peso medio incrementaría sustancialmente el RMSP.
7. Hubo dos regímenes distintos de productividad y los niveles de RMSP y la biomasa necesaria para producir el RMSP podría ser diferente para los dos regímenes.
8. Los resultados son sensibles al supuesto acerca de la relación población-reclutamiento.

C. SKIPJACK TUNA

An age-structured, catch-at-length analysis (A-SCALA) is used to assess skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). The analysis method is described in IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 5, and readers are referred to that report for technical details. This method was used for the 2001 and 2002 assessments of skipjack tuna in the EPO. New catch, effort, and length-frequency data for 2002-2003 have been included, and data for previous years have been updated.

The stock assessment requires a substantial amount of information. Data on retained catch, discards, fishing effort, and the size compositions of the catches of several different fisheries have been analyzed. The catches used in the assessment are presented in Figure C-1. Several assumptions regarding processes such as growth, recruitment, movement, natural mortality, fishing mortality, and stock structure have also been made. The assessment is still considered preliminary because (1) it is not known whether catch per day of fishing for purse-seine fisheries is proportional to abundance, (2) it is possible that there is a population of large skipjack that is invulnerable to the fisheries, and (3) stock structure in relation to fish in the EPO and in the western and central Pacific is uncertain. However, results from sensitivity analyses for this assessment are more consistent than those of previous years.

The recruitment of skipjack tuna to the fisheries in the EPO is highly variable (Figure C-2). Fishing mortality (Figure C-3) is estimated to be about the same or less than the rate of natural mortality. These estimates of fishing mortality are supported by estimates from tagging data. Biomass fluctuates in response to variations in both recruitment and exploitation (Figure C-4). Estimates of absolute biomass are moderately sensitive to weights given to the information about abundance in the catch and effort data for the floating-object fisheries and the monotonic selectivity assumption, but the trends in biomass are not.

The analysis indicates that a group of relatively strong cohorts (but not as strong as those of 1998) entered the fishery in 2002-2003, and that these cohorts increased the biomass and catches during 2003. There is an indication that the most recent recruitments are average, which may lead to lower biomasses and catches. However, these estimates of low recruitment are based on limited information, and are therefore very uncertain.

There is considerable variation in spawning biomass ratio (ratio of the spawning biomass to that for the unfished stock; SBR) for skipjack tuna in the EPO (Figure C-5). In 2003 the SBR was at a high level (about 0.61). Estimates based on average maximum sustainable yield (AMSY) and yield-per-recruit indicate that maximum yields are achieved with infinite fishing mortality because the critical weight is less than the average weight at recruitment to the fishery. However, this is uncertain because of uncertainties in the estimates of natural mortality and growth. Estimates of SBR are not sensitive to weights given to the information about abundance in the catch and effort data for the floating-object fisheries and the monotonic selectivity assumption.

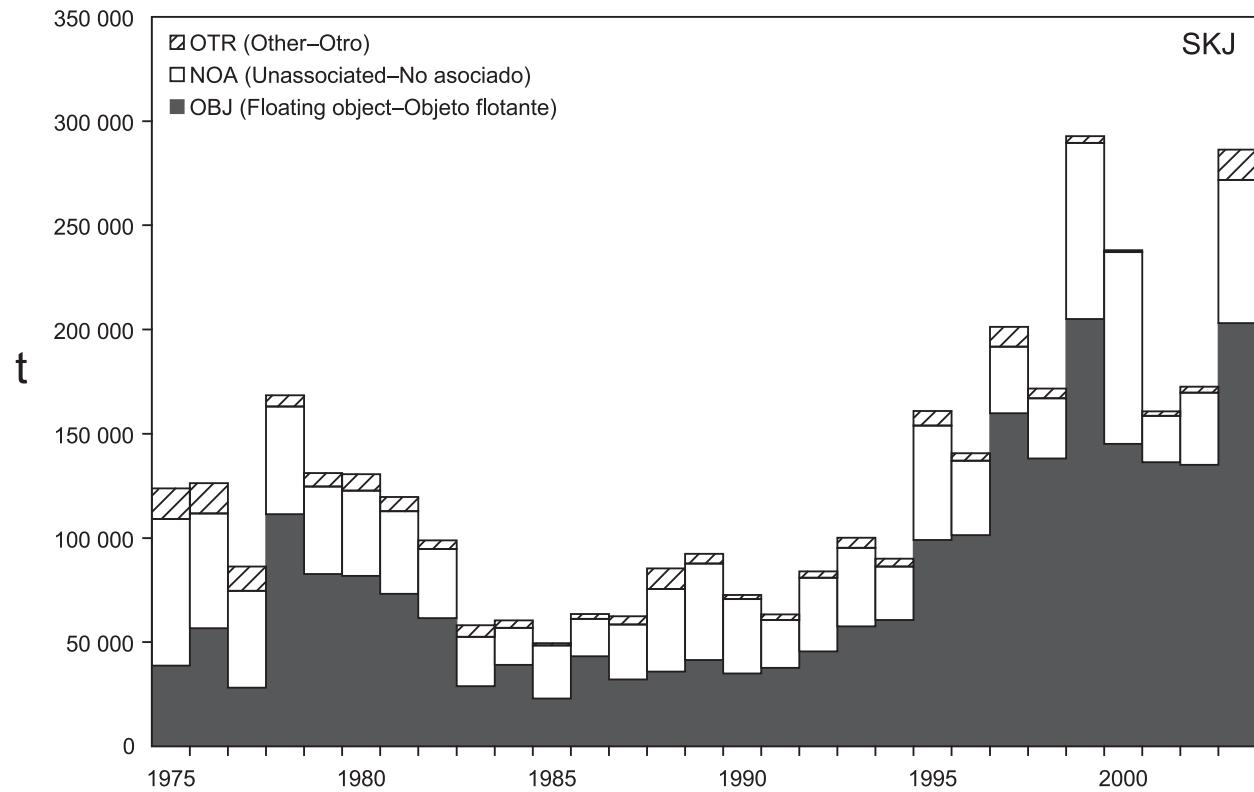


FIGURE C-1. Total catches (retained catches plus discards) for the purse-seine fisheries on floating objects and unassociated schools, and for other fisheries combined, of skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean, 1975-2003, used in the stock assessment. Purse-seine catches are based on unloading data.

FIGURA C-1. Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de las pesquerías de cerco sobre objetos flotantes y cardúmenes no asociados, y de las demás pesquerías combinadas, de atún barrilete en el Océano Pacífico oriental, 1975-2003, usadas en la evaluación de la población. Las capturas cerqueras se basan en datos de descargas.

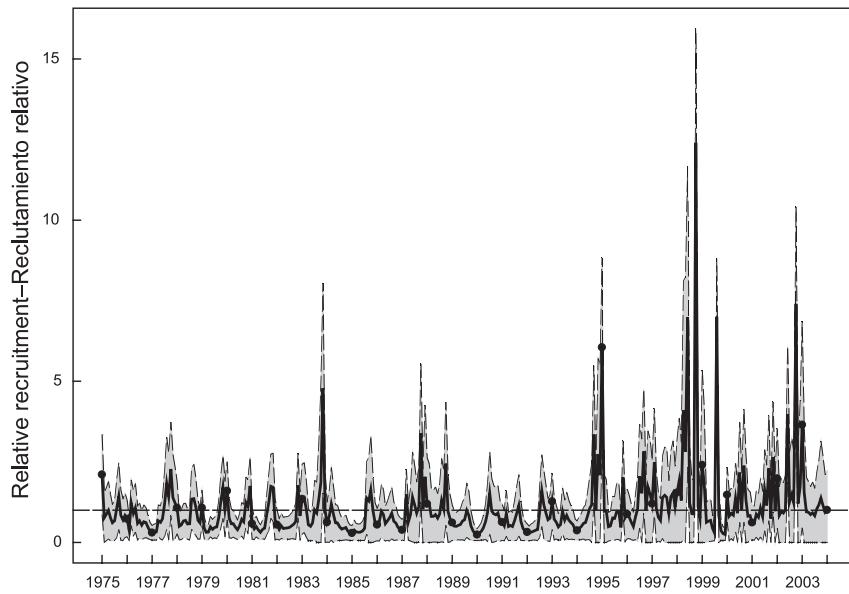


FIGURE C-2. Estimated recruitment of skipjack tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the average recruitment is equal to 1.0. The solid line illustrates the maximum-likelihood estimates of recruitment, and the shaded area the 95% confidence intervals. The labels on the time axis are drawn at the start of each year, but, since the assessment model represents time on a monthly basis, there are 12 estimates of recruitment for each year.

FIGURA C-2. Reclutamiento estimado de atún barrilete a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que el reclutamiento medio equivalga a 1,0. La línea sólida ilustra las estimaciones de reclutamiento de probabilidad máxima, y el área sombreada los intervalos de confianza de 95%. Se dibujan las leyendas en el eje de tiempo al principio de cada año, pero, ya que el modelo de evaluación representa el tiempo por meses, hay 12 estimaciones de reclutamiento para cada año.

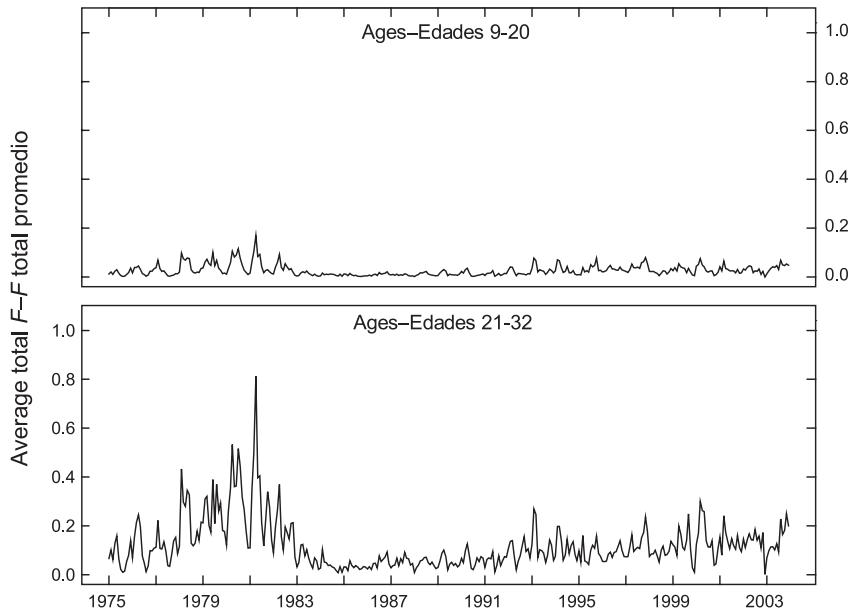


FIGURE C-3. Time series of average total monthly fishing mortality of skipjack tuna recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of 12 monthly fishing mortality vectors that affected fish of the age range indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 9-20 months old.

FIGURA C-3. Series de tiempo de la mortalidad por pesca mensual total media de atún barrilete reclutado a las pesquerías del OPO. Cada recuadro ilustra un promedio de 12 vectores mensuales de mortalidad por pesca que afectaron los peces de la edad indicada en el título de cada recuadro. Por ejemplo, la tendencia ilustrada en el recuadro superior es un promedio de las mortalidades por pesca que afectaron a los peces de entre 9 y 20 meses de edad.

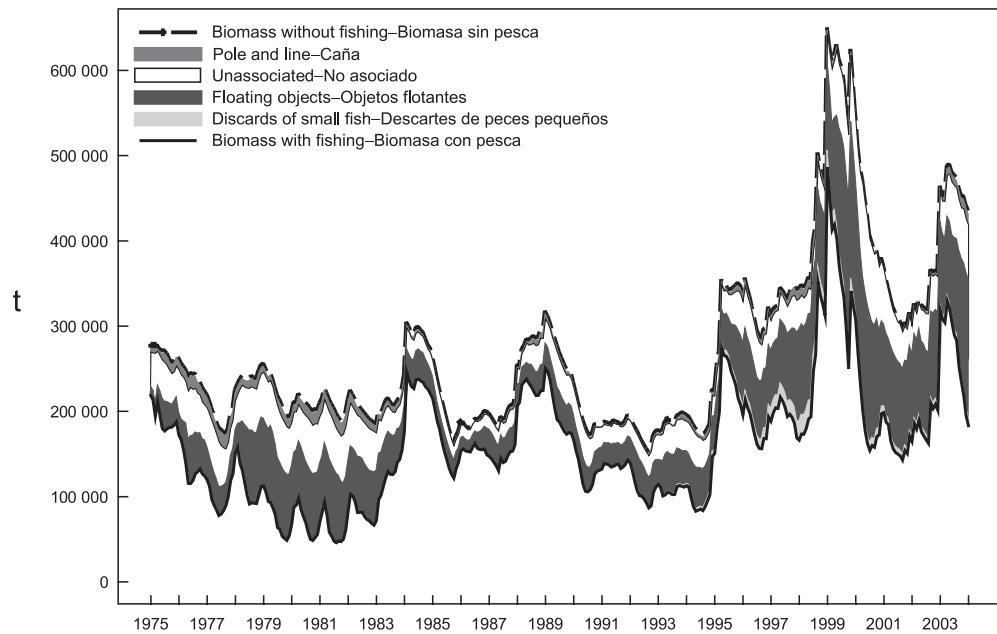


FIGURE C-4. Biomass trajectory of a simulated population of skipjack tuna that was not exploited during 1975-2003 (dashed line) and that predicted by the stock assessment model (solid line). The shaded areas between the two lines show the portions of the fishery impact attributed to each fishing method.

FIGURA C-4. Trayectoria de la biomasa de una población simulada de atún barrilete no explotada durante 1975-2003 (línea de trazos) y la que predice el modelo de evaluación (línea sólida). Las áreas sombreadas entre las dos líneas representan la porción del impacto de la pesca atribuida a cada método de pesca.

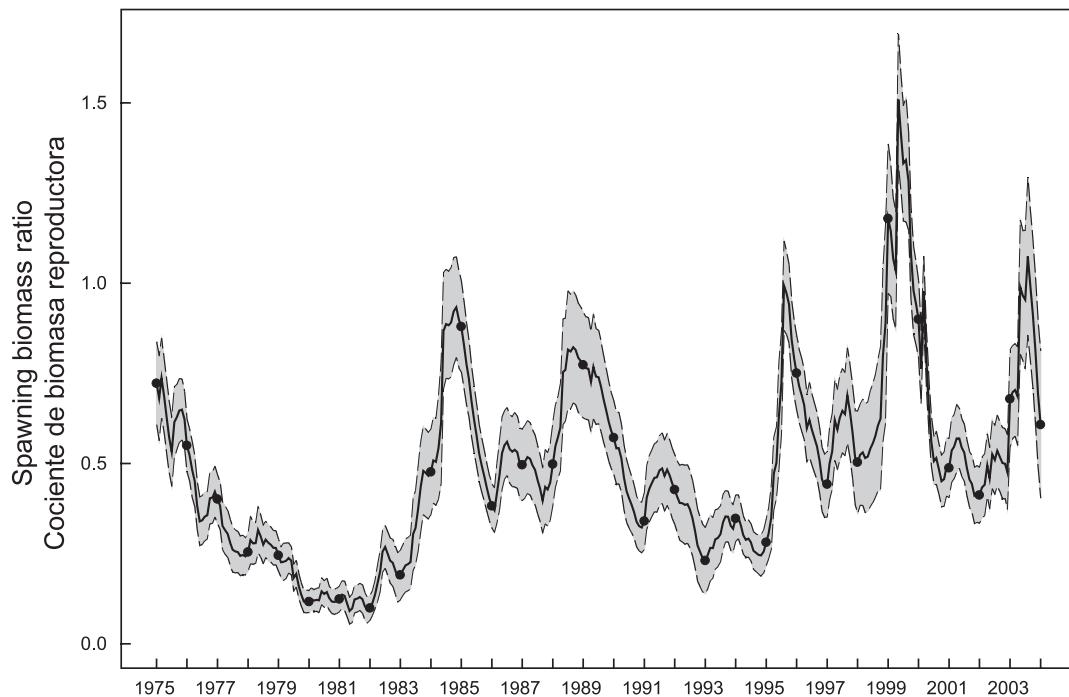


FIGURE C-5. Estimated time series of spawning biomass ratios (SBRs) for skipjack tuna in the EPO, from the monotonic selectivity assessment. The shaded area represents the 95% confidence limits of the estimates.

FIGURA C-5. Series de tiempo estimadas de los cocientes de biomasa reproductora (SBR) de atún barrilete en el OPO, de la evaluación de selectividad monotónica. El área sombreada representa los intervalos de confianza de 95% de las estimaciones.

C. ATÚN BARRILETE

Se usa un análisis con estructura de edades y captura a talla, A-SCALA (del inglés age-structured, catch-at-length analysis) para evaluar el atún barrilete en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se describe el método analítico en el Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 5, y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho informe. Se usó este método para las evaluaciones de 2001 y 2002 del atún barrilete en el OPO. Se incluyeron nuevos datos de captura, esfuerzo, y frecuencia de talla de 2002-2003, y se actualizaron los datos de años anteriores.

La evaluación de poblaciones requiere una cantidad sustancial de información. Se analizaron datos de capturas retenidas, descartes, esfuerzo de pesca, y composición por tamaño de las capturas de varias pesquerías distintas. En la Figura C-1 se ilustran las capturas usadas en la evaluación. Se hicieron también varios supuestos sobre procesos tales como crecimiento, reclutamiento, desplazamiento, mortalidad natural, mortalidad por pesca, y estructura de poblaciones. La evaluación es considerada preliminar porque (1) no se sabe si la captura por día de pesca de las pesquerías de cerco es proporcional a la abundancia, (2) es posible que exista una población de barrilete grande que es invulnerable a las pesquerías, y (3) la estructura de la población con respecto a los peces en el OPO y en el Pacífico occidental y central es incierta. Sin embargo, los resultados de los análisis de sensibilidad para la presente evaluación son más consistentes con aquéllos de años anteriores.

El reclutamiento del atún barrilete a las pesquerías en el OPO es altamente variable (Figura C-2). Se estima que la mortalidad por pesca (Figura C-3) es aproximadamente igual, o mayor, que la tasa de mortalidad natural. Estas estimaciones de la mortalidad por pesca son respaldadas por estimaciones de datos de marcado. La biomasa fluctúa en reacción a variaciones en el reclutamiento la explotación (Figura C-4). Las estimaciones de biomasa absoluta son moderadamente sensibles a la ponderación asignada a la información sobre abundancia en los datos de captura y esfuerzo de las pesquerías sobre objetos flotantes y el supuesto de selectividad monotónica, pero las tendencias en la biomasa no lo son.

El análisis indica que un grupo de cohortes relativamente fuertes (pero no tan fuertes como las de 1998) ingresó a la pesquería en 2002-2003, y esas cohortes incrementaron la biomasa y las capturas durante 2003. Existe una indicación de que los reclutamientos más recientes fueron medios, lo cual podría llevar a biomassas y capturas más bajas, pero estas estimaciones de reclutamiento bajo se basan en información limitada, y son por lo tanto muy inciertas.

Hay una variación considerable en el cociente de la biomasa reproductora a la biomasa reproductora de la población no explotada (spawning biomass ratio, SBR) del atún barrilete en el OPO (Figura C-5). En 2003 el SBR estuvo en un nivel alto (aproximadamente 0.61). Las estimaciones basadas en el rendimiento máximo sostenible promedio (RMSP) y el rendimiento por recluta señalan que se logra el rendimiento máximo con una mortalidad por pesca infinita porque el peso crítico es menor que el peso medio de reclutamiento a la pesquería. Sin embargo, esto no es seguro debido a incertidumbres en las estimaciones de mortalidad natural y crecimiento. Las estimaciones de SBR no son sensibles a la ponderación asignada a la información sobre abundancia en los datos de captura y esfuerzo de las pesquerías sobre objetos flotantes y el supuesto de selectividad monotónica.

D. BIGEYE TUNA

An age-structured, catch-at-length analysis, A-SCALA, was used to assess bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). The analysis method is described in IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 5, and readers are referred to that report for technical details.

This assessment is not much different from that for 2002. It includes revised estimates of maturity, fecundity, age-specific proportions of females in the population, and age-specific natural mortality vectors, based on updated data. Catch and length-frequency data for the purse-seine and pole-and-line fisheries have been updated with new data for 2003. Effort data for the purse-seine and pole-and-line fisheries have been updated with new data for 2003 and revised data for 1975-2002. Catch data for the Japanese longline fisheries have been updated for 1999-2001, and new data have been added for 2002. Catch data for the longline fisheries of Chinese Taipei have been updated for 1975-1999, and new data have been added for 2000 and 2001. Catch data for the longline fisheries of the Peoples Republic of China for 2001 and 2002 have been included. Catch data for the longline fisheries of the Republic of Korea have been updated for 1987-1997, and new data have been added for 1998-2002. The catches used in the assessment are presented in Figure D-1. Longline catch-at-length data for 1975-2001 have been updated, and new data have been added for 2002. Longline effort data based on neural-network standardization of catch per unit of effort have been updated to include data for 2001. Future projections are based on a new method that allows the inclusion of parameter uncertainty in the calculation of confidence intervals for future quantities.

Various sensitivity analyses were performed, including the incorporation of a stock-recruitment relationship, replacing the species composition estimates of purse-seine catches with the cannery estimates used in previous assessments, and increasing the levels of natural mortality assumed for bigeye tuna less than the 10 quarters old.

There have been important changes in the amounts of fishing mortality caused by the fisheries that catch bigeye tuna in the EPO. On average, the fishing mortality of bigeye less than about 20 quarters old has increased substantially since 1993, and that of fish more than about 24 quarters old has remained relatively constant (Figure D-2). The increase in average fishing mortality on the younger fish was caused by the expansion of the fisheries that catch bigeye in association with floating objects. The base case assessment suggests (1) that the use of fish-aggregating devices (FADs) has substantially increased the catchability of bigeye by fisheries that catch tunas associated with floating objects, and (2) that bigeye are substantially more catchable when they are associated with floating objects in offshore areas than in inshore areas.

Recruitment of bigeye tuna to the fisheries in the EPO is variable, and the causes of the variation in recruitment have not been fully identified. Nevertheless, it appears to be related to zonal-velocity anomalies at 240 m during the time that these fish are assumed to have hatched. Over the range of spawning biomasses estimated by the base case assessment, the abundance of bigeye recruits appears to be unrelated to the spawning potential of adult females at the time of hatching.

There are two important features in the estimated time series of bigeye recruitment. First, greater-than-average recruitments occurred in 1977, 1979, 1982-1983, 1992, 1994, 1995-1997, and during the second quarters of 2001 and 2002 (Figure D-3). The lower confidence bounds of these estimates were greater than the estimate of virgin recruitment only for 1994, 1997, 2001, and 2002. Second, aside from those two spikes in recruitment in 2001 and 2002, recruitment has been much less than average from the second quarter of 1998 to the end of 2003, and the upper confidence bounds of many of these recruitment estimates are below the virgin recruitment (Figure D-3). Evidence for these low recruitments comes from the decreased catches per unit of effort (CPUEs) achieved by some of the floating-object fisheries, discard records collected at sea by observers, length-frequency data, and adverse environmental conditions. The extended sequence of low recruitments is important because, in concert with high levels of fishing mortality, they are likely to produce a sequence of years in which the spawning biomass ratio (the ratio of spawning biomass to that for the unfished stock; SBR) will be considerably below the level corresponding to the average maximum sustainable yield (AMSY).

Fishing has reduced the total biomass of bigeye present in the EPO, and it is predicted to be at its lowest level by the end of 2004 (Figure D-4). There has been an accelerated decline in biomass since the small peak in 2000. Analysis of the levels of fishing mortality associated with each fishery indicates that, since the expansion of the purse-seine fishing on floating objects in the early to mid-1990s, the purse-seine fishery has had a much greater impact on the stock than has the longline fishery (Figure D-4).

The estimates of recruitment and biomass were not sensitive to the range of alternative parameterizations of the assessment model considered or to the alternative data sources included in the assessment. However, in the current assessment, a narrower range of alternative analyses was considered.

At the beginning of 2004, the spawning biomass of bigeye tuna in the EPO was declining from a recent high level (Figure D-5; large dot). At that time the SBR was about 0.14, about 32% less than the level corresponding to the AMSY, with lower and upper confidence limits (± 2 standard deviations) of about 0.07 and 0.21. The estimate of the upper confidence bound is only slightly greater than the estimate of SBR_{AMSY} (0.20), suggesting that, at the start of 2004, the spawning biomass of bigeye in the EPO was less than the level corresponding to the AMSY. The dramatic change from being above the SBR_{AMSY} level to below it has been predicted by the last three assessments.

Estimates of the average SBR projected to occur during 2004-2014 indicate that the SBR is likely to reach an historic low level in 2007-2008, and remain below the level corresponding to the AMSY for many years unless fishing mortality is greatly reduced or recruitment is greater than average levels for a number of years (Figure D-5). This decline is likely to occur because of the recent weak cohorts and the high estimated levels of fishing mortality.

The average weight of fish in the catch of all fisheries combined has been below the critical weight (about 49.8 kg) since 1993, suggesting that the recent age-specific pattern of fishing mortality is not satisfactory from a yield-per-recruit perspective. The average weight of purse-seine-caught fish is currently about 10 kg, while the average weight of longline-caught fish is about 60 kg.

In the base case assessment recent catches are estimated to have been about 26% above the AMSY (Table D-1). If fishing mortality is proportional to fishing effort, and the current patterns of age-specific selectivity are maintained, the level of fishing effort corresponding to the AMSY is about 62% of the current level of effort. Decreasing the effort to 62% of its present level would increase the long-term average yield by about 8% and would increase the spawning potential of the stock by about 156%. The AMSY of bigeye in the EPO could be maximized if the age-specific selectivity pattern were similar to that for the longline fishery that operates south of 15 N because it catches larger individuals, which are close to the critical size.

All analyses considered suggest that at the start of 2004 the spawning biomass was below the level corresponding to the AMSY (Table D-1). AMSY and the fishing mortality (F) multiplier are sensitive to how the assessment model is parameterized, the data that are included in the assessment, and the periods assumed to represent average fishing mortality, but under all scenarios considered, fishing mortality is well above the level corresponding to the AMSY.

Presently the purse-seine fishery on floating objects has the greatest impact on the bigeye tuna stock. Nevertheless, restrictions that apply only to a single fishery (e.g. purse-seine or longline, particularly the latter) are predicted to be insufficient to allow the stock to rebuild to levels corresponding to the AMSY. Large (50%) reductions in effort (on bigeye tuna) from the purse-seine fishery would allow the stock to rebuild toward the AMSY level, but restrictions on both longline and purse-seine fisheries are necessary to rebuild the stock to the AMSY level in 10 years. Simulations suggest that the restrictions imposed by the 2003 *Resolution on the Conservation of Tuna in the Eastern Pacific Ocean* are not sufficient to rebuild the stock.

The sensitivity analysis indicates that, if fishing mortality rates continue at their recent (2002 and 2003) levels, longline catches and SBR will decrease to extremely low levels. As the base case assessment does not include a stock-recruitment relationship, recruitment would not decline, so purse-seine catches are predicted to decline only slightly from recent levels (Figure D-6).

Summary:

1. Almost all cohorts since 1998 have been below average.
2. As a consequence, total biomass and spawning biomass will decrease in the future to below the lowest levels observed during the period modelled (1975-2004).
3. The current status and future projections are considerably more pessimistic if a stock-recruitment relationship ($h = 0.75$) exists.
4. Under all scenarios considered, fishing mortality levels are greater than those corresponding to the AMSY.
5. These conclusions are robust to the alternative model and data formulations considered.

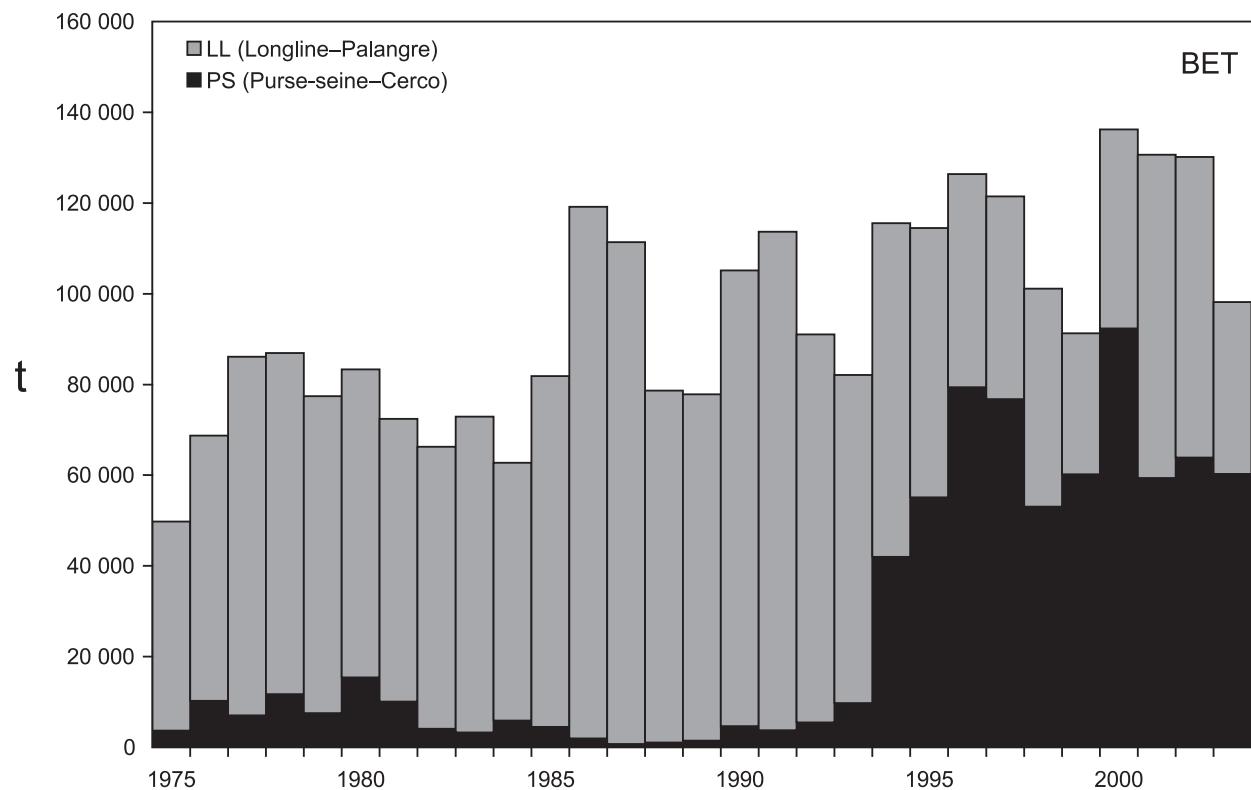


FIGURE D-1. Total catches (retained catches plus discards) for the purse-seine fisheries, and retained catches for the longline fisheries, of bigeye tuna in the eastern Pacific Ocean, 1975-2003, used in the stock assessment. Purse-seine catches for 1975-1992 are based on unloading data, those for 1993-1999 on unloading data adjusted to account for mis-indentifications, and those for 2000-2003 on species composition sampling. Longline catches for 1975-2002 are those reported to the IATTC by governments, and those for 2003 are predicted by the model based on 2002 effort levels and estimates of the biomass vulnerable to longlining in 2003.

FIGURA D-1. Capturas totales (capturas retenidas más descartes) de las pesquerías de cerco y capturas retenidas de las pesquerías palangreras de atún patudo en el Océano Pacífico oriental, 1975-2003, usadas en la evaluación de la población. Las capturas cerqueras de 1975-1992 se basan en datos de descargas, las de 1993-1999 en datos de descargas ajustados para tomar en cuenta identificaciones incorrectas, y las de 2000-2003 en el muestreo de composición por especies. Las capturas palangreras de 1975-2002 son la reportadas a la CIAT por los gobiernos, y las de 2003 son predichas por el modelo con base en el nivel de esfuerzo de 2002 y estimaciones de la biomasa vulnerable a los palangres en 2003.

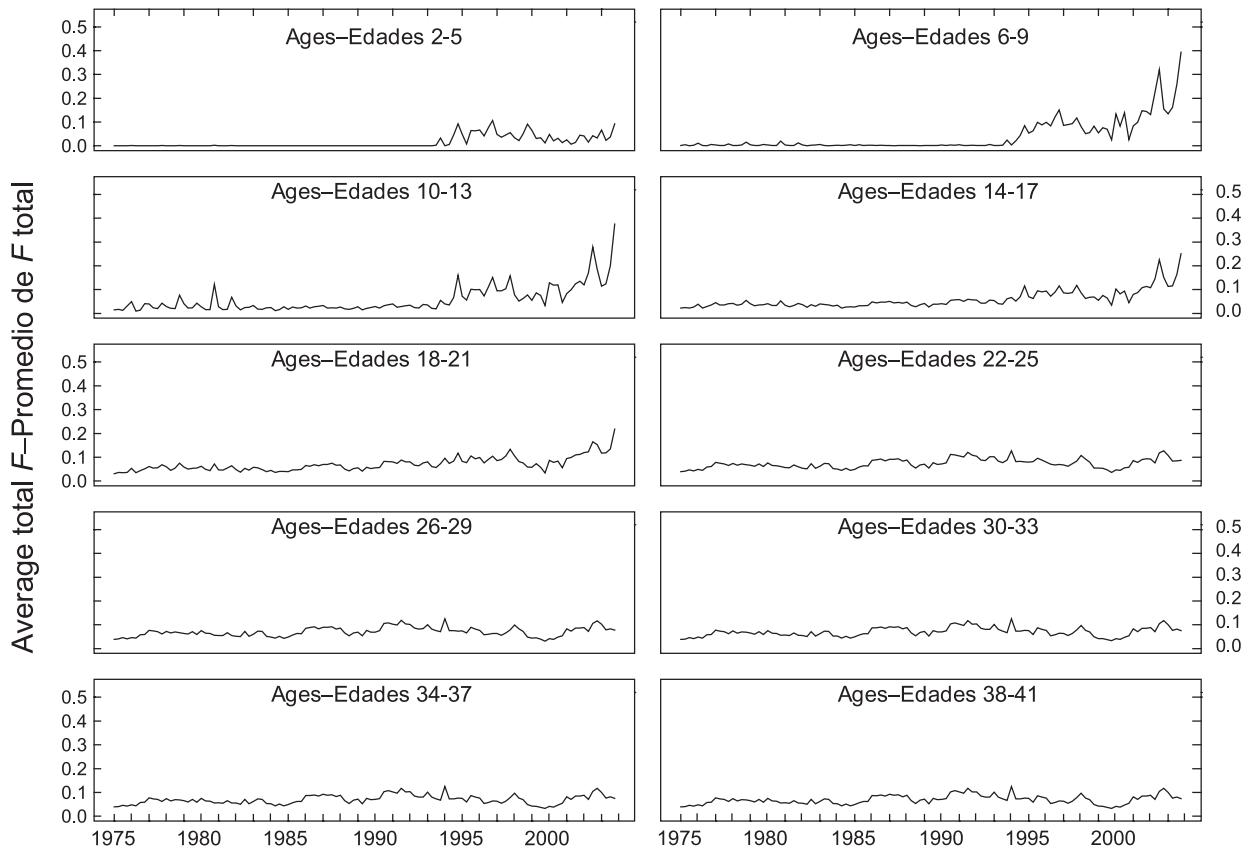


FIGURE D-2. Time series of average total quarterly fishing mortality on bigeye tuna recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of four quarterly fishing mortality vectors that affected the fish in the range of ages indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper-left panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 2-5 quarters old.

FIGURA D-2. Series de tiempo de la mortalidad por pesca trimestral total media de atún patudo reclutado a las pesquerías del OPO. Cada recuadro ilustra un promedio de cuatro vectores trimestrales de mortalidad por pesca que afectaron los peces de la edad indicada en el título de cada recuadro. Por ejemplo, la tendencia ilustrada en el recuadro superior izquierdo es un promedio de las mortalidades por pesca que afectaron a peces de entre 2 y 5 trimestres de edad.

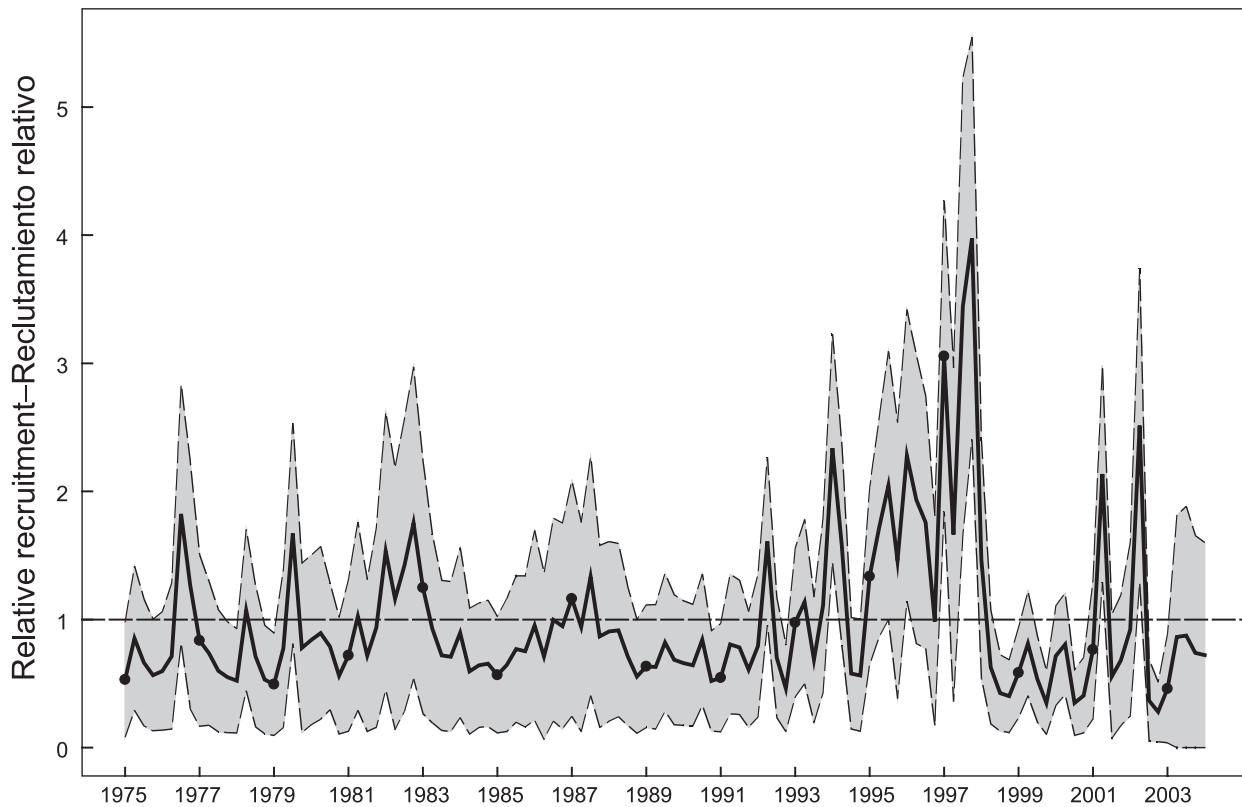


FIGURE D-3. Estimated recruitment of bigeye tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the estimate of virgin recruitment is equal to 1.0. The bold line illustrates the maximum likelihood estimates of recruitment, and the shaded areas indicates the approximate 95% confidence intervals around those estimates. The labels on the time axis are drawn at the start of each year, but, since the assessment model represents time on a quarterly basis, there are four estimates of recruitment for each year.

FIGURA D-3. Reclutamiento estimado de atún patudo a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que la estimación de reclutamiento virgen equivalga a 1,0. La línea gruesa ilustra las estimaciones de reclutamiento de verosimilitud máxima, y el área sombreada indica los intervalos de confianza de 95% aproximados de esas estimaciones. Se dibujan las leyendas en el eje de tiempo al principio de cada año, pero, ya que el modelo de evaluación representa el tiempo por trimestres, hay cuatro estimaciones de reclutamiento para cada año.

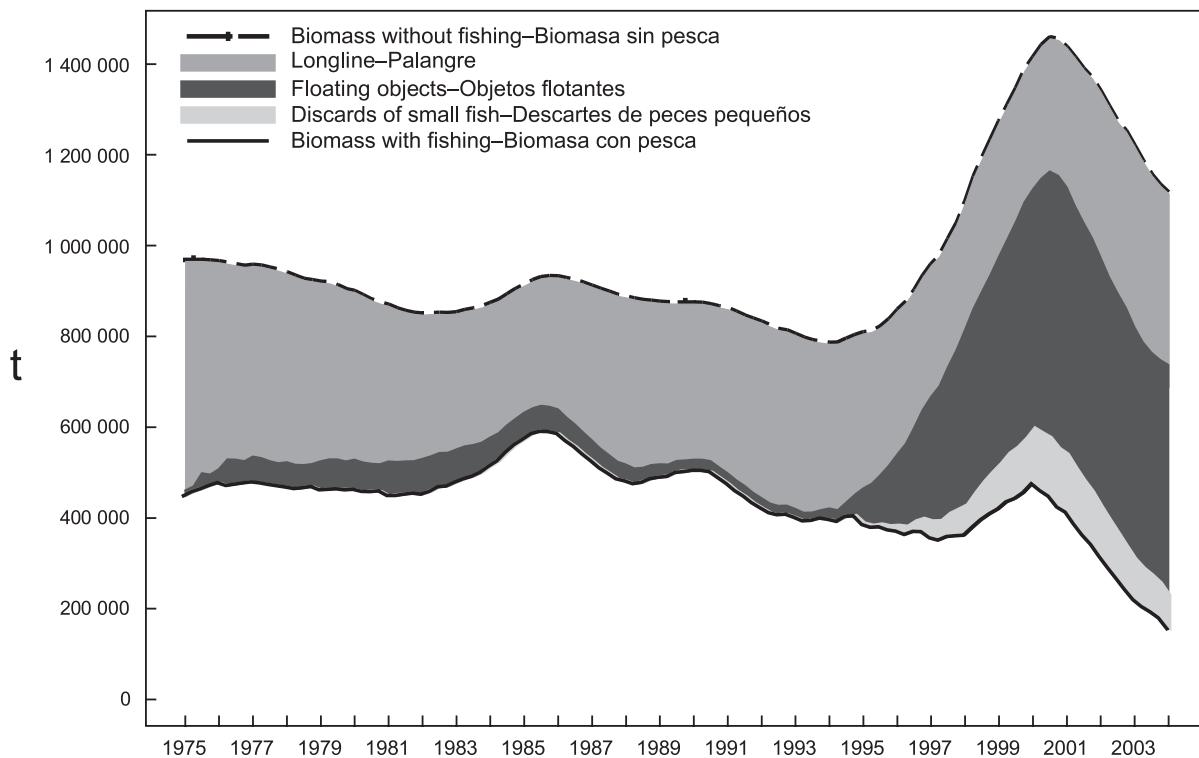


FIGURE D-4. Biomass trajectory of a simulated population of bigeye tuna that was not exploited during 1997-2003 (dashed line) and that predicted by the stock assessment model (solid line). The shaded areas between the two lines show the portions of the impact attributed to each fishing method.

FIGURA D-4. Trayectoria de la biomasa de una población simulada de atún patudo no explotada durante 1975-2003 ("línea de trazos") y la que predice el modelo de evaluación ("línea sólida"). Las áreas sombreadas entre las dos líneas señalan la proporción del efecto atribuida a cada método de pesca.

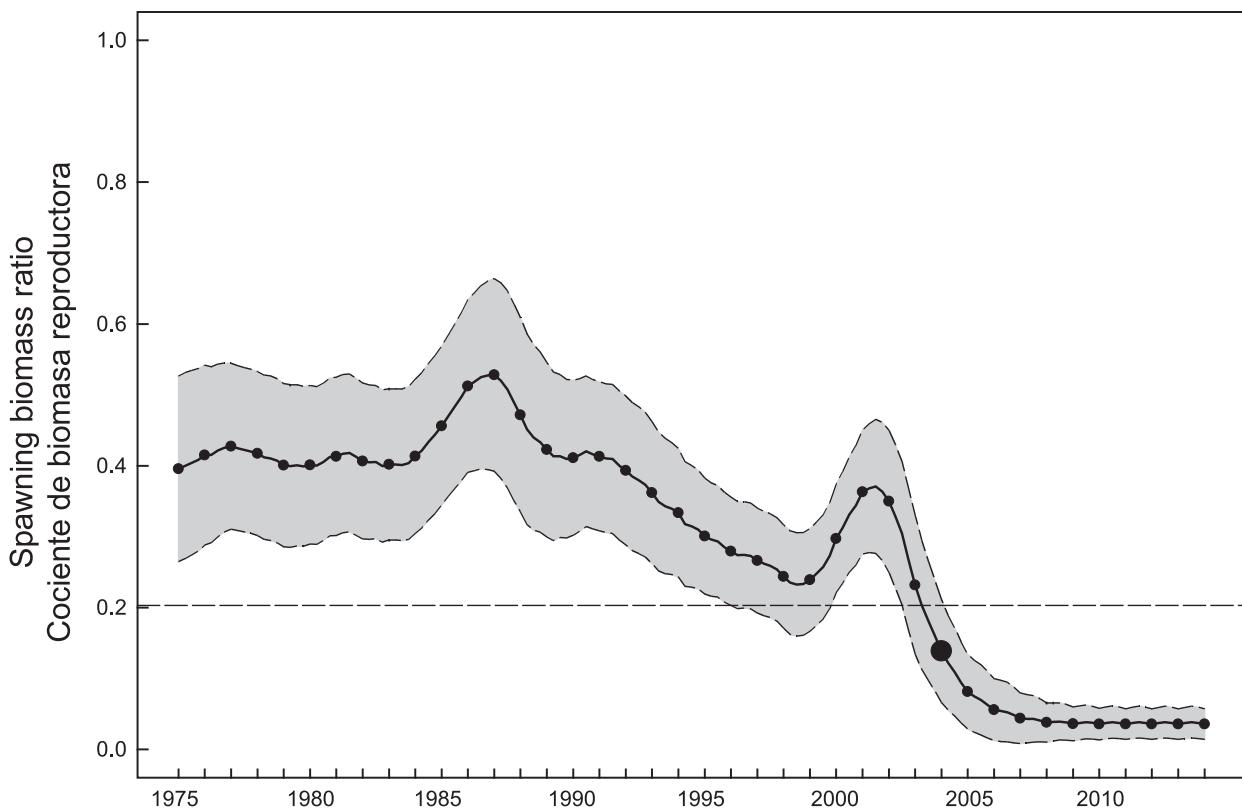


FIGURE D-5. Estimated time series of spawning biomass ratios (SBRs) for bigeye tuna in the EPO. The dashed horizontal line (at about 0.20) identifies the SBR at AMSY. The solid line illustrates the maximum likelihood estimates, and the shaded areas are 95% confidence intervals around those estimates. The estimates after 2004 (the large dot) indicate the SBR predicted to occur if effort continues at the average of that observed in 2003, catchability (with effort deviates) continues at the average for 2001 and 2002, and average environmental conditions occur during the next 10 years.

FIGURA D-5. Serie de tiempo estimada de los cocientes de biomasa reproductora (SBR) para el atún patudo en el OPO. La línea de trazos horizontal (en aproximadamente 0.20) identifica el SBR en RMSP. La línea sólida ilustra las estimaciones de verosimilitud máxima, y el área sombreada representa los intervalos de confianza de 95% alrededor de esas estimaciones. Las estimaciones a partir de 2004 (el punto grande) señalan el SBR predicho si el esfuerzo continúa en el nivel observado en 2003, la capturabilidad (con desvíos de esfuerzo) continúa en el promedio de 2001 y 2002, y con condiciones ambientales promedio en los 10 próximos años.

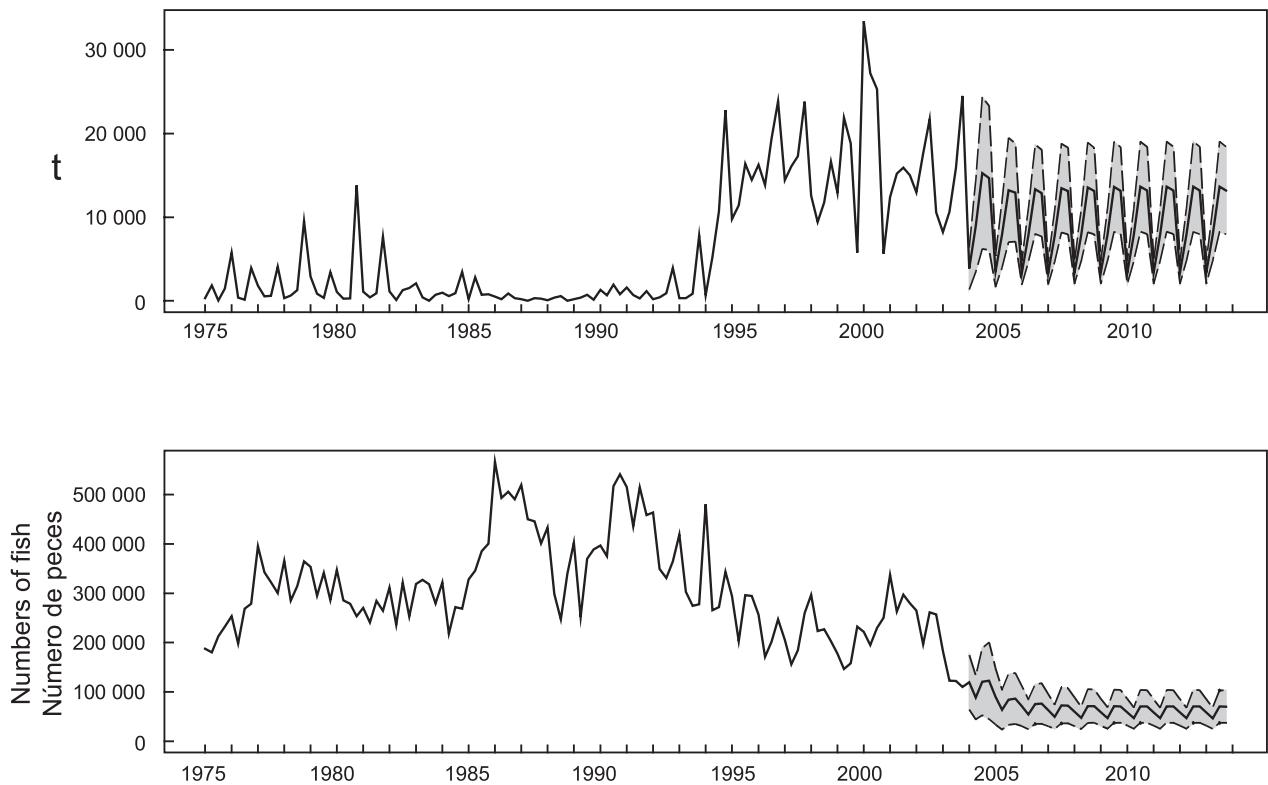


FIGURE D-6. Predicted quarterly catches of bigeye for the purse-seine and pole-and-line (upper panel) and longline (lower panel) fisheries, based on average effort for 2003 and average catchability for 2001 and 2002. Predictions were undertaken using the likelihood profile method. The shaded areas represent 95% confidence intervals for the predictions of future catches. Note that the vertical scales of the panels are different.

FIGURA D-6. Capturas trimestrales predichas de atún patudo para las pesquerías de cerco y de caña (recuadro superior) y palangreras (recuadro inferior), basadas en el esfuerzo promedio de 2003 y la capturabilidad promedio de 2001 y 2002. Se realizaron las predicciones con el método de perfil de verosimilitud. Las zonas sombreadas representan intervalos de confianza de 95% para las predicciones de capturas futuras. Nótese que las escalas verticales de los recuadros son diferentes.

TABLE D-1. Estimates of the AMSY and its associated quantities for the base case assessment and sensitivity analyses. All analyses are based on average fishing mortality for 2001 and 2002. B_{2004} , B_{AMSY} , and B_0 are the biomass of bigeye 1+ years old at the start of 2004, at AMSY, and without fishing, respectively, and S_{2004} , S_{AMSY} , and S_0 are the female spawning biomass at the start of 2004, at AMSY, and without fishing, respectively. C_{2003} is the estimated total catch in 2003.

TABLA D-1. Estimaciones del RMSP y sus valores asociados para la evaluación del caso base y los análisis de sensibilidad. Todos los análisis se basan en la mortalidad por pesca media de 2001 y 2002. B_{2004} , B_{RMSP} , y B_0 son la biomasa de patudo de edad 1+ años al principio de 2004, en RMSP, y sin pesca, respectivamente, y S_{2004} , S_{RMSP} , y S_0 son la biomasa reproductora de hembras al principio de 2004, en RMSP, y sin pesca, respectivamente. C_{2003} es la captura total estimada en 2003.

	Base case	Sensitivity analyses		
		Steepness = 0.75	Cannery estimates of purse-seine catch	Increased natural mortality of juveniles
	Caso base	Análisis de sensibilidad		
		Inclinación = 0.75	Estimaciones de enlatadoras de la captura cerquera	Mayor mortalidad natural de juveniles
AMSY-RMSP	(t)	77,747	62,849	76,113
$B_{\text{AMSY}} - B_{\text{RMSP}}$	(t)	274,683	361,770	264,732
$S_{\text{AMSY}} - S_{\text{RMSP}}$	(t)	41,588	64,090	39,877
$B_{\text{AMSY}}/B_0 - B_{\text{RMSP}}/B_0$		0.28	0.36	0.30
$S_{\text{AMSY}}/S_0 - S_{\text{RMSP}}/S_0$		0.20	0.30	0.22
$C_{2003}/\text{AMSY} - C_{2003}/\text{RMSP}$		1.26	1.56	1.16
$B_{2004}/B_{\text{AMSY}} - B_{2004}/B_{\text{RMSP}}$		0.57	0.42	0.77
$S_{2004}/S_{\text{AMSY}} - S_{2004}/S_{\text{RMSP}}$		0.68	0.43	0.80
F multiplier-Multiplicador de F		0.62	0.38	0.80
				0.65

D. ATÚN PATUDO

Se usa un análisis con estructura de edades y captura a talla, A-SCALA (del inglés *age-structured, catch-at-length analysis*) para evaluar el atún patudo en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se describe el método analítico en el Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 5, y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho informe.

La presente evaluación no es muy diferente de la de 2002. Incluye estimaciones revisadas de la madurez, fecundidad, proporciones de hembras en la población por edad, y vectores de mortalidad natural por edad, basadas en datos actualizados. Se actualizaron los datos de captura y frecuencia de talla de las pesquerías de cerco y de caña con nuevos datos de 2003. Se actualizaron los datos de esfuerzo de las pesquerías de cerco y de caña con datos nuevos de 2003 y datos revisados de 1975-2002. Se actualizaron los datos de captura de las pesquerías palangreras japonesas de 1991-2001, y se añadieron datos nuevos de 2002. Se actualizaron los datos de captura de las pesquerías palangreras de Taipei Chino de 1975-1999, y se añadieron datos nuevos de 2000 y 2001. Se incluyeron datos de captura de 2001 y 2002 de las pesquerías palangreras de la República Popular China. Se actualizaron los datos de captura de 1987-1997 de las pesquerías palangreras de la República de Corea, y se añadieron datos nuevos de 1998-2002. En la Figura D-1 se ilustran las capturas usadas en la evaluación. Se actualizaron los datos de captura palangrera por talla de 1975-2001, y se añadieron datos nuevos de 2002. Los datos de esfuerzo palangrero basados en una estandarización de red neuronal de captura por unidad de esfuerzo fueron actualizados con datos de 2001. Las proyecciones a futuro se basan en un nuevo método que permite incluir incertidumbre en los parámetros en el cálculo de los intervalos de confianza de cantidades futuras.

Se realizaron varios análisis de sensibilidad, incluyendo la incorporación de una relación población-reclutamiento, el reemplazo de las estimaciones de captura de las pesquerías de cerco basadas en composición por especies con las estimaciones de enlatadoras usadas en evaluaciones previas, y el incremento de los niveles de mortalidad natural supuestos para el atún patudo de menos de 10 trimestres de edad.

Han ocurrido cambios importantes en la cantidad de mortalidad por pesca causada por las pesquerías que capturan atún patudo en el OPO. En promedio, la mortalidad por pesca de patudo de menos de unos 20 trimestres de edad ha aumentado sustancialmente desde 1993, y la de los de más de unos 24 trimestres de edad ha seguido relativamente constante (Figura D-2). El aumento en la mortalidad por pesca media de los peces más jóvenes fue causado por la expansión de las pesquerías que capturan patudo en asociación con objetos flotantes. La evaluación del caso base señala que (1) el uso de dispositivos para agregar peces (plantados) ha aumentado sustancialmente la capturabilidad de patudo por las pesquerías que capturan atunes asociados con objetos flotantes, y (2) el patudo es sustancialmente más capturable cuando se encuentra asociado con objetos flotantes en zonas de altura que en zonas costeras.

El reclutamiento del atún patudo a las pesquerías en el OPO es variable, y no se han identificado completamente las causas de la variación en el reclutamiento. No obstante, parece estar relacionada con anomalías de la velocidad zonal a 240 m en el período durante el cual se supone que los peces fueron criados. Dentro del rango de biomassas reproductoras estimadas por la evaluación del caso base, la abundancia de los reclutas de patudo parece no estar relacionado con el potencial reproductor de las hembras adultas en el momento de cría.

La serie de tiempo de estimaciones de reclutamiento de patudo tiene dos características importantes. En primer lugar, el reclutamiento fue superior al promedio en 1977, 1979, 1982-1983, 1992, 1994, 1995-1997, y en el segundo trimestre de 2001 y 2002 (Figura D-3). Los límites inferiores de confianza de estas estimaciones fueron mayores que el reclutamiento virgen estimado en 1994, 1997, 2001 y 2002 solamente. En segundo lugar, aparte de esos dos picos en 2001 y 2002, el reclutamiento ha estado muy por debajo del promedio desde el segundo trimestre de 1998 hasta el fin de 2003, y los límites superiores de confianza de muchas de estas estimaciones de reclutamiento están por debajo del reclutamiento virgen (Figura D-3). Evidencia de estos reclutamientos bajos proviene de la disminución de las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) logradas por algunas de las pesquerías sobre objetos flotantes, registros de descartes recabados en el mar por observadores, datos de frecuencia de talla, y condiciones ambientales adversas. Esta secuencia extendida de reclutamientos bajos es importante porque, en conjunto con niveles elevados de mortalidad por pesca, es probable que produzcan una serie de años en los que el cociente de biomasa reproductora (*spawning biomass ratio*, o SBR: el cociente de la biomasa reproductora durante un período de explotación al que se acumularía en ausencia de pesca) estará considerablemente por debajo del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible promedio (RMSP).

La pesca ha reducido la biomasa total de patudo presente en el OPO, y se predice que estará en su nivel más bajo al fin de 2004 (Figura D-4). Ha ocurrido una disminución acelerada de la biomasa desde el pico pequeño en 2000. Un análisis de los niveles de mortalidad por pesca asociados con cada pesquería indica que, desde la expansión de la pesca con red de cerco sobre objetos flotantes a principios y mediados de la década de los 1990, la pesquería de cerco ha ejercido un impacto mucho mayor sobre la población que la pesquería palangrera (Figura D-4).sobre la población que la pesquería palangrera (Figura D-4).

Las estimaciones de reclutamiento y biomasa no fueron sensibles al rango de parametrizaciones alternativas del modelo de evaluación considerado ni a las fuentes alternativas de datos incluidos en la evaluación. En la evaluación actual, se consideró un rango menos amplio de análisis alternativos.

Al principio de 2004, la biomasa reproductora de atún patudo en el OPO estaba disminuyendo de un nivel alto reciente (Figura D-5, punto grande). En ese momento el SBR era aproximadamente 0.14, un 32% menos que el nivel correspondiente al RMSP, con límites de confianza superior e inferior (± 2 desviaciones estándar) de aproximadamente 0.07 y 0.21. La estimación del límite de confianza superior es tan sólo ligeramente mayor que la estimación de SBR_{RMSP} (0.20), lo cual sugiere que, al principio de 2004, la biomasa reproductora de patudo en el OPO estaba por debajo del nivel correspondiente al RMSP. El cambio dramático de estar por encima del nivel de SBR_{RMSP} a estar por debajo del mismo fue predicho por las tres últimas evaluaciones.

Estimaciones del SBR medio que se proyecta ocurrirá durante 2004-2014 indican que es probable que el SBR alcance un nivel bajo histórico en 2007-2008 y permanezca por debajo del nivel correspondiente al RMSP durante muchos años a menos que se reduzca mucho la mortalidad por pesca o el reclutamiento sea mayor al promedio durante varios años (Figura D-5). Es probable que ocurra esta disminución debido a las cohortes débiles recientes y los altos niveles estimados de mortalidad por pesca.

El peso promedio del pescado en la captura de todas las pesquerías combinadas ha estado por debajo del peso crítico (unos 49.8 kg) desde 1993, lo cual sugiere que el patrón reciente de mortalidad por pesca por edad no es satisfactorio del punto de vista de rendimiento por recluta. El peso promedio de pescado capturado con red de cerco es actualmente unos 10 kg, y el del pescado capturado con palangre unos 60 kg.

En la evaluación del caso base se estima que las capturas recientes fueron un 26% superiores al RMSP (Tabla D-1). Si la mortalidad por pesca es proporcional al esfuerzo de pesca, y se mantienen los patrones actuales de selectividad por edad, el nivel de esfuerzo de pesca correspondiente al RMSP es un 62% del nivel actual de esfuerzo. Reducir el esfuerzo al 62% de su nivel actual incrementaría el rendimiento medio a largo plazo solamente un 8%, pero aumentaría el potencial de reproducción de la población un 156%. Se podría incrementar al máximo el RMSP de patudo en el OPO si el patrón de selectividad por edad fuese similar a aquél de la pesquería palangrera que faena al sur de 15 N porque captura peces mayores, de tamaño cercano al crítico.

Todos los análisis considerados sugieren que, al principio de 2004, la biomasa reproductora estuvo por debajo del nivel correspondiente al RMSP (Tabla D-1). El RMSP y el multiplicador de mortalidad por pesca (F) son sensibles a la parametrización del modelo, a los datos que se incluyen en la evaluación, y a los períodos que se supone representan la mortalidad por pesca media, pero en todos los escenarios considerados, la mortalidad por pesca está muy por encima del nivel correspondiente al RMSP.

En la actualidad la pesquería de cerco sobre objetos flotantes ejerce el mayor impacto sobre la población de atún patudo. No obstante, se predice que restricciones que se aplican únicamente a una sola pesquería (por ejemplo, cerco o palangre, particularmente esta última) serán insuficientes para permitir a la población recuperarse a niveles correspondientes al RMSP. Reducciones grandes (50%) en el esfuerzo (sobre patudo) de la pesquería de cerco permitiría a la población recuperarse hacia el nivel de RMSP, pero será necesarios limitar tanto la pesquería de cerco como la palangrera para reconstruir la población al nivel de RMSP en 10 años. Las simulaciones sugieren que las restricciones impuestas por la *Resolución sobre la conservación del atún en el Océano Pacífico oriental* de 2003 son insuficientes para reconstruir la población.

El análisis de sensibilidad indica que si las tasas de mortalidad por pesca siguen en sus niveles recientes (2002 y 2003), las capturas palangreras y el SBR disminuirán a niveles extremadamente bajos. Ya que la evaluación del caso base no incluye una relación población-reclutamiento, el reclutamiento no disminuiría, y se predice que las capturas cerqueras disminuirán tan sólo ligeramente de los niveles recientes (Figura D-6).

RESUMEN:

1. Casi todas las cohortes desde 1998 han sido de tamaño inferior al promedio.
2. Como consecuencia, la biomasa total y la biomasa reproductora disminuirán en el futuro a niveles inferiores a los más bajos observados durante el período del modelo (1975-2004).
3. La situación actual y las proyecciones a futuro son considerablemente más pesimistas si existe una relación población-reclutamiento ($h = 0.75$).
4. En todos los escenarios considerados, el nivel de mortalidad por pesca es mayor que el que corresponde al RMSP.
5. Estas conclusiones son robustas a las formulaciones alternativas de modelo y datos consideradas.

E. PACIFIC BLUEFIN TUNA

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

Most of the catches of bluefin in the EPO are taken by purse seiners. Nearly all of the purse-seine catch is made west of Baja California and California, within about 100 nautical miles of the coast, between about 23°N and 35°N. In recent years a considerable portion of the purse-seine catch of bluefin has been transported to holding pens, where the fish are held for fattening and later sale as sashimi-grade fish. Lesser amounts of bluefin are caught by recreational, gillnet, and longline gear. Bluefin have been caught during every month of the year, but most of the fish are taken during May through October. Bluefin are exploited by various gears in the WPO from Taiwan to Hokkaido. Age-0 fish about 15 to 30 cm in length are caught by trolling during July-October south of Shikoku Island and south of Shizuoka Prefecture. During November-April age-0 fish about 35 to 60 cm in length are taken by trolling south and west of Kyushu Island. Age-1 and older fish are caught by purse seining, mostly during May-September, between about 30°-42°N and 140°-152°E. Bluefin of various sizes are also caught by traps, gillnets, and other gear, especially in the Sea of Japan. Small amounts of bluefin are also caught near the southeastern coast of Japan by longlining.

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

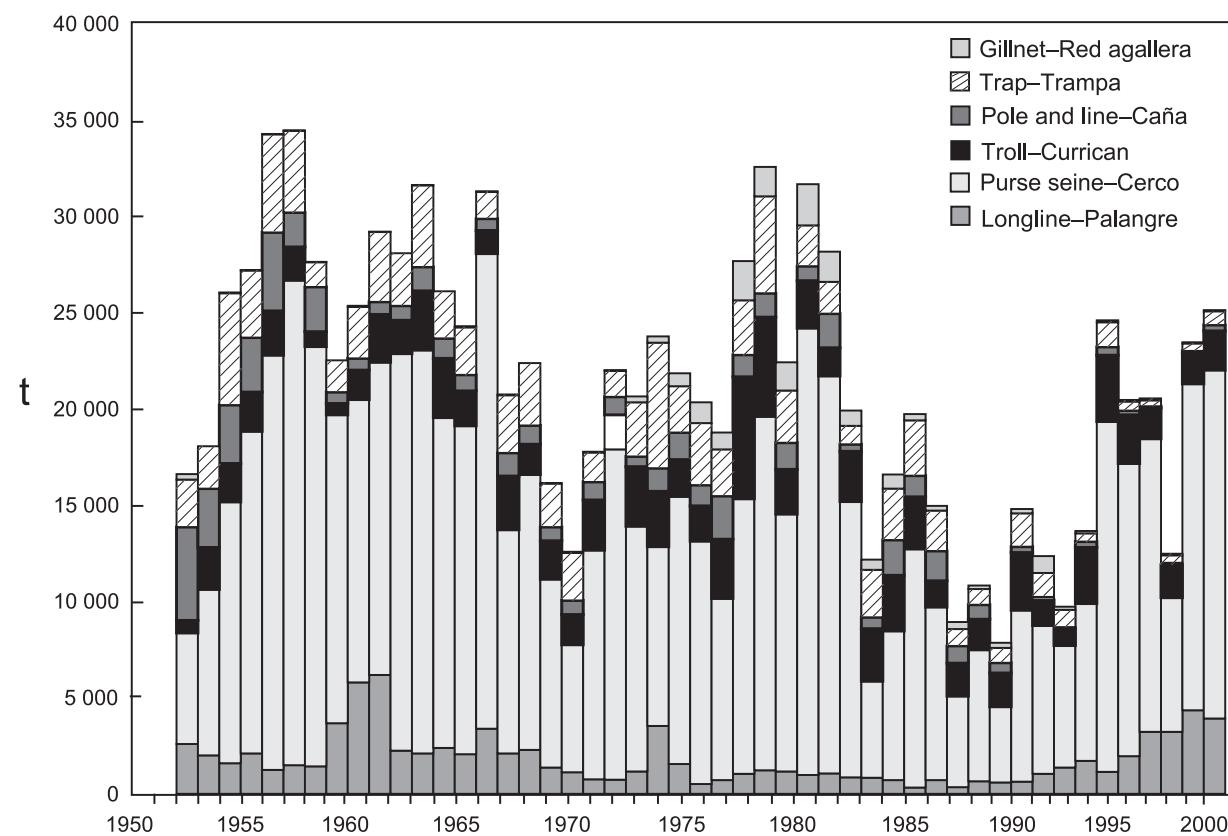
Tagging studies, conducted with conventional and archival tags, have revealed a great deal of information about the life history of bluefin. As stated above, it appears that spawning occurs only in the WPO. Some fish apparently remain their entire lives in the WPO, while others migrate to the EPO. These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

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

Various indices of abundance of bluefin in the EPO have been calculated, but none of these is entirely satisfactory. The IATTC has calculated "habitat" and "bluefin-vessel" indices for the EPO routinely for several years.

A preliminary cohort analysis has indicated that the biomass of the spawning stock was relatively high during the 1960s, decreased during the 1970s and 1980s, and then increased during the 1990s. The recruitment was estimated to be highly variable, with four or five strong cohorts produced during the 1960-1998 period.

The total catches of bluefin have fluctuated considerably during the last 50 years (Figure E-1). The presence of consecutive years of above-average catches (mid-1950s to mid-1960s) and below-average catches (early 1980s to early 1990s) could be due to consecutive years of above-average and below-average recruitment. The results of yield-per-recruit and cohort analyses indicate that greater catches could be obtained if the catches of age-0 and age-1 fish were reduced or eliminated. Spawner-recruit analyses do not indicate that the recruitment of Pacific bluefin could be increased by permitting more fish to spawn.

**FIGURE E-1.** Retained catches of Pacific bluefin, 1952-2000.**FIGURA E-1.** Capturas retenidas de aleta azul del Pacífico, 1952-2000.

E. ATÚN ALETA AZUL DEL PACÍFICO

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

La mayoría de las capturas de aleta azul en el OPO es realizada por buques cerqueros. Casi toda la captura cerquera proviene de una zona frente a Baja California y California, a menos de unas 100 millas náuticas de la costa, entre 23°N y 35°N. En los últimos años una porción considerable de la captura cerquera de aleta azul ha sido transportada a corrales marinos, donde se mantienen los peces para engordarlos y luego venderlos para sashimi. Se capturan cantidades menores de aleta azul con arte de pesca deportiva, redes agalleras, y palangres. Se captura la especie en todos los meses del año, pero la mayor parte de la captura es lograda entre mayo y octubre.

El aleta azul es pescado con varias artes en el Océano Pacífico occidental desde Taiwan hasta Hokkaido. Peces de 0 años de edad de entre unos 15 y 30 cm de talla son capturados con curricán durante julio-octubre al sur de Shikoku y al sur de la Prefectura de Shizuoka. Durante noviembre-abril peces de edad 0 de entre unos 35 y 60 cm son capturados con curricán al sur y oeste de Kyushu. Peces de edad 1 y mayores son capturados con redes de cerco, principalmente durante mayo-septiembre, entre 30°-42°N y 140°-152°E. Se capturan también aletas azules de varios tamaños con trampas, redes agalleras, y otras artes de pesca, especialmente en el Mar de Japón. Se capturan también con palangre pequeñas cantidades de la especie cerca del litoral sudeste de Japón.

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

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

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

Se han calculado varios índices de abundancia para el aleta azul en el OPO, pero ninguno es completamente satisfactorio. Desde hace varios años el personal de la CIAT calcula rutinariamente índices de "buque que pesca aleta azul" y "hábitat" para el OPO.

Un análisis de cohortes preliminar indicó que la biomasa de la población reproductora fue relativamente elevada durante los años 1960, disminuyó durante los años 1970 y 1980, y luego aumentó. Se estimó que el reclutamiento fue altamente variable, con cuatro o cinco cohortes fuertes producidas entre 1960 y 1998.

Las capturas totales de aleta azul han fluctuado considerablemente en los últimos 50 años (Figura E-1). La presencia de años consecutivos de capturas superiores al promedio (mediados de la década de 1950 a mediados de la siguiente) e inferiores al mismo (principios de los 1980 a principios de los 1990) podría deberse a años consecutivos de reclutamiento superior e inferior al promedio. Los resultados de análisis de rendimiento por recluta y de cohortes indican que sería posible obtener capturas mayores si se redujeran o eliminaran las capturas de peces de edad 0 y de edad 1.

Los análisis reproductor-recluta no indican que aumentaría el reclutamiento del aleta azul del Pacífico si se permitiera a más peces desovar.

F. ALBACORE TUNA

Most scientists who have studied albacore in the Pacific Ocean have concluded that there are two stocks, one occurring in the northern hemisphere and the other in the southern hemisphere. Albacore are caught by longliners in most of the North and South Pacific, but not often between about 10°N and 5°S, by trollers in the eastern and central North Pacific and the central South Pacific, and by pole-and-line vessels in the western North Pacific. In the North Pacific about 55% of the fish are taken in surface fisheries that catch smaller albacore, whereas only about 20% of the albacore caught in the South Pacific are taken by surface gear. Total catches of albacore from the North Pacific peaked in the early 1970s at over 100,000 t per year, and then declined. Catches recovered during the 1990s, and reached an all-time high of 127,800 t in 1999 (Figure F-1a). In the South Pacific, catches have ranged between about 25,000 and 55,000 t during the 1980s and 1990s (Figure F-1b).

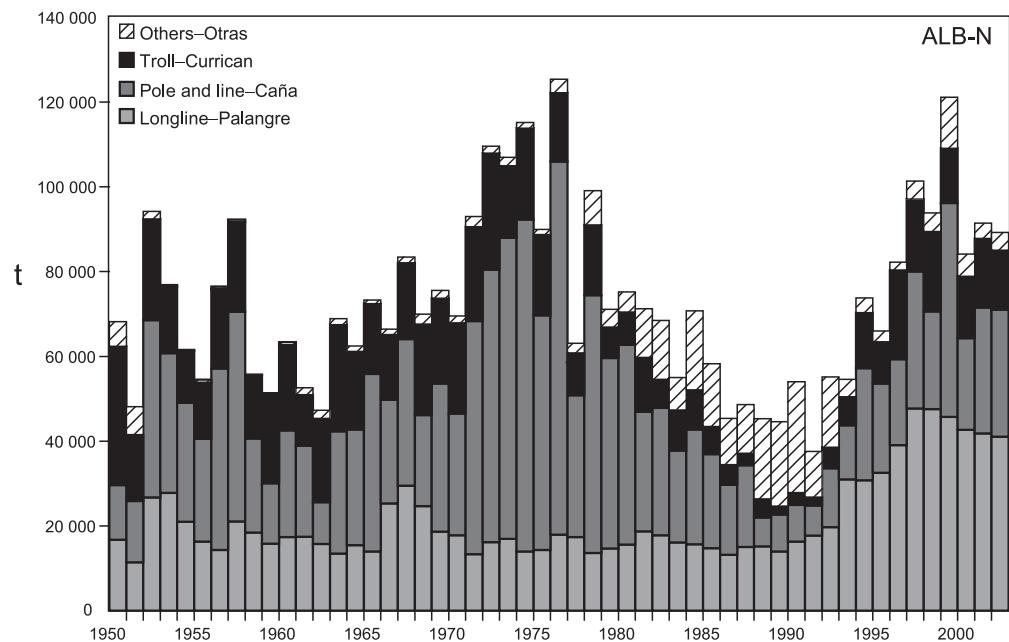
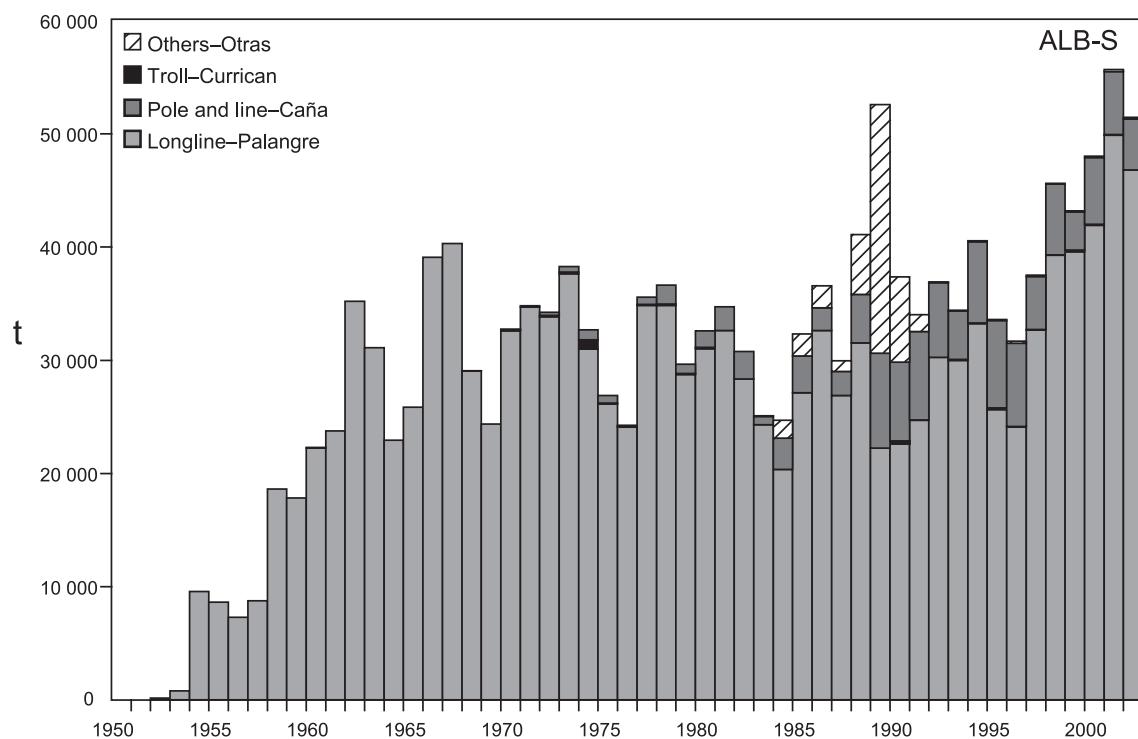
The juveniles and adults are caught mostly in the Kuroshio Current, the North Pacific Transition Zone, and the California Current in the North Pacific and the Subtropical Convergence Zone in the South Pacific, but spawning occurs in tropical and subtropical waters.

There appear to be two subgroups of albacore in the North Pacific Ocean. The fish of the northern subgroup are found mostly north of 40°N when they are in the EPO. There is considerable exchange of fish of this subgroup between the troll fishery of the EPO and the pole-and-line and longline fisheries of the WCPO. The fish of the southern subgroup occur mostly south of 40°N in the EPO, and relatively few of them are caught in the WCPO. Fish that were tagged in offshore waters of the EPO and recaptured in the coastal fishery of the EPO exhibited different movements, depending on the latitude of release. Most of the recaptures of those released north of 35°N were made north of 40°N, and most of the recaptures of those released south of 35°N were made south of 40°N.

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

New age-structured stock assessments were presented for the North and South Pacific stocks of albacore in 2002. The South Pacific assessment, carried out with MULTIFAN-CL by the Secretariat for the Pacific Community, incorporated catch and effort, length-frequency, and tagging data. The stock was estimated to be well above the level that would produce the average maximum sustainable yield (AMSY), the current catches of around 40,000 t being much less than the estimated AMSY of 117,000 t. Although the recent recruitments are estimated to be slightly below average, there appears to be no need to restrict the fisheries for albacore in the South Pacific Ocean.

Virtual population analyses of the North Pacific stock of albacore were carried out during the 18th North Pacific albacore workshop. The estimated current biomass, 510,000 t, is almost 40% greater than that estimated for 1975, the first year of the period modeled. The estimated recruitments of the 1990s were greater than those of the 1980s, and the catches per unit effort for most of the surface fisheries have increased in recent years. The fishing mortality for juvenile fish is estimated to be relatively high. Projections, under different assumptions of future recruitment, suggest that the biomass will decline if the current levels of fishing mortality persist. F_{AMSY} , the fishing mortality corresponding to the AMSY, was not estimated, but a proxy for it suggested that the stock is currently being fished at a $F_{20\%}$ level. In the near future the North Pacific stock of albacore will be analyzed with MULTIFAN-CL, using data for years prior to 1975, in addition to those for more recent years.

**FIGURE F-1a.** Retained catches of North Pacific albacore, 1950-2002.**FIGURA F-1a.** Capturas retenidas de albacora del Pacífico norte, 1950-2002.**FIGURE F-1b.** Retained catches of South Pacific albacore, 1950-2002.**FIGURA F-1b.** Capturas retenidas de albacora del Pacífico sur, 1950-2002

F. ATÚN ALBACORA

La mayoría de los científicos que estudian el atún albacora en el Océano Pacífico creen que existen dos poblaciones, una en el hemisferio norte y la otra en el hemisferio sur. La especie es capturada con palangre en la mayor parte del Pacífico Norte y Sur, pero rara vez entre aproximadamente 10°N y 5°S, con curricán en el Pacífico oriental, Norte central y Sur central, y con caña en el Pacífico Norte occidental. En el Pacífico Norte un 55% del pescado es capturado en pesquerías de superficie que capturan albacora de menor tamaño, mientras que en el Pacífico Sur solamente un 20% de la captura de albacora es tomada por artes de superficie. Las capturas totales de albacora del Pacífico Norte alcanzaron su nivel máximo de más de 100.000 t anuales a principios de la década de los 1970, y luego disminuyeron. En los años 1990 volvieron a aumentar, y en 1999 alcanzaron el nivel récord de 127.800 t (Figura F-1a). En el Pacífico Sur las capturas variaron entre unas 25 mil y 55 mil t durante los años 1980 y 1990 (Figura F-1b).

Los juveniles y adultos son capturados principalmente en la Corriente de Kuroshio, la Zona de Transición del Pacífico Norte, y la Corriente de California en el Pacífico norte y la Zona de Convergencia Subtropical en el Pacífico sur, pero el desove ocurre en aguas tropicales y subtropicales.

Parece haber dos subgrupos de albacora en el Océano Pacífico norte. Se encuentran los peces en el subgrupo norteño principalmente al norte de 40°N cuando están en el OPO. Ocurre un intercambio considerable de peces de este subgrupo entre la pesquería con curricán del Pacífico oriental y las pesquerías cañera y palangrera del Pacífico central y occidental. Los peces del subgrupo sureño ocurren principalmente al sur de 40°N en el OPO, y se capturan relativamente pocos de éstos en el Pacífico occidental. Peces marcados en alta mar en el OPO y recapturados en la pesquería costera del OPO mostraron desplazamientos distintos, según la latitud en la que fueron marcados. La mayoría de los peces recapturados al norte de 40°N fueron marcados al norte de 35°N, y la mayoría de aquéllos recapturados al sur de 40°N fueron marcados al sur de 35°N.

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

En 2002 fueron presentadas nuevas evaluaciones por edad de las poblaciones de albacora del Pacífico Norte y Sur. La evaluación del Pacífico Sur, realizada con MULTIFAN-CL por la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, incorporó datos de captura y esfuerzo, frecuencia de talla, y marcado. Se estimó que la población está bastante por encima del nivel que produciría el rendimiento máximo sostenible promedio (RMSP), ya que las capturas actuales de unas 40,000 t son muy inferiores al RMSP estimado de 117,000 t. Aunque se estima que los reclutamientos recientes fueron ligeramente inferiores al promedio, no parece haber ninguna necesidad de restringir la pesca de albacora en el Pacífico Sur.

Durante la 18^a reunión técnica sobre la población de albacora del Pacífico norte se realizaron análisis de poblaciones virtuales de dicha población. La biomasa actual estimada, 510,000 t, es casi 40% mayor que la que se estimó para 1975, el primer año del período modelado. Los reclutamientos estimados en la década de 1990 fueron mayores que los de la década anterior, y las capturas por unidad de esfuerzo para la mayoría de las pesquerías de superficie han aumentado en los últimos años. Se estima que la mortalidad por pesca de peces juveniles es relativamente alta. Proyecciones basadas en varios supuestos sobre el reclutamiento futuro señalan que la biomasa disminuirá si persisten los niveles actuales de mortalidad por pesca. No se estimó F_{RMSP} , la mortalidad por pesca correspondiente al RMSP, pero una aproximación de la misma sugirió que se está pescando la población en un nivel de $F_{20\%}$. En un futuro cercano se analizará la población de albacora del Pacífico Norte con MULTIFAN-CL, usando datos de años anteriores a 1975, además de los de años más recientes.

G. SWORDFISH

Swordfish (*Xiphias gladius*) occur throughout the Pacific Ocean between about 50°N and 50°S. They are caught mostly by the longline fisheries of Far East and Western Hemisphere nations. Lesser amounts are taken by gillnet and harpoon fisheries. They are seldom caught by recreational fishermen. During the most recent three-year period the greatest catches in the EPO have been taken by vessels of Spain, Chile, and Japan, which together harvested about 72% of the total swordfish catch taken in the region. Of these three, Spain and Chile have fisheries that target swordfish, while swordfish taken in the Japanese fishery are incidental catches in a fishery that predominately targets bigeye tuna. Other States with fisheries known to target swordfish are Mexico and the United States.

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

Only fragmentary data are available on the movements of swordfish. They tend to inhabit waters further below the surface during the day than at night.

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

It is considered, based on fisheries data, that there are two stocks of swordfish in the EPO, one with its center of distribution in the southeastern Pacific Ocean, and another with its center of distribution off California and Baja California. As well, there may be movement of a northwestern Pacific stock of swordfish into the EPO at various times. Results of genetic studies specifically undertaken to help resolve the question of stock structure are expected to be completed within the next few months.

Results of preliminary modeling with MULTIFAN-CL of a North Pacific swordfish stock in areas north of 10°N and west of 135°W indicate that in recent years the biomass level has been stable and well above 50% of the unexploited levels of stock biomass, implying that swordfish are not overexploited at current levels of fishing effort.

The standardized catch rates (CPUEs) of longline fisheries in the northern and southern regions of the EPO and trends in relative abundance obtained from them do not indicate declining abundances. Attempts to fit production models to the data failed to produce estimates of management parameters, such as average maximum sustained yield, under reasonable assumptions of natural mortality rates, due to lack of contrast in the trends. This lack of contrast suggests that the fisheries that have been taking swordfish in these regions have not been of a magnitude sufficient to cause significant responses in the populations. Based on these considerations, and the historically stable catches, it appears that swordfish are not overfished in the northern and southern regions of the EPO.

However, there have been increases in operations of and catches (Figure G-1) from fisheries that are targeting swordfish, particularly those gillnet and longline fisheries previously noted, and the stocks should be monitored closely for changes in trends in catch and catch rates. The average annual catch during 1998-2002 for the northern region has been about 4,800 t, and for the southern region about 9,100 t. It should be noted that catches in the southern region have doubled during this period, reaching 13,300 t in 2002, which exceeded the previously-recorded high catch of 12,400 t reported in 1991. At some point it would be a normal expectation that high levels of catch maintained over a period of time will result in reductions in CPUE.

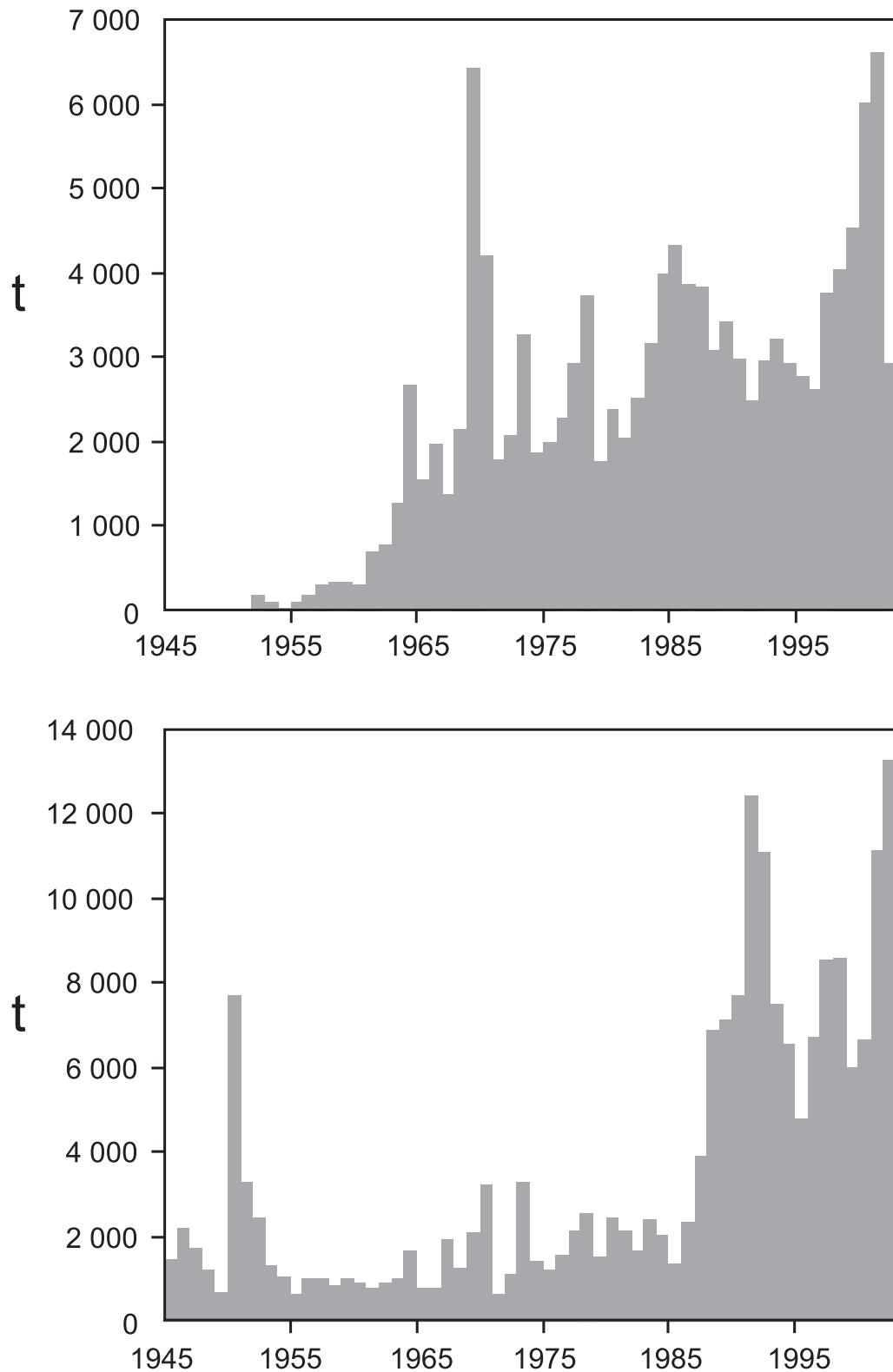


FIGURE G-1. Retained catches of swordfish in the northern (upper panel) and southern (lower panel) region of the eastern Pacific Ocean, 1945-2002.

FIGURA G-1. Capturas retenidas de pez espada en la región norte (recuadro superior) y sur (recuadro inferior) del Océano Pacífico oriental, 1945-2002.

G. PEZ ESPADA

El pez espada (*Xiphias gladius*) ocurre en todo el Océano Pacífico entre 50°N y 50°S, aproximadamente. Es capturado principalmente por las pesquerías palangreras de países de Lejano Oriente y del hemisferio occidental. Las pesquerías con red agallera y de arpón capturan cantidades menores. Es rara vez capturado en la pesca deportiva. En los últimos tres años buques de Chile, España y Japón lograron las mayores capturas en el OPO, respondiendo de un 72% de la captura total en la región. El pez espada es el objetivo de las pesquerías española y chilena, mientras que es capturado incidentalmente en la pesquería japonesa, cuyo objetivo principal es el atún patudo. Otros Estados con pesquerías dirigidas hacia el pez espada son México y Estados Unidos.

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

Existen solamente datos fragmentarios sobre los desplazamientos del pez espada. Suele permanecer a mayor profundidad de día que de noche.

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

Se considera, a partir de datos de pesca, que hay dos poblaciones de pez espada en el OPO, una con su centro de distribución en el Pacífico sudeste, y la otra con su centro de distribución frente a California y Baja California. Además, es posible que una población del Pacífico noroeste se desplace al OPO en varias ocasiones. Se espera que en los próximos pocos meses se cuente con los resultados de estudios genéticos emprendidos específicamente para ayudar a resolver la cuestión de la estructura de la población.

Los resultados de un modelado preliminar con MULTIFAN-CL de una población de pez espada del Pacífico Norte en áreas al norte de 10°N y al oeste de 135°O indican que en los últimos años el nivel de biomasa ha sido estable y ha estado por encima del 50% del nivel de la biomasa no explotada, lo cual implica que con los niveles actuales de esfuerzo de pesca, la explotación de la especie no es excesiva.

Las tasas de captura estandarizadas (CPUE) de las pesquerías palangreras en las regiones norte y sur del OPO, y las tendencias en la abundancia relativa derivadas de las mismas, no señalan que la abundancia esté disminuyendo. Intentos de ajuste de modelos de producción a los datos, con tasas de mortalidad natural razonables supuestas, no produjeron estimaciones de parámetros de ordenación (rendimiento máximo sostenible promedio, por ejemplo), debido a la falta de contraste en las tendencias. Esta falta de contraste sugiere que las pesquerías que capturan pez espada en estas regiones no son de magnitud suficiente como para causar reacciones significativas en la población. A partir de estas consideraciones, y la estabilidad histórica de las capturas, parece que la pesca del pez espada no es excesiva en las regiones norte y sur del OPO. Sin embargo, han ocurrido aumentos en las operaciones y capturas (Figura 7-1) de las pesquerías dirigidas hacia el pez espada, particularmente las pesquerías agalleras y palangreras antes mencionadas, y se deberían vigilar cuidadosamente las poblaciones para detectar cambios en las tendencias en las capturas y tasas de captura. La captura anual media durante 1998-2002 fue unas 4,800 t en la región norte y unas 9,100 t en la región sur. Cabe destacar que las capturas en la región sur se duplicaron durante ese período, alcanzando 13,300 t en 2002, más que el récord anterior de 12,400 t reportado en 1991. En algún momento sería la expectativa normal que niveles elevados de captura mantenidos durante un período de tiempo resultarán en reducciones de la CPUE.

H. BLUE MARLIN

The best knowledge currently available indicates that blue marlin (*Makaira nigricans*) constitutes a single world-wide species and that there is a single stock of blue marlin in the Pacific Ocean. For this reason, statistics on catches (Figure H-1) are compiled, and analyses of stock status are made, for the entire Pacific Ocean, even though it is important to know how catches in the eastern Pacific Ocean (Figure H-2) vary over time.

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

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

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

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

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

The fisheries in the EPO have historically captured about 10 to 18% of the total harvest of blue marlin from the Pacific Ocean, with captures in the most recent 5-year period averaging about 10% of the total harvest.

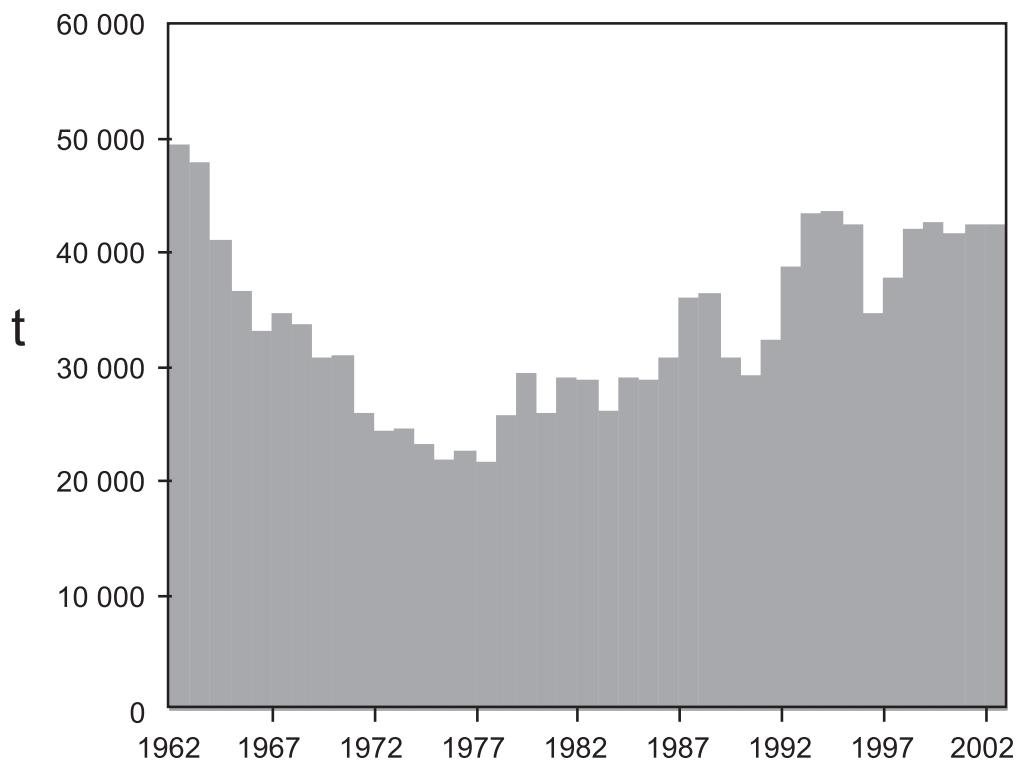


FIGURE H-1. Retained catches of blue marlin in the Pacific Ocean, 1962-2002.

FIGURA H-1. Capturas retenidas de marlín azul en el Océano Pacífico, 1962-2002.

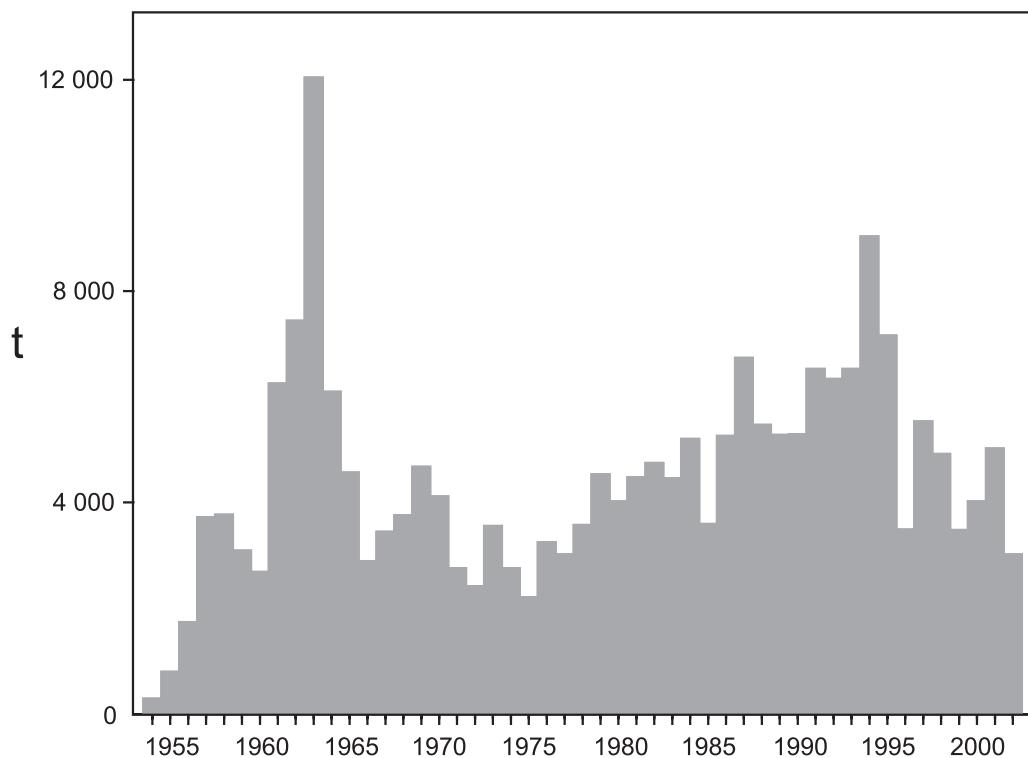


FIGURE H-2. Retained catches of blue marlin in the eastern Pacific Ocean, 1954-2002.

FIGURA H-2. Capturas retenidas de marlín azul en el Océano Pacífico oriental, 1954-2002.

H. MARLÍN AZUL

La mejor información ahora disponible indica que el marlín azul (*Makaira nigricans*) constituye una sola especie a nivel mundial, y que existe una sola población de la especie en el Océano Pacífico. Por este motivo, se compilán estadísticas de capturas (Figura H-1), y se realizan análisis de la condición de la población, para el Océano Pacífico entero, aunque es importante saber cómo varían con el tiempo las capturas en el Pacífico oriental (Figura H-2).

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

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

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

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

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

Históricamente, las pesquerías en el OPO han capturado del 10 al 18% de la captura total de marlín azul del Océano Pacífico; en el quinquenio más reciente fueron en promedio un 10% de la captura total.

I. STRIPED MARLIN

Striped marlin (*Tetrapturus audax*) occur throughout the Pacific Ocean between about 45°N and 45°S. They are caught mostly by the longline fisheries of Far East and Western Hemisphere nations. Lesser amounts are caught by recreational, gillnet, and other fisheries. During recent years the greatest catches (Figure I-1) in the eastern Pacific Ocean (EPO) have been taken by fisheries of Costa Rica, Japan, and the Republic of Korea.

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

The stock structure of striped marlin in the Pacific Ocean is not well known. There are indications that there is only limited exchange of striped marlin between the EPO and the central and western Pacific Ocean, so it is considered in this report that examinations of local depletions and independent assessments of the striped marlin of the EPO are meaningful. An analysis of trends in catch rates in subareas suggest that the fish in the EPO consist of one stock. Genetic studies have suggested that there are separate populations in the eastern and western South Pacific and that there may be a separate populations with centers of distribution in the regions proximate to Hawaii in the north-central Pacific and to Ecuador and to Mexico in the EPO. However, preliminary results of more recent analyses suggest that the fish in the Ecuador and Mexico region are from a single population.

Few tagging data are available for striped marlin. Most recaptures of tagged fish released off the tip of the Baja California peninsula have been made in the general area of release, but some have been recaptured around the Revillagigedo Islands, a few around Hawaii, and one near Norfolk Island.

Such being the case, the conclusions reached for a single-stock model, chosen on the basis of trends in catch rates, should be considered tentative, and efforts should be undertaken to resolve the question of stock structure of striped marlin in the EPO. To this end, a collaborative study to investigate the stock structure and status of striped marlin in the Pacific has been undertaken.

Standardized catch rates were obtained from a general linear model and from the statistical habitat-based standardization method. Analyses of stock status made using two production models, taking into account the time period when billfish were targeted by longline fishing in the EPO, were considered the most plausible. A Pella-Tomlinson model yielded estimates of the average maximum sustained yield (AMSY) in the range of 3,700 to 4,100 t, with a current biomass to be about 47% of the unfished biomass. The current biomass is estimated to be greater than the biomass that would produce the AMSY. An analysis, using the Deriso-Schnute delay-difference model, yielded estimates of AMSY in the range of 8,700 to 9,200 t, with current biomass greater than that needed to produce the AMSY and about 70% of the size of the unexploited biomass.

Landings and standardized fishing effort for striped marlin decreased in the EPO from 1990-1991 through 1998, and this decline has continued, with annual catches during 2000 to 2002 between about 1,500 and 2,200 t, levels that are well below estimated AMSY harvest levels. This may result in a continued increase in the biomass of the stock in the EPO.

The stock(s) of striped marlin in the EPO are apparently in good condition, with current and near-term anticipated fishing effort less than that required to produce the AMSY.

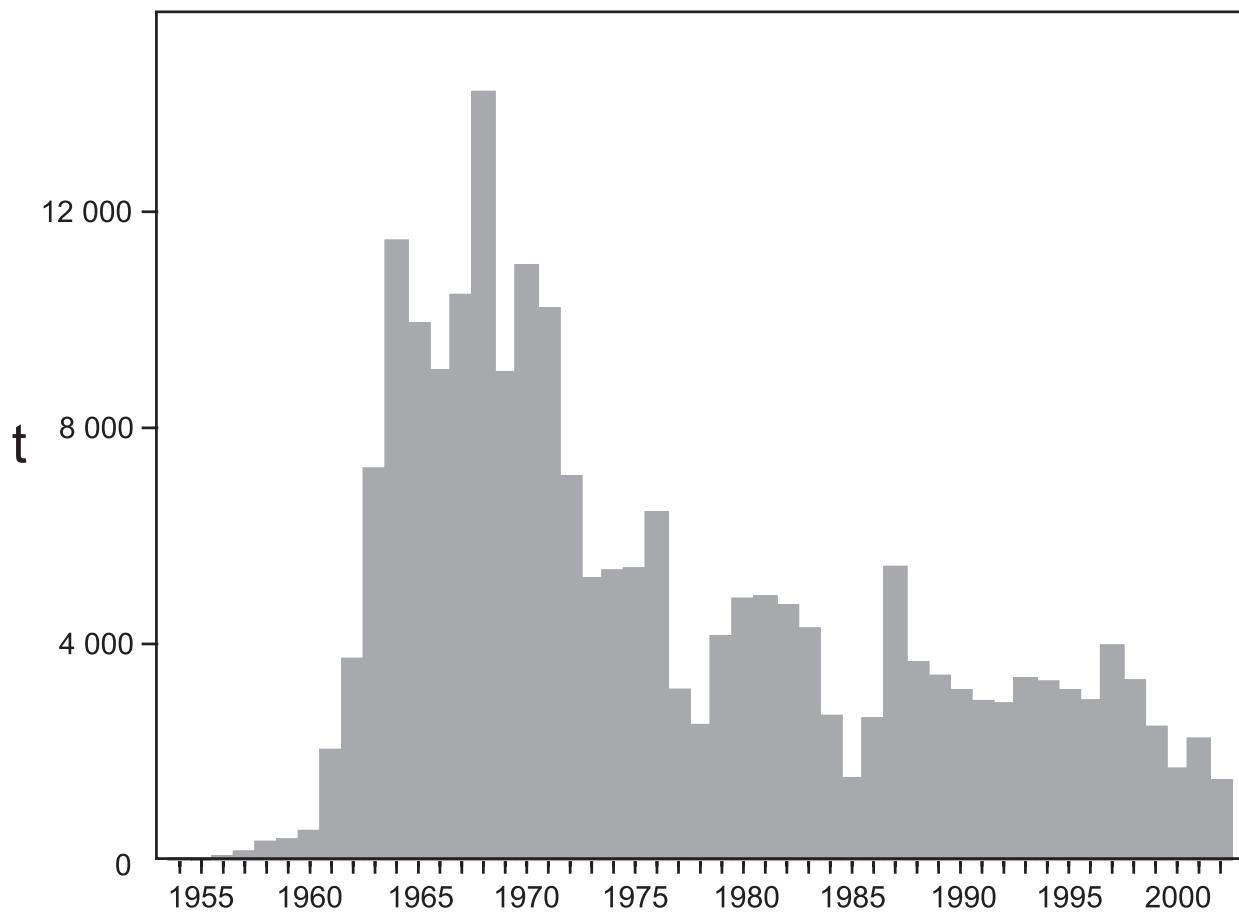


FIGURE I-1. Retained catches of striped marlin in the eastern Pacific Ocean, 1954-2002.

FIGURA I-1. Capturas retenidas de marlín rayado en el Océano Pacífico oriental, 1954-2002.

I. MARLÍN RAYADO

El marlín rayado (*Tetrapturus audax*) ocurre por todo el Océano Pacífico entre 45°N y 45°S. Es capturado principalmente por las pesquerías palangreras de naciones de Lejano Oriente y del hemisferio occidental. Las pesquerías con red agallera, deportiva, y otras capturan cantidades menores. En años recientes las pesquerías de la República de Corea, Costa Rica, y Japón han realizado las mayores capturas en el Océano Pacífico oriental (OPO) (Figura I-1).

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

La estructura de la población de marlín rayado es incierta. Existen indicaciones de que ocurre solamente intercambio limitado de la especie entre el OPO y el Pacífico central y occidental, por lo que se considera en este informe que estudios de reducciones locales y evaluaciones independientes del marlín rayado del OPO son importantes. Un análisis de las tendencias de las tasas de captura en subáreas señaló que los peces en el OPO constituyen una sola población. Estudios genéticos sugirieron que hay poblaciones separadas en el Pacífico Sur oriental y occidental y que pudiera haber poblaciones separados centradas en la región cerca de Hawaii en el Pacífico central norte y cerca de Ecuador y México en el OPO, pero los resultados preliminares de análisis más recientes sugieren que los peces en la región de Ecuador y México son de una sola población.

Se dispone de pocos datos de marcado del marlín rayado. Se realizó la mayoría de las recapturas de peces marcados liberados frente a la punta de la península de Baja California en la misma zona general de liberación, pero otros fueron recapturados cerca de las Islas Revillagigedo, otros cerca de Hawaii, y uno cerca de la Isla de Norfolk, al norte de Nueva Zelanda. Por estos motivos las conclusiones alcanzadas por un modelo de una sola población, seleccionado sobre la base de tendencias en tasas de captura, deben ser consideradas preliminares, y se deberían emprender esfuerzos por resolver la cuestión de la estructura de la población de marlín rayado en el OPO. Con este fin se ha iniciado un estudio conjunto para investigar la estructura de la población y la condición del marlín rayado en el Pacífico.

Se obtuvieron tasas de captura estandarizadas de un modelo lineal general y del método estadístico de estandarización basado en hábitat. Análisis de la condición de la población realizados con dos modelos de producción, tomando en cuenta el período cuando peces picudos eran objetivo de la pesca palangrera en el OPO, fueron considerados los más verosímiles. Un modelo de Pella-Tomlinson produjo estimaciones del rendimiento máximo sostenible promedio (RMSP) de entre 3,700 y 4,100 t, con la biomasa actual en un 47% de la biomasa no explotada. Se estima que la biomasa actual es mayor que la que produciría el RMSP. Un análisis usando el modelo con retardos temporales de Deriso y Schnute produjo estimaciones de RMSP de entre 8,700 y 9,200 t, con la biomasa actual mayor que la necesaria para producir el RMSP y un 70% del tamaño de la biomasa no explotada.

Las descargas y esfuerzo de pesca estandarizado de marlín rayado disminuyeron en el OPO entre 1990-1991 y 1998, y esta disminución ha continuado, alcanzando niveles bajos récord en las estimaciones preliminares de capturas retenidas en 2000 y 2001 de unas 1,500 toneladas, muy inferior a los niveles estimados de captura de RMSP. Esto podría resultar en un aumento continuado de la biomasa de la población en el OPO.

La población de marlín rayado en el OPO está aparentemente en buenas condiciones, con el esfuerzo de pesca actual y anticipado a corto plazo inferior al nivel necesario para producir el RMSP.

J. ECOSYSTEM CONSIDERATIONS

1. Introduction90
2. The impact of catches90
3. Other ecosystem components93
4. Physical environment94
5. Aggregate indicators95
6. Ecosystem modeling95
7. Other ecosystem studies in progress96
8. Actions by the IATTC and AIDCP addressing ecosystem considerations96
9. Future developments97

1. INTRODUCTION

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

The IATTC has taken account of ecosystem issues in many of its decisions, but until recently has not focused its attention on the entire ecosystem in which the target species, the tunas and billfishes, reside. This section provides a coherent view, summarizing what is known about the direct impact of the fisheries upon various species and species groups of the ecosystem, and reviews what is known about the environment and about other species that are not directly impacted by the fisheries. The purpose is to provide the Commission the opportunity to consider the ecosystem as a whole as part of its consideration of the status of the tuna and billfish stocks and management measures.

This review does not suggest objectives for the incorporation of ecosystem considerations into the management of tuna or billfish fisheries or any new management measures. Rather, its prime purpose is to offer the Commission the opportunity to ensure that ecosystem considerations are clearly part of its agenda.

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

In addition to reporting the catches of the principal species of tunas and billfishes, the staff has reported the bycatches of other species that are normally discarded. In this report these bycatches are presented in the context of the effect of the fishery on the ecosystem. Unfortunately, information for the entire fishery is not available. Relatively good information is available for the tunas and billfishes. The information is comprehensive for large (Class-6) purse seiners that carry observers under the Agreement on the International Dolphin Conservation Program (AIDCP), and information on retained catches is also reported for other purse seiners, pole-and-line vessels, and much of the longline fleet. Some information is available on sharks that are retained by parts of the longline fleet. Information on bycatches and discards is also available for Class-6 and for some smaller purse seiners. There is little information available on bycatches and discards for other fishing vessels.

2. THE IMPACT OF CATCHES

2.1. Single-species assessments

This section provides a summary of current information on the effect of the tuna fisheries on stocks of single species in the eastern Pacific Ocean (EPO). It focuses on the current biomass of each stock considered, compared to what it might have been in the absence of a fishery. The intention is to show how the fishery may have altered the components of the ecosystem, rather than the detailed assessments,

which can be found in other sections of this report and in other Commission documents. The section below frequently refers to comparisons with the unexploited stock size. There are no direct measurements of the unexploited stock size, and, in any case, it would have varied from year to year. The term normally means the stock size that would be produced in the absence of a fishery with the average recruitment observed during the period in which the stock was assessed.

2.1.1. Tunas

2.1.1.a Yellowfin

Since 1984 the yellowfin stock has been at or above the level that would provide the average maximum sustainable yield, except for the most recent year (2003). To meet this objective, the spawning stock size must be kept above 38% of its unexploited size with the current mix of fishing methods. One estimate of the effect of this reduced stock size is that the predation by yellowfin on other parts of the ecosystem is reduced to about 30% of what it was in the absence of a fishery.

2.1.1.b Skipjack

Skipjack assessments are far less certain than those for yellowfin and bigeye, in part because the fishery does not appear to be having much impact on the stock. However, it appears that fluctuations in recruitment cause large variations in stock size. In 2003, the biomass was estimated to be about 60% of what it would have been in the absence of a fishery and under average conditions.

2.1.1.c Bigeye

Up to 1993 bigeye were taken mostly by longline fishing. The stock size in 1993 is estimated to have been 46% of its unexploited size. After 1993, purse seining for tunas associated with fish-aggregating devices (FADs) took significant quantities of small and medium-sized bigeye. Currently, after several years of poor recruitment and excessive levels of fishing mortality, the stock size is estimated to be at about 15% of its unexploited size. The biomass estimated for 2004 is the lowest since 1975, the first year included in the model.

2.1.1.d Albacore

It is generally considered that there are two stocks of albacore in the Pacific Ocean, one in the North Pacific and the other in the South Pacific. The South Pacific stock is thought to be at about 90% of its unexploited size, while that of the North Pacific appears to be at about 30% of its unexploited size.

2.1.2. Billfishes

2.1.2.a Swordfish

The variations in standardized catch per unit of effort of swordfish in the northern and southern EPO show no trend, suggesting that catches to date have not affected the stocks significantly, though recent catches have been near record levels.

2.1.2.b Blue marlin

Recent stock assessments of blue marlin suggest that the current stock size is between 50% and 90% of the unexploited stock size.

2.1.2.c Striped marlin

A recent stock assessment of striped marlin suggests that the current stock size is about 50 to 70% of the unexploited stock size.

2.1.2.d Black marlin, sailfish, and shortbill spearfish

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

2.2. Marine mammals

Marine mammals, especially spotted dolphins, spinner dolphins, and common dolphins are frequently found associated with yellowfin tuna in the size range of about 10 to 40 kg in the EPO. Purse-seine fishermen have found that their catches of yellowfin in the EPO can be maximized by setting their nets around herds of dolphins and the associated schools of tunas, and then releasing the dolphins while retaining the tunas. The incidental mortality of dolphins in this operation was high during the early years of the fishery, but after the late 1980s it decreased precipitously. The mortalities of dolphins in the fishery in 2003 and published estimates of the abundances of the various stocks are shown in Table J-1.

Studies of the association of tunas with dolphins have been an important component of the staff's long-term approach to understanding key interactions of the ecosystem. The extent to which yellowfin tuna and dolphins compete for resources, or whether either or both of them benefits from the interaction, remain critical pieces of information, given the large biomasses of both groups and their high rates of prey consumption. Populations of dolphins involved in the purse-seine fishery were reduced from their unexploited levels during the 1960s and 1970s, but are now growing slowly and are expected to continue to do so.

During 2003, scientists of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) conducted the latest in a series of research cruises under the Stenella Abundance Research Project (STAR). The primary objective of the multi-year study is to investigate trends in population size of the dolphins that have been taken as incidental catch by the purse-seine fishery in the EPO. During STAR 2003, data on cetacean distribution, herd size, and herd composition were collected aboard two research vessels, *David Starr Jordan* and *McArthur II*, to estimate dolphin abundance. These data are currently being analyzed.

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

2.3. Sea turtles

Sea turtles are caught on longlines when they take the bait on a hook, or are snagged accidentally by a hook or line while swimming or when the gear is being retrieved. Estimates of incidental mortality of turtles due to longline and gillnet fishing are few. It was reported that 166 leatherback and 6,000 other turtle species, mostly olive Ridley, were incidentally caught by Japan's longline fishery in the EPO during 2000 (4th meeting IATTC Working Group on Bycatch). Of these, 25 and 3,000, respectively, were dead. Based on information from other parts of the world, the mortality rates due to longlining, particularly close to the surface, may be greater than those due to purse seining. About 23 million of the 200 million hooks set each year in the EPO by distant-water longline vessels target swordfish with shallow longlines. In addition, there is a sizeable fleet of local longline vessels that fish for tunas and billfishes in the EPO.

Sea turtles are occasionally caught in purse seines in the tuna fishery in the EPO. Most interactions occur when the turtles associate with floating objects (for the most part fish-aggregating devices (FADs)), and are captured when the object is encircled; in other cases, the net, set around an unassociated school of tunas or a school associated with dolphins, may capture sea turtles that happen to be at that location. Olive Ridley turtles are, by far, the species of sea turtle taken most often by purse seiners. They are followed by the black or green sea turtle, and, very occasionally, by loggerhead and hawksbill turtles.

Only one leatherback mortality has been recorded during the nine years that IATTC observers have been recording this information. Some of the turtles are unidentified because they were too far from the vessel or it was too dark for the observer to identify them. Sea turtles, at times, become entangled in the webbing under FADs and drown. In some cases, they are entangled by the fishing gear and may be injured, or killed. The estimated average annual mortalities of turtles caused by Class-6 purse-seine vessels during 1993-2003 were as follows:

	Set type		
	Floating object	Unassociated	Dolphin
Olive Ridley	47.8	18.3	10.7
Black or eastern Pacific green	5.8	3.9	0.7
Loggerhead	0.6	1.2	0.1
Hawksbill	0.6	0.2	0.2
Leatherback	0.1	0.0	0.0
Unidentified	22.0	10.3	4.4
Total	76.8	33.8	16.1
Average number of sets	4,479	4,941	9,320

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

The populations of olive Ridley, black, and loggerhead turtles are designated as endangered, and those of the hawksbill and leatherback turtles as critically endangered, by the International Union for the Conservation of Nature. The lack of comprehensive information concerning the impact of the fishery on turtles is a serious weakness in understanding the effects of the fisheries for tunas and billfishes on the offshore pelagic ecosystem of the EPO.

2.4. Sharks and other large fishes

Sharks and other large fishes are taken by both purse-seine and longline vessels. The IATTC staff has carried out a preliminary analysis of the relative abundance of silky sharks, the most commonly-caught species of shark in the purse-seine fishery. Preliminary estimates of relative abundance for the equatorial region, between about 8°N and 10°S, show a decreasing trend over the 1993-2002 period. It is not known whether this decreasing trend is due to the fishery, changes in the environment (perhaps associated with the 1997-1998 El Niño), or other processes. The decreasing trend may be due, in part, to a change in the density of floating objects over the last decade; sharks are more frequently caught in floating-object sets. The IATTC staff is presently working on estimating the density of floating objects during this period.

The average annual discards (in numbers) of sharks and other large fishes during 1993-2003 (other than those discussed above) by Class-6 purse-seine vessels are as follows:

	Set type		
	Floating object	Unassociated	Dolphin
Dorado	523,537	10,349	328
Wahoo	259,204	1,067	378
Rainbow runner and yellowtail	101,921	18,298	1,206
Sharks	37,011	6,957	3,930
Rays	239	3,250	796
Billfishes	1,921	1,107	946
Other large fishes	16,525	20,091	26

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

The catch rates of species other than tunas in the purse-seine fishery are different for each type of set. With a few exceptions, the bycatch rates are greatest in sets on floating objects, followed by unassociated sets and, at a much lower level, dolphin sets. Dolphin bycatch rates are greatest for dolphin sets, followed by unassociated sets and, at a much lower level, floating-object sets. The bycatch rates of sailfish, manta rays, and stingrays are greatest in unassociated sets, followed by dolphin sets and then floating-object sets. Because of these differences, it is necessary to follow the changes in frequency of the different types of sets to interpret the changes in bycatch figures. The estimated numbers of purse-seine sets of each type in the EPO during 1987-2003 are shown in Table A-6.

3. OTHER ECOSYSTEM COMPONENTS

3.1. Seabirds

Seabirds associate with subsurface predators such as fishes (especially tunas) and marine mammals. Subsurface predators often drive prey to the surface to trap them against the air-water interface, where the prey become available to the birds. Most species of seabirds take prey within a half meter of the sea surface or in the air (flyingfishes and flying squid). In addition to driving the prey to the surface, subsurface predators make prey available to the birds by injuring or disorienting the prey and by leaving scraps after feeding on large prey.

According to the *Report of the Scientific Research Program under the U.S. International Dolphin Conservation Program Act*, prepared by the NMFS in September 2002, there were no significant temporal trends in abundance estimates over the 1986-2000 period for any species of seabird, except for a downward trend for the Tahiti petrel, in the tropical EPO.

3.2. Forage

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

Small fishes, many of which are forage for the larger predators, are incidentally caught by purse-seine vessels in the EPO. Frigate and bullet tunas (*Auxis* spp.) are a common prey of many of the animals that occupy the upper trophic levels in the tropical EPO. In the tropical EPO ecosystem model (Section 6), *Auxis* spp. comprise 10% or more of the diet of eight predator categories. Small quantities are captured by purse-seine vessels and by local artisanal fisheries in some coastal regions of Central and South America. The vast majority of *Auxis* spp. captured by tuna purse-seine vessels is discarded at sea. The estimated annual discards of small fishes on fishing trips of Class-6 purse-seine vessels with observers onboard in the EPO during 1993-2003 were as follows:

		Set type		
	Units	Floating object	Unassociated	Dolphin
Triggerfishes and filefishes	numbers	719,287	5,102	3,453
Other small fishes	numbers	664,047	58,424	26,558
Frigate and bullet tunas (<i>Auxis</i> spp.)	metric tons	1,284.4	235.3	40.8

4. PHYSICAL ENVIRONMENT

Environmental conditions affect the target populations, all other components of the ecosystem, and the operations of the fishermen. Very few ocean areas of the world show changes as dramatic as those that take place in the EPO during El Niño events. In addition, many less dramatic events are constantly taking place. In broad terms, water temperature controls the horizontal and vertical distributions of the tunas and billfishes. The drift of floating objects, with their associated communities, depends on the currents. Currents also transport eggs and larvae, determining their location and their patchiness. Fronts change the productive conditions, and in some cases create areas of attraction for tunas and billfishes. Upwelling brings nutrients from the deeper layers to the surface, and the Humboldt Current, off the Pacific coast of northern South America, is one of the most productive ocean areas of the world. Turbulence, at a very small scale, has a significant impact on the survival of fish larvae. Along the coastline, the contributions of organic matter, fresh water, nutrients, and debris that rivers bring to the ocean are quite significant, creating special conditions that in some cases result in high productivity and areas that are favorable for the development of the early life stages of many species. Topographic features, such as islands and seamounts, change oceanographic conditions around them, and many constitute rich habitats. Some species are permanent residents in these locations; others use them as stages in longer migrations.

El Niño events change not only water temperature, but also current speed and direction, upwelling intensity, precipitation patterns, and many other components of the environment. Longer-term inter-decadal changes were first described for the North Pacific a few years ago, but more recent observations show that there are also changes with a periodicity of decades that affect the EPO. One such shift may have happened in 1976-1978, and 1998 may have been another pivotal year. The recruitment of yellowfin to the fishery was apparently considerably greater during 1985-1999 than during 1975-1984. Because the productivity in the system can change dramatically under different regimes, their effects on all components of the ecosystem are very important. These changes increase the uncertainty about the parameters used to model the target stocks (i.e. the carrying capacity is not the same; recruitment, growth, and mortality may respond to the changes, etc.), the trends observed for all populations, and even the fishing operations (e.g. changes in current speeds, depth of the thermocline, etc.).

This list, although by no means complete, shows the diversity and complexity of the ways in which the environment affects the target species and the rest of the ecosystem. It is, of course, not possible or necessary for the staff to address more than a small fraction of these. However, use is made of the results of work by other organizations that are investigating these factors.

5. AGGREGATE INDICATORS

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

Food web diagrams are useful for representing the structure and flows of ecosystems. A simplified food-web diagram, with approximate trophic levels (TLs), of the pelagic tropical EPO is shown in Figure J-1.

Toothed whales (average TL 5.2), large squid predators (large bigeye tuna and swordfish, average TL 5.2) and sharks (average TL 5.0) are top-level predators. Other tunas, large piscivores, dolphins, and seabirds occupy slightly lower TLs. Smaller epipelagic fishes (e.g. *Auxis* spp. and flyingfishes), cephalopods, and mesopelagic fishes are the principal forage of many of the upper-level predators in the ecosystem. Small fishes and crustaceans prey on two zooplankton groups, and the herbivorous microzooplankton (TL = 2) feed on the producers, phytoplankton and bacteria (TL = 1).

In exploited pelagic ecosystems, fisheries that target large piscivorous fishes act as the ecosystem's apex predators. Over time, fishing can cause the overall size composition of the catch to decline. The mean trophic level of the organisms taken by a fishery is a potentially useful metric of ecosystem change and sustainability because it integrates an array of biological information about the components of the system. There has been increasing attention to analyzing the mean TL of fisheries catches and discards since a study demonstrated that, according to FAO landings statistics, the mean TL of the fishes and invertebrates landed globally had declined from 1950 to 1994. Given the potential utility of this approach, TLs were estimated for a time series of annual catches and discards from 1993 to 2003 for three purse-seine fishing modes and the pole-and-line fishery in the EPO. The estimates were made by applying the TLs from the EPO ecosystem model (see Section 6), weighted by the catch data by fishery and year for all model groups from the IATTC tuna, bycatch, and discard data bases. The TLs of the summed catches of all purse-seine and pole-and-line fisheries were fairly constant from year to year (Figure J-2: Average PS+LP). The TL of the floating-object sets varied more than those of the other fisheries, due to the interannual variability in the sizes of the tunas caught and the species compositions of the bycatches in those sets.

TLs were also estimated separately for the time series of retained and discarded catches by year for the purse-seine fishery from 1993 to 2003 (Figure J-3). The TLs of the retained catches were quite stable from year to year, while the TLs of the discarded catches varied considerably. The greatest variation occurred for sets on unassociated fish. A low TL of the discarded catches by sets on unassociated fish in 1998 was due to increased bycatches of rays, which feed on plankton and other small animals that occupy low TLs. From 1998 to 2001, the discarded catches of rays gradually declined and those of large sharks increased, resulting in a gradually increasing TL of the discarded catches over that interval. To a lesser degree, the average TLs of the discarded catches of sets on floating objects also increased from 1998 to 2001. That increase was due primarily to increasing bycatches of large wahoo and small dorado.

6. ECOSYSTEM MODELING

It is clear that the different components of an ecosystem interact. The best way to describe the relationships and explore their effects is through ecosystem modeling. Our understanding of this complex maze of connections is at an early stage, and, consequently, the current ecosystem models are most useful as descriptive devices for exploring the effects of a mix of hypotheses and established connections among the ecosystem components. Ecosystem models must be compromises between simplistic representations on the one hand and unmanageable complexity on the other.

The IATTC staff has developed a model of the pelagic ecosystem in the tropical EPO (IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 3) to explore how fishing and climate variation might affect the animals at middle and upper trophic levels. The ecosystem model has 38 components, including the principal exploited species (e.g. tunas), functional groups (e.g. sharks and flyingfishes), and sensitive species (e.g. sea turtles). Some taxa are further separated into size categories (e.g. large and small marlins).

The model has finer taxonomic resolution at the upper trophic levels, but most of the system's biomass is contained in the middle and lower trophic levels. Fisheries landings and discards were estimated for five fishing "gears," pole-and-line, longline, dolphin sets by purse seiners, floating-object sets by purse seiners, and sets on unassociated schools by purse seiners. The model focuses on the pelagic regions; localized, coastal ecosystems are not adequately described by the model.

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

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

7. OTHER ECOSYSTEM STUDIES IN PROGRESS

Information on the distributions of a wide range of species, encompassing multiple trophic levels, can be linked with environmental data to examine ecological patterns. The IATTC staff has been preparing an atlas of species distributions, environmental information, such as sea-surface temperature and bathymetric data, and fisheries data. Trends for many species can be correlated with oceanographic conditions, and variations in distributional patterns between El Niño years, La Niña years, and "normal" years can be examined.

A study of the trophic structure of the pelagic equatorial Pacific Ocean, funded primarily by the Pelagic Fisheries Research Program (PFRP) of the University of Hawaii, was initiated during 2003. Funding was also contributed by the IATTC; the Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) of the Instituto Politécnico Nacional, La Paz, Mexico; and the Secretariat of the Pacific Community, Nouméa, New Caledonia. Scientists from these four agencies are comparing the pelagic food web in the EPO with that of the more oligotrophic central and western Pacific. The main objectives of the study are: (1) to define the trophic structure of the pelagic ecosystems in the western, central, and eastern parts of the tropical Pacific Ocean, (2) to establish a stable C and N isotope-derived (upwelling-related) biogeography of the pelagic tropical Pacific ecosystems, and (3) to characterize large-scale tuna movements related to upwelling regions along the equator. This study will also provide important information on the trophic position of the forage fishes and cephalopods in the tropical EPO, which is not currently available. Results will be incorporated in ecosystem models to help define the ecosystem linkages leading to tuna production and the effect of climate variability on fisheries production.

8. ACTIONS BY THE IATTC AND AIDCP ADDRESSING ECOSYSTEM CONSIDERATIONS

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

8.1. Dolphins

- a. For many years, the impact of the fishery on the dolphin populations has been assessed, and programs to reduce or eliminate that impact have met with considerable success.
- b. The incidental mortality of each stock of dolphins has been limited to levels that are insignificant relative to stock sizes.
- c. Studies to determine why tunas associate with dolphins have been carried out.

8.2. Sea turtles

- a. A data base on all sea turtle sightings, captures, and mortalities reported by observers has been compiled.
- b. In June 2003 the IATTC adopted a Recommendation on Sea Turtles, which contemplates "the development of a three-year program that could include mitigation of sea turtle bycatch, biological research on sea turtles, improvement of fishing gears, industry education and other techniques to improve sea turtle conservation." In January 2004,

the Working Group on Bycatch drew up a detailed program that includes all these elements and urges all nations with vessels fishing for tunas in the EPO to provide the IATTC with information on interactions with sea turtles in the EPO, including both incidental and direct catches and other impacts on sea turtle populations. This program was adopted by the meeting of the IATTC in June 2004.

- c. A resolution on releasing and handling of sea turtles captured in purse seines was adopted.
- d. A resolution on netting attached underwater to FADs was adopted.
- e. A resolution prohibiting disposing of plastic containers and other debris at sea was adopted.

8.3. Other species

- a. A resolution on live release of sharks, rays, billfishes, dorado, and other non-target species was adopted.
- b. A resolution directing the Director to seek funds for reduction of incidental mortality of juvenile tunas, for developing techniques and equipment to facilitate release of billfishes, sharks, and rays from the deck or the net, and to carry out experiments to determine the survival rates of released billfishes, sharks, and rays was adopted.

8.4. All species

- a. Data on the bycatches by Class-6 purse-seine vessels have been collected, and plans have been made to expand the activity to smaller vessels and other gears.
- b. Data on the spatial distributions of the bycatches and the bycatch/catch ratios have been collected for analyses of policy options to reduce bycatches.
- c. Information to evaluate measures to reduce the bycatches, such as closures, effort limits, etc., has been collected.
- d. Assessments of habitat preferences and the effect of environmental changes have been made.

9. FUTURE DEVELOPMENTS

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

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

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

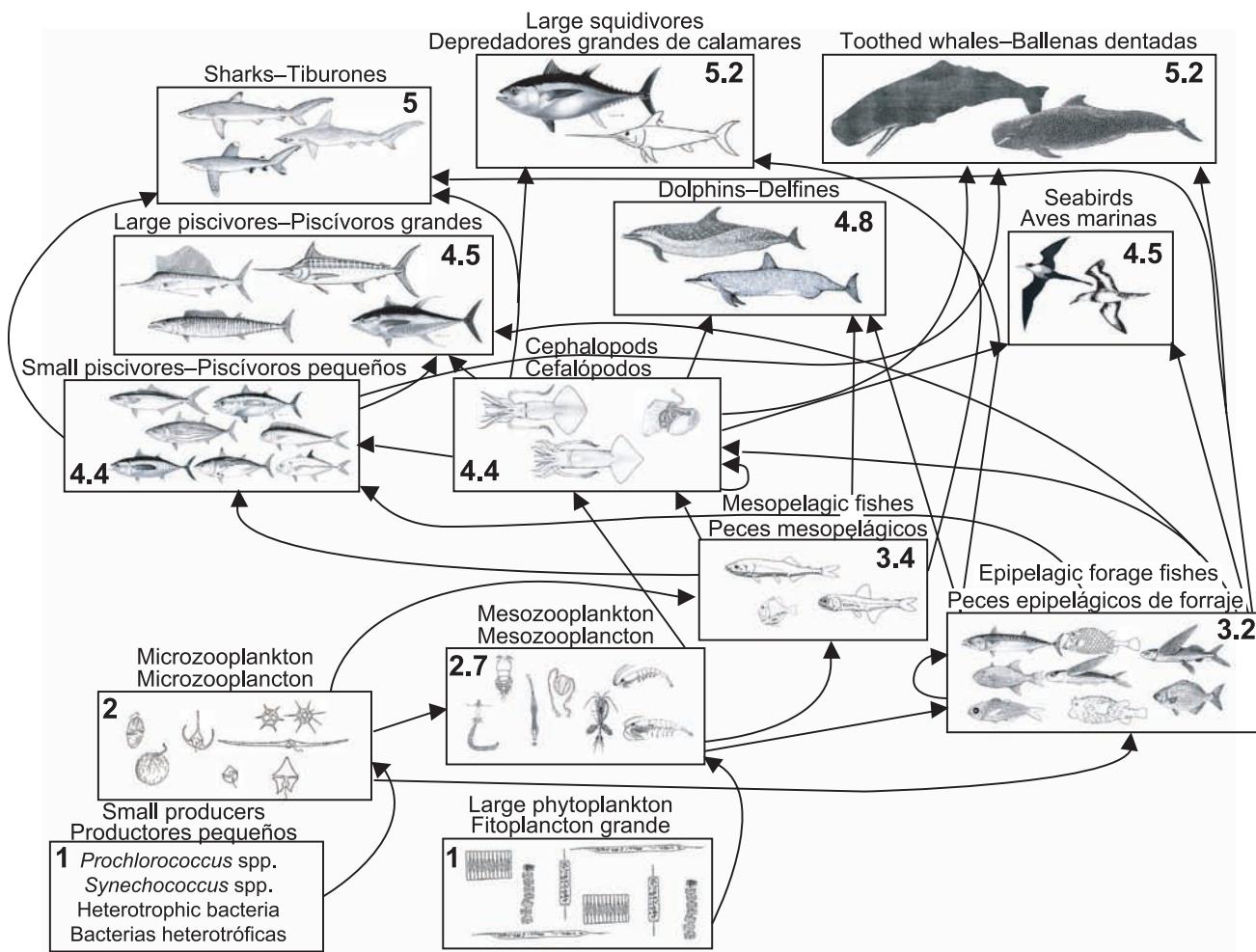


FIGURE J-1. Simplified food-web diagram of the pelagic ecosystem in the tropical eastern Pacific Ocean. The numbers inside the boxes indicate the approximate trophic levels of each group.

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

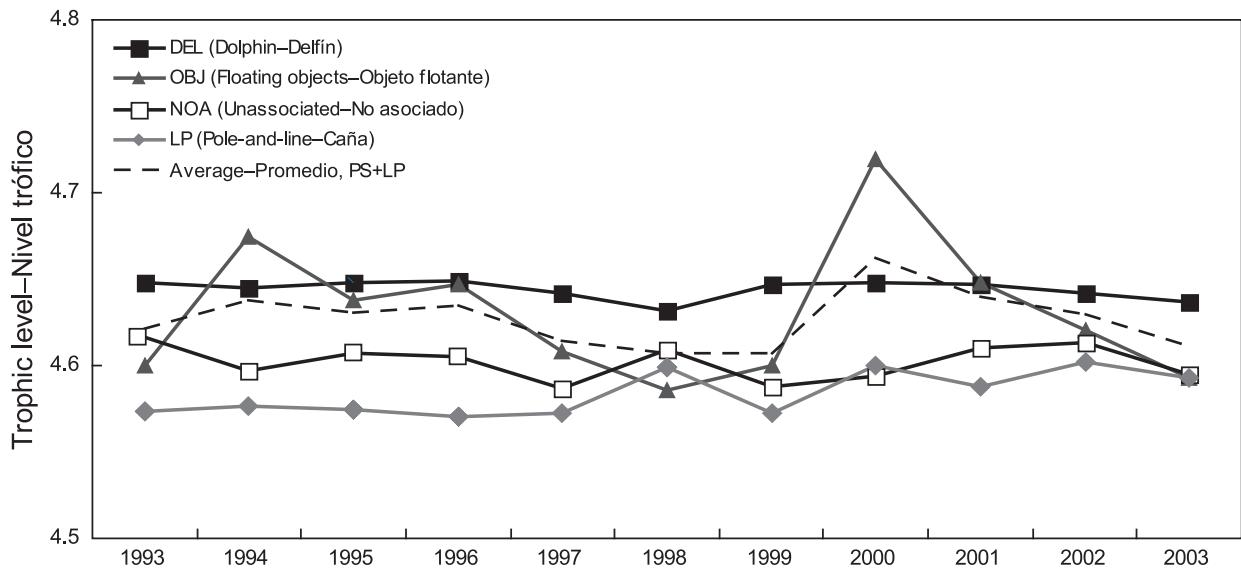


FIGURE J-2. Yearly trophic level estimates of the catches (retained and discarded) by the purse-seine and pole-and-line fisheries in the tropical eastern Pacific Ocean.

FIGURA J-2. Estimaciones anuales del nivel trófico de las capturas (retenidas y descartadas) de las pesquerías cerquera y cañera en el Océano Pacífico oriental tropical.

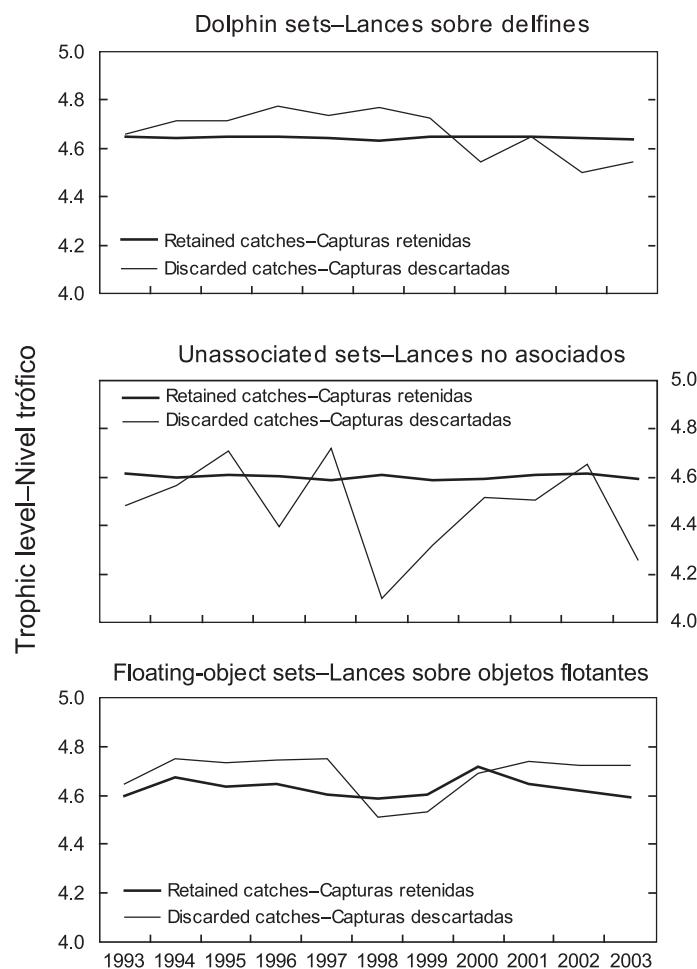


FIGURE J-3. Trophic level estimates of the retained catches and discarded catches by purse-seine fishing mode in the tropical eastern Pacific Ocean.

FIGURA J-3. Estimaciones del nivel trófico de las capturas retenidas y descartadas por modalidad de pesca cerquera en el Océano Pacífico oriental tropical.

TABLE J-1. Preliminary estimates of mortalities of dolphins in 2003, population abundance pooled for 1986-1990 (from Report of the International Whaling Commission, 43: 477-493), and relative mortality (with approximate 95% confidence intervals), by stock.

TABLA J-1. Estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de delfines en 2003, la abundancia de poblaciones agrupadas para 1986-1990 (del Informe de la Comisión Ballenera Internacional, 43: 477-493), y la mortalidad relativa (con intervalos de confianza de 95% aproximados), por población.

Species and stock	Incidental mortality	Population abundance	Relative mortality (%)
	Especie y población	Mortalidad incidental	Abundancia de la población
Offshore spotted dolphin–Delfín manchado de altamar			
Northeastern–Nororiental	281	730,900	0.04 (0.030, 0.050)
Western/southern–Occidental y sureño	333	1,298,400	0.03 (0.020, 0.037)
Spinner dolphin–Delfín tornillo			
Eastern–Oriental	287	631,800	0.05 (0.028, 0.069)
Whitebelly–Panza blanca	169	1,019,300	0.02 (0.010, 0.022)
Common dolphin–Delfín común			
Northern–Norteño	133	476,300	0.03 (0.016, 0.060)
Central	140	406,100	0.03 (0.018, 0.068)
Southern–Sureño	99	2,210,900	<0.01 (0.003, 0.007)
Other dolphins–Otros delfines ¹	59	2,802,300	<0.01 (0.001, 0.002)
Total	1,501	9,576,000	0.02 (0.014, 0.018)

¹ “Other dolphins” includes the following species and stocks, whose observed mortalities were as follows: striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), 11; bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), 4; shortfin pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*), 2; coastal spotted dolphins, 15; and unidentified dolphins, 27.

¹ “Otros delfines” incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), 1; tonina (*Tursiops truncatus*), 4; ballena piloto (*Globicephala macrorhynchus*), 2; delfín manchado costero, 15; y delfines no identificados, 27.

J. CONSIDERACIONES DE ECOSISTEMA

1.	Introducción	101
2.	Impacto de las capturas	101
3.	Otros componentes del ecosistema	105
4.	Ambiente físico	105
5.	Indicadores agregados	106
6.	Modelado de ecosistemas	107
7.	Otros estudios de ecosistema	107
8.	Acciones de la CIAT y el APICD relativas a consideraciones de ecosistema	108
9.	Acontecimientos futuros	109

1. INTRODUCCIÓN

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

La CIAT ha tomado cuestiones de ecosistema en cuenta en muchas de sus decisiones, pero hasta hace poco no había enfocado su atención en el ecosistema entero en el que viven las especies objetivo, los atunes y peces picudos. Esta sección brinda un panorama coherente, resumiendo los conocimientos del impacto directo de la pesca sobre varias especies y grupos de especies en el ecosistema, y presenta los conocimientos del medio ambiente y de otras especies que no son afectadas directamente por la pesca. Tiene como objeto brindar a la Comisión la oportunidad de considerar el ecosistema en su totalidad como parte de su consideración de la condición de las poblaciones de atunes y peces picudos y de medidas de ordenación. Este análisis no sugiere objetivos para la incorporación de consideraciones de ecosistema en la ordenación de las pesquerías de atunes o peces picudos ni nuevas medidas de ordenación. Su propósito principal es más bien brindar a la Comisión la oportunidad de asegurar que dichas consideraciones sean claramente parte de su agenda.

Es importante tener en cuenta que la perspectiva que tenemos del ecosistema se basa en el pasado reciente; no disponemos de información sobre el ecosistema antes de que comenzara la explotación. Además, el medio ambiente está sujeto a cambios en varias escalas temporales, entre ellas las conocidas fluctuaciones de El Niño y cambios a plazo mayor recientemente reconocidos, tales como la Oscilación Decadal del Pacífico y otros cambios climáticos.

Además de reportar las capturas de las especies principales de atunes y peces picudos, el personal reporta las capturas incidentales de otras especies que normalmente son descartadas. En este informe se presentan dichas capturas incidentales en el contexto del efecto de la pesca sobre el ecosistema. Desgraciadamente, no se dispone de información para la pesquería entera. Se cuenta con información relativamente buena para los atunes y peces picudos. La información es completa para los buques de Clase 6 (cerqueros grandes que llevan observadores bajo el Acuerdo sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines (APICD)), y se registra información sobre capturas retenidas también para otros buques cerqueros, barcos cañeros, y gran parte de la flota palangrera. Se dispone de cierta información sobre tiburones retenidos por partes de la flota palangrera. Se cuenta también con información sobre capturas incidentales y descartes de los cerqueros de Clase 6 y de algunos de menor tamaño. Se dispone de poca información sobre las capturas incidentales y descartes de otros buques pesqueros.

2. IMPACTO DE LAS CAPTURAS

2.1. Evaluaciones de especies individuales

Esta sección presenta un resumen de la información actual sobre el efecto de las pesquerías atuneras sobre poblaciones de especies individuales en el OPO. Se enfoca en la biomasa actual de cada población considerada comparada con lo que hubiera sido en ausencia de una pesquería. La intención es señalar cómo la pesca puede haber alterado los componentes del ecosistema, y no evaluaciones detalladas, presentadas en otras secciones de este informe y en otros documentos de la Comisión. En la sección siguiente se hace referencia a menudo a comparaciones con el tamaño de la población sin explotación. No hay medidas directas de este tamaño, y en todo caso hubiese variado entre años; el sentido normal de la expresión es el tamaño de la población que se hubiese producido en ausencia de una pesquería con el reclutamiento medio observado durante el período abarcado por la evaluación de la población.

2.1.1. Atunes

2.1.1.a Aleta amarilla

Desde 1984 la población de aleta amarilla ha estado en o por encima del nivel que produciría el rendimiento máximo sostenible promedio, con la excepción del año más reciente (2003). Para lograr este objetivo, el tamaño de la población reproductora necesita ser mantenido en más del 38% de su tamaño sin explotación con la combinación actual de métodos de pesca. Una estimación del efecto de este tamaño de población reducido es que la depredación por el aleta amarilla sobre otras partes del ecosistema es reducida a aproximadamente el 30% de lo que fue en ausencia de una pesquería.

2.1.1.b Barrilete

Las evaluaciones del barrilete son mucho menos ciertas que las de aleta amarilla y patudo, en parte porque la pesquería no parece tener mucho impacto sobre la población. Sin embargo, parece que fluctuaciones en el reclutamiento causan grandes variaciones en el tamaño de la población. En 2003, se estimó que la biomasa de la población era un 60% de lo que sería en ausencia de la pesquería bajo condiciones promedio.

2.1.1.c Patudo

Hasta 1993 el patudo fue capturado principalmente por la pesquería palangrera, y se estima que en ese año el tamaño de la población era el 46% de su tamaño sin explotación. A partir de 1993, la pesca con red de cerco de atunes asociados con dispositivos agregadores de peces (plantados) capturó cantidades importantes de patudo pequeño y mediano. Actualmente, después de varios años de reclutamiento pobre y niveles excesivos de mortalidad por pesca, se estima que el tamaño de la población es un 15% de su tamaño sin explotación. La biomasa estimada para 2004 es la más baja desde 1975, el primer año incluido en el modelo.

2.1.1.d Albacora

Generalmente se considera que hay dos poblaciones de albacora en el Océano Pacífico, una en el Pacífico Norte y la otra en el Pacífico Sur. Se cree que la población de sur está en un 90% de su tamaño no explotado, mientras que la del norte parece estar en un 30% de dicho tamaño.

2.1.2. Peces picudos

2.1.2.a Pez espada

Las variaciones en la captura por unidad de esfuerzo de pez espada en el OPO norte y sur no muestran ninguna tendencia, sugiriendo que las capturas hasta la fecha no han afectado la población significativamente, aunque las capturas recientes han sido cercanas al nivel récord.

2.1.2.b Marlín azul

Evaluaciones recientes de la población de marlín azul sugieren que su tamaño actual está entre el 50 y 90% de su tamaño no explotado.

2.1.2.c Marlín rayado

Una evaluación reciente de la población de marlín azul sugiere que su tamaño actual está entre el 50 y 70% de su tamaño no explotado.

2.1.2.d Marlín negro, pez vela y marlín trompa corta

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

2.2. Mamíferos marinos

En el OPO, se encuentran frecuentemente mamíferos marinos, especialmente delfines manchados, tornillo, y comunes, asociados con atunes aleta amarilla de entre unos 10 y 40 kg. Los pescadores con red de cerco descubrieron que podían lograr

las capturas máximas de aleta amarilla en el OPO si cercaran manadas de delfines asociadas con atunes, y luego liberaran los delfines sin dejar al pescado escapar. La mortalidad incidental de delfines en esta operación fue alta en los primeros años de la pesquería, pero a partir de fines de la década de los 1980 disminuyó precipitadamente. En la Tabla J-1 se presentan la mortalidad de delfines ocasionada por la pesca en 2003 y estimaciones publicadas de la abundancia de las distintas poblaciones.

Los estudios de la asociación de atunes con delfines forman un componente importante del enfoque a largo plazo del personal para comprender las interacciones clave del ecosistema. El grado al cual los atunes aleta amarilla y los delfines compiten por recursos, o si uno u otro se beneficia de la interacción, constituyen información crítica, en vista de la gran biomasa de ambos grupos, y su altas tasas de consumo de presas. Las poblaciones de delfines involucradas en la pesquería cerquera fueron reducidas de sus niveles sin explotación durante los años 1960 y 1970, pero ahora están creciendo lentamente, y se espera que esta tendencia continúe.

Durante 2003, científicos del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. realizaron un crucero de investigación como parte de la serie del *Stenella Abundance Research Project* (STAR). La meta principal de este estudio plurianual es investigar tendencias en el tamaño de las poblaciones de delfines que son capturadas incidentalmente en la pesquería de cerco en el OPO. Durante STAR 2003, se tomaron datos a bordo de dos buques de investigación, *David Starr Jordan* y *McArthur II*, sobre la distribución y el tamaño y composición de manadas de cetáceos, para estimar la abundancia de los delfines. Se está analizando estos datos.

Científicos del NMFS han calculado estimaciones de la abundancia de varias otras especies de mamíferos marinos a partir de datos de cruceros de investigación realizados entre 1986 y 2000 en el OPO. De las especies no afectadas significativamente por la pesquería atunera, las ballenas piloto de aletas cortas y tres poblaciones de delfines comunes presentaron tendencias crecientes en abundancia durante esos 15 años. La mayor abundancia aparente de estos mamíferos podría haber causado una disminución en la capacidad de carga del OPO para otros depredadores que comparten su dieta, entre ellos el delfín manchado. La abundancia estimada de la ballena de Bryde también aumentó, pero se solapan muy poco las dietas de estas ballenas barbadas y de los depredadores de alto nivel afectados por las pesquerías. La abundancia estimada del delfín listado no demostró ninguna tendencia clara con el tiempo, y las estimaciones de abundancia del cachalote han tendido a disminuir en los últimos años. Los cruceros STAR 2003 resultarán en más estimaciones de la abundancia de estos mamíferos.

2.3. Tortugas marinas

Las tortugas marinas son capturadas en los palangres cuando toman el cebo en los anzuelos o se traban al dar accidentalmente con un anzuelo o línea al pasar nadando o al ser sacado el arte del agua. Hay pocas estimaciones de la mortalidad incidental de tortugas causada por la pesca con palangre o red agallera. En la 4^a reunión del Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental de la CIAT fue reportado que la captura incidental de tortugas en la pesquería palangrera japonesa en el OPO en 2000 consistió de 166 tortugas laúd, de las cuales 25 estaban muertas, y unas 6,000 tortugas de todas las otras especies, principalmente golfinas, de las cuales aproximadamente la mitad estaba muerta. A partir de información de otras partes del mundo, es posible que las tasas de mortalidad causadas por este método de pesca, particularmente cerca de la superficie, sean mayores que aquéllas ocasionadas por la pesca de cerco. Unos 23 millones de los 200 millones de anzuelos calados cada año en el OPO por buques palangreros de aguas lejanas están dirigidos hacia el pez espada en palangres poco profundos. Además, hay una flota considerable de buques palangreros locales que pescan atunes y peces picudos en el OPO.

Las tortugas marinas son capturadas ocasionalmente en redes de cerco en la pesquería atunera en el OPO. La mayoría de las interacciones ocurren cuando las tortugas se asocian con objetos flotantes (principalmente dispositivos para agregar peces, (plantados)), y son capturados cuando el objeto es cercado; en otros casos, la red, calada alrededor de un cardumen de atunes no asociados o un cardumen asociado con delfines, capture tortugas marinas que están presentes. La tortuga golfina es, por mucho, la especie de tortuga marina capturada con mayor frecuencia por buques cerqueros; le siguen la tortuga negra, y, muy ocasionalmente, las tortugas caguama y carey. Se ha registrado mortalidad de solamente una tortuga laúd en los nueve años en que los observadores de la CIAT registran esta información. Algunas tortugas no son identificadas por estar demasiado lejos del buque o porque no había suficiente luz para permitir al observador identificarla. A veces las tortugas marinas se enredan en malla debajo de plantados y se ahogan. En unos pocos casos, son sacadas del agua por el aparejo de pesca mientras están enmalladas, y pueden caer de la red de alturas considerables y ser heridas, o ser pasadas por la pasteca hidráulica. La mortalidad anual media estimada de tortugas causada por buques cerqueros de Clase 6 durante 1993-2003 fue:

	Tipo de lance		
	Objeto flotante	No asociado	Delfín
Golfina	47.8	18.3	10.7
Negra	5.8	3.9	0.7
Caguama	0.6	1.2	0.1
Carey	0.6	0.2	0.2
Laúd	0.1	0.0	0.0
No identificada	22.0	10.3	4.4
Total	76.8	33.8	16.1
Lances/año (promedio)	4,479	4,941	9,320

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

Las poblaciones de tortugas golfina, negra, y caguama están designadas como en peligro, y las de carey y laúd como en peligro crítico, por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. La falta de información completa sobre el impacto de la pesca sobre las tortugas es una debilidad grave en los conocimientos de los efectos de las pesquerías de atunes y peces picudos en el ecosistema pelágico de alta mar del OPO.

2.4. Tiburones y otros peces grandes

Los tiburones y otros peces grandes son capturados por buques cerqueros y palangreros. Se llevó a cabo un análisis preliminar de la abundancia relativa del tiburón jaquetón o sedoso, la especie de tiburón capturada más comúnmente en la pesquería cerquera. Estimaciones preliminares de abundancia relativa para la región ecuatorial, entre aproximadamente 8°N y 10°S, señalan una tendencia decreciente durante 1993-2002. Se ignora si dicha tendencia se debe a la pesquería, a cambios en el medio ambiente (quizá asociados con el Niño de 1997-1998), o a otros procesos. La tendencia decreciente podría ser debida, en parte, a un cambio en la densidad de objetos flotantes en la última década; los tiburones son capturados con mayor frecuencia en lances sobre objetos flotantes. El personal de la CIAT está trabajando en la estimación de la densidad de objetos flotantes durante ese período.

Los descartes anuales medios (en número) de tiburones y otros peces grandes durante 1993-2003 (aparte de los mencionados en lo anterior) por buques de Clase 6 son:

	Tipo de lance		
	Objeto flotante	No asociado	Delfín
Dorado	523,537	10,349	328
Peto	259,204	1,067	378
Salmón y jurel	101,921	18,298	1,206
Tiburones	37,011	6,957	3,930
Rayas	239	3,250	796
Peces picudos	1,921	1,107	946
Otros peces grandes	16,525	20,091	26

Aparte de los peces picudos resumidos en las Secciones G-I del presente informe, no existen evaluaciones de las poblaciones de estas especies en el OPO, y por lo tanto se ignora el impacto de las capturas incidentales sobre las mismas.

Las tasas de captura de especies aparte de los atunes en la pesquería cerquera son diferentes para cada tipo de lance. Con unas pocas excepciones, las tasas de captura incidental son máximas en lances sobre objetos flotantes, seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, lances sobre delfines. Las tasas de captura incidental de delfines son máximas en lances sobre delfines, seguidos por lances no asociados y, en un nivel mucho más bajo, lances sobre objetos flotantes. Las tasas de captura incidental de pez vela, rayas, y mantarrayas son máximas en lances no asociados, seguidos por lances sobre delfines y luego lances sobre objetos flotantes. Debido a estas diferencias, es necesario seguir los cambios en la frecuencia de los distintos tipos de lance para poder interpretar los cambios en las cifras de captura incidental. En la Tabla J-1 se detalla el número estimado de lances cerqueros de cada tipo realizados durante 1987-2003 en el OPO.

3. OTROS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA

3.1. Aves marinas

Las aves marinas se asocian con depredadores subsuperficiales tales como peces y mamíferos marinos. Estos depredadores arrean a las presas a la superficie para atraparlas en la interfaz entre el agua y el aire, donde las aves las pueden alcanzar. La mayoría de las especies de aves marinas capturan sus presas a menos de medio metro de la superficie del mar o en el aire (peces voladores y calamar volador). Los depredadores subsuperficiales no sólo arrean a las presas a la superficie, sino que, al herirlas o desorientarlas y al dejar restos después de alimentarse de presas grandes, causan que las aves puedan conseguirlas más fácilmente.

Según el *Informe del Programa de Investigación Científica bajo la Ley sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines de EE.UU.*², preparado por el NMFS en septiembre de 2002, no hubo tendencias temporales significativas en las estimaciones de abundancia del período de 1986-2000 de ninguna especie de ave marina en el OPO tropical, excepto una tendencia decreciente en caso del petrel de Tahití.

3.2. Forraje

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

Peces pequeños, muchos de los cuales son alimento para los depredadores más grandes, son capturados por buques cerqueros en el OPO.

Las melvas (*Auxis spp.*) son presas comunes de muchos de los animales que ocupan los niveles tróficos superiores en el OPO tropical. En el modelo del ecosistema del OPO tropical (Sección 6), las melvas forman el 10% a más de la dieta de ocho categorías de depredadores. Pequeñas cantidades son capturadas por buques cerqueros, y por pesquerías artesanales locales en algunas regiones costeras de América Central y del Sur. La gran mayoría de las melvas capturadas por buques atuneros de cerco es descartada en el mar. Los descartes anuales medios estimados de peces pequeños en viajes de pesca por buques de Clase 6 con observadores a bordo en el OPO durante 1993-2002 fueron:

Unidad	Objeto flotante	Tipo de lance	
		No asociado	Delfín
Peces ballesta y cachúas	número	719,287	5,102
Otros peces pequeños	número	664,047	58,424
Melvas (<i>Auxis spp.</i>)	toneladas	1,284.4	235.3

4. AMBIENTE FÍSICO

Las condiciones ambientales afectan las poblaciones objetivo, todos los otros componentes del ecosistema, y las operaciones de los pescadores. Muy pocas zonas oceánicas del mundo presentan cambios tan dramáticos como los que ocurren en el OPO durante eventos de El Niño. Además, ocurren constantemente muchos eventos menos dramáticos. En términos generales, la temperatura del agua controla las distribuciones horizontal y vertical de los atunes y peces picudos. La deriva de objetos flotantes, con sus comunidades asociadas, depende de las corrientes. Las corrientes también transportan huevos y larvas, determinando su posición y su distribución. Las frentes cambian las condiciones de producción, y en algunos casos crean zonas de atracción para atunes y peces picudos. El afloramiento trae nutrientes de las capas más profundas a la superficie, y en el OPO la Corriente de Humboldt, frente al litoral Pacífico del norte de Sudamérica, es una de las zonas oceánicas, más productivas del mundo. La turbulencia, a escala muy pequeña, ejerce un impacto significativo sobre la supervivencia de las larvas de peces. A lo largo de la costa, las contribuciones de material orgánico, agua dulce, nutrientes,

² Report of the Scientific Research Program under the U.S. International Dolphin Conservation Program Act

y desperdicios que los ríos llevan al océano son bastante importantes, creando condiciones especiales que en algunos casos resultan en alta productividad y zonas favorables para el desarrollo de las etapas tempranas de vida de muchas especies. Características topográficas, tales como islas y montes submarinos, cambian las condiciones oceanográficas a su alrededor, y muchas constituyen hábitats ricos. Algunas especies son residentes permanentes en estos lugares; otras las usan de escalas en migraciones más largas.

Los eventos de El Niño cambian no sólo la temperatura del agua, sino también la velocidad y dirección de las corrientes, la intensidad del afloramiento, los patrones de precipitación, y muchos otros componentes del medio ambiente. Cambios interdecadales a mayor plazo fueron descritos por primera vez para el Pacífico norte hace solamente unos pocos años, pero observaciones más recientes señalan que hay también cambios con una periodicidad de décadas que afectan al OPO. Es posible que haya ocurrido un cambio de este tipo en 1976-1978, y 1998 pudiera haber sido otro año clave. El reclutamiento de aleta amarilla a la pesquería fue aparentemente considerablemente mayor durante 1985-1999 que durante 1975-1984. Ya que la productividad en el sistema puede cambiar dramáticamente bajo regímenes diferentes, sus efectos sobre todos los componentes del ecosistema son muy importantes. Estos cambios incrementan la incertidumbre acerca de los parámetros usados para modelar las poblaciones objetivo (la capacidad de carga es diferente; el reclutamiento, crecimiento y mortalidad podrían reaccionar a los cambios, etc.), las tendencias observadas para todas las poblaciones, y hasta las operaciones de pesca (cambios en la velocidad de corrientes, profundidad de la termoclina, etc.).

Esta lista, aunque de ninguna manera completa, señala la diversidad y complejidad de las formas en las que el medio ambiente afecta las especies objetivo y el resto del ecosistema. No es, por supuesto, posible ni necesario que el personal trate más de una pequeña fracción de las mismas. Sin embargo, se aprovechan los resultados de la labor de otras organizaciones que investigan estos factores.

5. INDICADORES AGREGADOS

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

Diagramas de la red trófica son útiles para representar la estructura y flujos de los ecosistemas. En la Figura J-1 se presenta un diagrama simplificado, con niveles tróficos (NT) aproximados, de la red trófica del OPO tropical pelágico. Las ballenas dentadas (NT medio 5.2), depredadores de calamar grande (atún patudo grande y pez espada, NT medio 5.2) y tiburones (NT medio 5.0) son depredadores ápice. Los otros atunes y peces piscívoros grandes, delfines, y aves marinas ocupan NT ligeramente más bajos. Peces epipelágicos menores (melvas y peces voladores, por ejemplo), cefalópodos, y peces mesopelágicos son el alimento principal de muchos de los depredadores de alto nivel en el ecosistema. Los peces pequeños y crustáceos se alimentan de dos grupos de zooplancton, y el microzooplancton herbívoro (NT = 2) se alimenta de los productores, fitoplancton y bacterias (NT = 1).

En los ecosistemas pelágicos explotados, las pesquerías dirigidas hacia peces piscívoros grandes actúan como los depredadores ápice del ecosistema. Con el tiempo, la pesca puede causar una disminución de la composición por tamaño general de la captura. El nivel trófico medio de los organismos capturados por una pesquería es un indicador potencialmente útil de cambios en el ecosistema y de su sustentabilidad, porque integra una variedad de información biológica sobre los componentes del mismo. Se está prestando mayor atención al análisis del NT medio de las capturas y descartes de la pesca desde que un estudio demostró que, según estadísticas de descargas de FAO, el NT medio de los peces e invertebrados descargados a nivel mundial disminuyó entre 1950 y 1994. En vista de la utilidad potencial de este enfoque, se estimaron los NT de una serie de tiempo de capturas y descartes anuales de 1993 a 2003 para tres modalidades de pesca cerquera y la pesquería cañera en el OPO. Se calcularon las estimaciones mediante la aplicación de los NT del modelo de ecosistema del OPO (Sección 6),

ponderados por los datos de captura por pesquería y año correspondientes a todos los grupos del modelo de las bases de datos de la CIAT de atún, captura incidental, y descartes. Los NT de las capturas sumadas de todas las pesquerías de cerco y de caña fueron bastante constantes de año a año (Figura J-2: promedio PS-LP). El NT de los lances sobre objetos flotantes varió más que los de las otras pesquerías, debido a la variabilidad interanual en el tamaño de los atunes capturados y la composición por especies de las capturas incidentales en esos lances.

Se estimaron también por separado NT para la serie de tiempo de capturas retenidas y descartadas por año para la pesquería de cerco de 1993 a 2003 (Figura J-3). Los NT de las capturas retenidas fueron bastante estables de año a año, mientras que los NT de las capturas descartadas variaron considerablemente. La mayor variación ocurrió en el caso de los lances sobre no asociados. El NT bajo de las capturas descartadas en lances sobre peces no asociados en 1998 se debió a una mayor captura incidental de rayas, que se alimentan de plancton y otros animales pequeños que ocupan NT bajos. Entre 1998 y 2001, las capturas descartadas de rayas disminuyeron paulatinamente y las de tiburones aumentaron, llevando a un aumento progresivo del NT de las capturas descartadas durante ese período. En menor grado, el NT medio de las capturas descartadas en lances sobre objetos flotantes aumentó también entre 1998 y 2001, debido principalmente a mayores capturas de petos grandes y dorado pequeño.

6. MODELADO DE ECOSISTEMAS

Es evidente que los distintos componentes de un ecosistema interactúan. La mejor forma de describir las relaciones y explorar sus efectos es mediante el modelado de ecosistemas. Nuestros conocimientos de este complicado laberinto de conexiones están en su etapa temprana, y, por lo tanto, la mayor utilidad de los modelos de ecosistema actuales es como instrumentos descriptivos para explorar los efectos de una mezcla de hipótesis y conexiones establecidas entre los componentes del ecosistema. Los modelos de ecosistema necesitan mantener un equilibrio entre representaciones simplistas por un lado y una complejidad imposible de manejar por el otro.

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

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

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

7. OTROS ESTUDIOS DE ECOSISTEMA

Información sobre la distribución de una amplia gama de especies, que abarcan varios niveles tróficos, puede ser relacionada con datos ambientales para examinar patrones ecológicos. El personal de la CIAT viene preparando un atlas de las distribuciones de las especies, información ambiental, tal como la temperatura superficial del mar y datos batimétricos, y datos de pesca. Las tendencias de muchas especies pueden ser correlacionadas con las condiciones oceanográficas, y las variaciones en los patrones de distribución en años de El Niño, La Niña, y "normales" pueden ser examinadas.

En 2003 fue iniciado un estudio sobre la estructura trófica del Océano Pacífico ecuatorial pelágico, patrocinado principalmente por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas de la Universidad de Hawaii; contribuyeron también la CIAT, el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) del Instituto Politécnico Nacional en La Paz (México), y la Secretaría de la Comunidad del Pacífico en Noumea (Nueva Caledonia). Científicos de estas cuatro agencias comparan la red trófica pelágica en el OPO con la del Pacífico central y occidental, zona más oligotrófica. Los objetivos principales del estudio son: 1) definir la estructura trófica de los ecosistemas pelágicos en el Océano Pacífico tropical occidental, central, y oriental, 2) establecer una biogeografía de los ecosistemas del Pacífico tropical pelágico, derivada de isótopos estables de C y N (relacionados con el afloramiento), y 3) caracterizar los desplazamientos de atunes a gran escala relacionados con regiones de afloramiento a lo largo de la línea ecuatorial. Este estudio brindará asimismo información importante sobre la posición trófica de los peces ycefalópodos de forraje en el OPO tropical, actualmente no disponible. Se incorporarán los resultados en los modelos de ecosistema para ayudar a definir los vínculos del ecosistema que conducen a la producción atunera y el efecto de la variabilidad climática sobre la producción pesquera.

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

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

8.1. Delfines

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

8.2. Tortugas marinas

- a. Se ha compilado una base de datos sobre todos los avistamientos, capturas, y mortalidades de tortugas marinas reportadas por observadores.
- b. En junio de 2003 la CIAT adoptó una *Recomendación sobre tortugas marinas*, en la que se contempla “el desarrollo de un programa de tres años que podría incluir la reducción de capturas incidentales de tortugas marinas, investigaciones biológicas de tortugas marinas, perfeccionamiento de artes de pesca, educación de la industria y otras técnicas para mejorar la conservación de tortugas marinas.” En enero de 2004, el Grupo de Trabajo sobre Captura Incidental propuso un programa detallado que incluye todos estos elementos e insta a todas las naciones con buques que pescan atunes en el OPO a que provean a la CIAT información sobre interacciones de las pesquerías con tortugas marinas en el OPO, incluyendo capturas tanto incidentales como directas, y otros impactos sobre las poblaciones de tortugas marinas. Este programa fue adoptado por la reunión de la CIAT en junio de 2004.
- c. Se adoptó una resolución sobre la liberación y tratamiento de tortugas marinas capturadas en redes de cerco.
- d. Se adoptó una resolución sobre la malla de red sujetada bajo el agua a plantados.
- e. Se adoptó una resolución que prohíbe desechar bolsas y otra basura plástica en el mar.

8.3. Otras especies

- a. Se adoptó una resolución sobre la liberación de tiburones, rayas, peces picudos, dorados, y otras especies no objetivo.
- b. Se adoptó una resolución que encomienda al Director buscar fondos para la reducción de la mortalidad incidental de atunes juveniles, para desarrollar técnicas y/o equipo para facilitar la liberación de peces picudos, tiburones y rayas de la cubierta o de la red, y para realizar experimentos para determinar las tasas de supervivencia de peces picudos, tiburones y rayas liberados.

8.4. Todas especies

- a. Se han recabado datos sobre las capturas incidentales por buques de Clase 6, y se han trazado planes para ampliar la actividad a buques menores y otras artes de pesca.
- b. Se han recabado datos sobre la distribución espacial de las capturas incidentales y las proporciones de captura incidental a captura para análisis de opciones de políticas de reducción de capturas incidentales.
- c. Se ha recabado información para evaluar medidas para reducir las capturas incidentales, tales como vedas, límites de esfuerzo, etc.
- d. Se han realizado evaluaciones de preferencias de hábitat y el efecto de cambios ambientales.

9. ACONTECIMIENTOS FUTUROS

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

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

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

