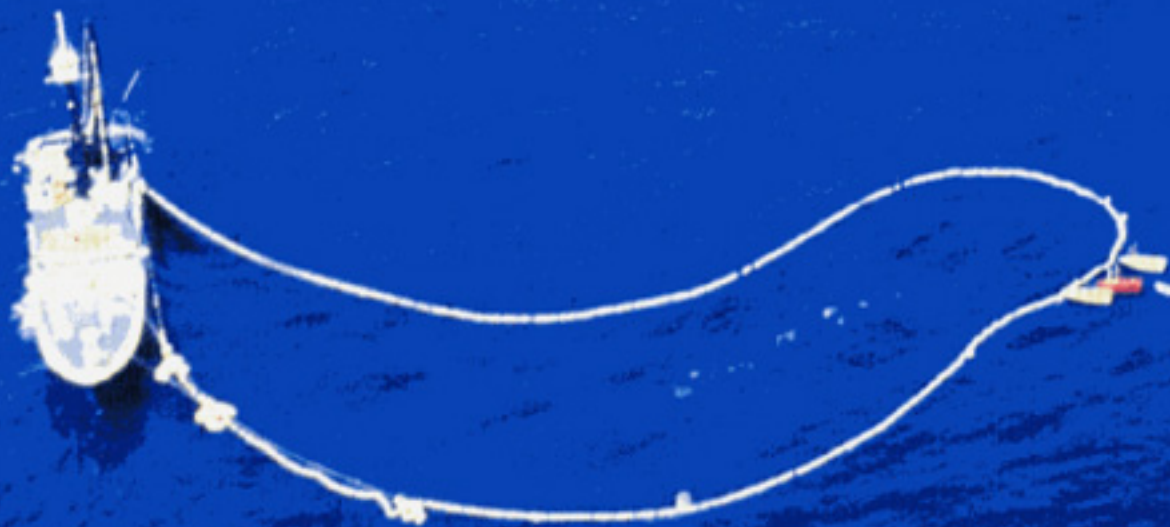


# **INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION COMISIÓN INTERAMERICANA DEL ATÚN TROPICAL**

**Fishery Status Report-Informe de la Situación de la Pesquería  
No. 1**

**TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2002  
ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2002**

**La Jolla, California  
2003**



**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. 1

**TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2002  
ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2002**

La Jolla, California  
2003



## TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2002

1. The fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean .....	.5
2. Yellowfin tuna .....	.43
3. Skipjack tuna .....	.51
4. Bigeye tuna .....	.55
5. Pacific bluefin tuna .....	.65
6. Albacore tuna .....	.68
7. Swordfish .....	.71
8. Blue marlin .....	.74
9. Striped marlin .....	.77
10. Ecosystem considerations .....	.80

### 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 April 2003.

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

Species:	Flags:
ALB    Albacore tuna ( <i>Thunnus alalunga</i> )	BLZ    Belize
BEP    Bonito ( <i>Sarda orientalis</i> )	BOL    Bolivia
BET    Bigeye tuna ( <i>Thunnus obesus</i> )	COL    Colombia
BUM    Blue marlin ( <i>Makaira nigricans</i> )	CHN    People's Republic of China
MLS    Striped marlin ( <i>Tetrapturus audax</i> )	CRI    Costa Rica
PBF    Pacific bluefin tuna ( <i>Thunnus orientalis</i> )	ECU    Ecuador
SKJ    Skipjack tuna ( <i>Katsuwonus pelamis</i> )	ESP    Spain
SWO    Swordfish ( <i>Xiphias gladius</i> )	GTM    Guatemala
YFT    Yellowfin tuna ( <i>Thunnus albacares</i> )	HND    Honduras
<hr/>	
Fishing gears:	JPN    Japan
LL      Longline	KOR    Republic of Korea
LP      Pole-and-line	MEX    Mexico
PS      Purse seine	NIC    Nicaragua
<hr/>	
Ocean areas:	PER    Peru
EPO    Eastern Pacific Ocean	PYF    French Polynesia
WCPO  Western and central Pacific Ocean	SLV    El Salvador
<hr/>	
	TWN    Chinese Taipei
	USA    United States of America
	VEN    Venezuela
	VUT    Vanuatu
	<hr/>

## ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2002

1. La pesquería de atunes y peces picudos en el Océano Pacífico oriental en 2002	.37
2. Atún aleta amarilla	.49
3. Atún barrilete	.54
4. Atún patudo	.62
5. Atún aleta azul del Pacífico	.67
6. Atún albacora	.70
7. Pez espada	.73
8. Marlín azul	.76
9. Marlín rayado	.79
10. Consideraciones del ecosistema	.90

### INTRODUCCIÓN

Este informe presenta 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.

El informe se basa en datos disponibles al personal de la CIAT en abril de 2003.

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

Especies:	Pabellones:
ALB Atún albacora ( <i>Thunnus alalunga</i> )	BLZ Belice
BEP Bonito ( <i>Sarda orientalis</i> )	BOL Bolivia
BET Atún patudo ( <i>Thunnus obesus</i> )	COL Colombia
BUM Marlín azul ( <i>Makaira nigricans</i> )	CHN República Popular China
MLS Marlín rayado ( <i>Tetrapturus audax</i> )	CRI Costa Rica
PBF Atún aleta azul del Pacífico ( <i>Thunnus orientalis</i> )	ECU Ecuador
SKJ Atún barrilete ( <i>Katsuwonus pelamis</i> )	ESP España
SWO Pez espada ( <i>Xiphias gladius</i> )	GTM Guatemala
YFT Atún aleta amarilla ( <i>Thunnus albacares</i> )	HND Honduras
	JPN Japón
	KOR República de Corea
	MEX México
	NIC Nicaragua
	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
PS	Red de cerco

#### Áreas oceánicas:

OPO	Océano Pacífico oriental
WCPO	Océano Pacífico occidental y central

## 1. THE FISHERY FOR TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN IN 2002

1. The surface fleet, and catches and landings of tunas and billfishes .....5
2. Size compositions of the surface catches of tunas .....9

### 1. THE SURFACE FLEET, AND CATCHES AND LANDINGS OF TUNAS AND BILLFISHES

#### 1.1 The surface fleet

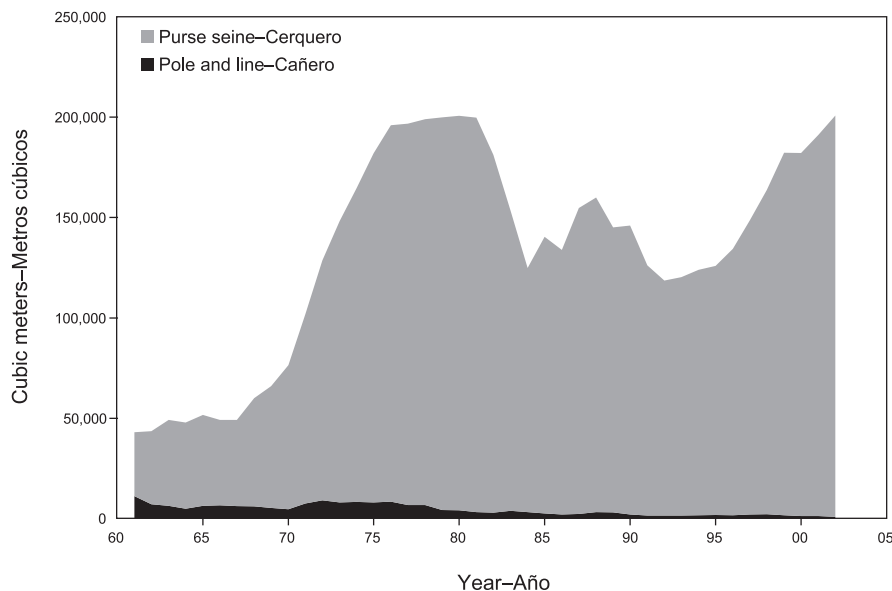
The IATTC maintains detailed records of gear, flag, and fish-carrying capacity for most of the vessels that fish with surface gear for yellowfin (*Thunnus albacares*), skipjack (*Katsuwonus pelamis*), bigeye (*Thunnus obesus*), and/or Pacific bluefin (*T. orientalis*) tuna in the eastern Pacific Ocean (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, and will continue to do so in the future. The fleet described here includes purse seiners and pole-and-line vessels (hereafter referred to as surface gear) 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.

During the past several years the IATTC staff has used well volume, in cubic meters, 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:

Volume (cubic meters)	<53	53-106	107-212	213-319	320-425	>426
Class	1	2	3	4	5	6

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. This conversion factor was also applied to all capacity data for 1961-1998 to facilitate comparisons among years, shown in the figure below.



Carrying capacity, in cubic meters of well volume, of the surface fleet in the EPO, 1961-2002.

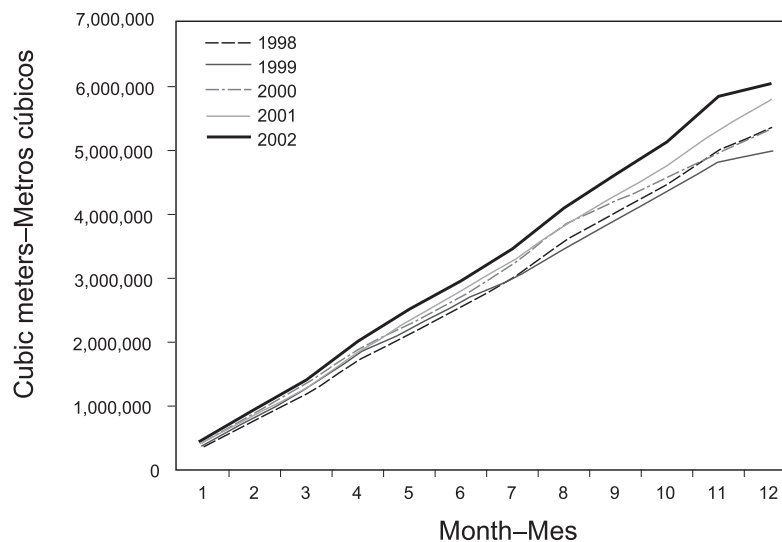
Until about 1960 fishing for tunas in the EPO was dominated by pole-and-line vessels operating in the more coastal regions and in the vicinity of offshore islands and banks. During the late 1950s and early 1960s most of the larger pole-and-

line vessels were converted to purse seiners, and by 1961 the EPO surface fleet was dominated by these vessels. From 1961 to 2001 the number of pole-and-line vessels decreased from 93 to 10, 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 205, and their total well volume from about 32 thousand to 190 thousand  $m^3$ , an average of about 926  $m^3$  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 693  $m^3$  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 surface 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 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  $m^3$ . In early 1990 the U.S. tuna-canning industry adopted a policy of not purchasing tunas caught during trips during which sets on tunas associated with dolphins were made. This caused many U.S.-flag vessels to leave the EPO, with a consequent reduction in the fleet to about 119 thousand  $m^3$  in 1992. With increases in participation of vessels of other nations in the fishery, the total well volume has increased steadily since 1992, and in 2002 was 201 thousand  $m^3$ .

The 2001 and preliminary 2002 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 1-1a and 1-1b. The fleet was dominated by vessels operating under the Mexican and Ecuadorian flags during 2002. The Mexican and Ecuadorian fleets each had about 24% of the total well volume during 2002, while vessels registered in Venezuela, the United States, Spain, and Panama comprised about 15, 7, 6, and 6% of the total well volume, respectively.

Class-6 purse seiners made up about 90% of the total well volume of the surface gear operating in the EPO during 2002. The cumulative capacity during 2002 is compared to those of the previous four years in the figure.



Cumulative capacity of the surface fleet at sea, by month, 1998-2002

## 1.2. Catches and landings

### 1.2.1. Tunas

#### 1.2.1a. Surface catches

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 2002 are provisional. 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



vessels have been collected by observers since 1993. This information allows for better estimation of the total amounts of fish caught by the surface 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 captured by vessels of the EPO surface fleet are shown in Table 1-2, which also includes catch data for U.S.-flag sport-fishing vessels and other miscellaneous types of surface gear. In the case of bluefin, the recreational catches have become an increasingly important component of the total catch in recent years.

The average annual retained catch of yellowfin in the EPO by surface gear during 1987-2001 was 268 thousand metric tons (t) (range: 219 to 396 thousand t). The preliminary estimate of the retained catch of yellowfin in 2002, 419 thousand t, is the greatest on record, exceeding the average for 1987-2001 by 56%. The average amount of yellowfin discarded at sea by the surface fisheries during 1993-2002 was about 2.1% of the total surface catch (retained catch plus discards) of yellowfin (range: 0.9 to 2.6%).

An estimated 158 thousand t of skipjack were caught in 2002, which is 32% greater than the average for 1987-2001 (120 thousand t, range: 62 to 266 thousand t). The average amount of skipjack discarded at sea during 1993-2002 was about 11.8% of the total catch of skipjack (range: 7.5 to 18.2%).

Prior to 1994 the average annual retained catch of bigeye in the EPO by surface gear 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, 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. The catch of bigeye decreased to 43 thousand t in 2001, and the preliminary estimate of the retained catch in the EPO in 2002 is 35 thousand t. The average amount of bigeye discarded at sea by the surface fisheries during 1993-2002 was about 7.4% of the total surface 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 actual catches of small bigeye made by purse-seine vessels. Since bigeye are more often misidentified as yellowfin than the reverse, this has tended to increase the recorded catches of bigeye and decrease those of yellowfin.

While yellowfin, skipjack, and bigeye comprise the most significant portion of the retained catches of the surface fleet in the EPO, bluefin, albacore (*Thunnus alalunga*), black skipjack (*Euthynnus lineatus*), bonito (*Sarda orientalis*), 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 2002, which is well below the 1987-2001 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 1970-2002 period are presented in Table 1-2.

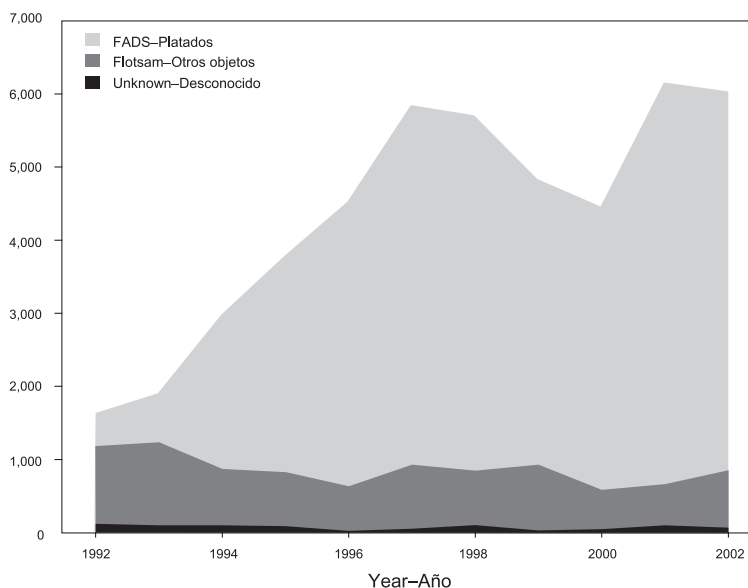
The retained catches in the EPO during 2001, by flag, and the landings of EPO-caught tunas taken by surface gear in the EPO, by country, are given in Table 1-3a, and preliminary estimates of the equivalent data for 2002 are given in Table 1-3b. The estimated retained catch of all species in the EPO during 2002 was about 616 thousand t, which was about 5% greater than that for 2001, 588 thousand t, and much greater than the average for 1987-2001 of 421 thousand t. Mexican-, Ecuadorian-, and Venezuelan-flag vessels harvested about 26, 22, and 20%, respectively, of the retained catches of all species made in 2002. Other countries with significant catches were Colombia, Panama, and Spain (5% 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 1-3b) indicate that, of the 632 thousand t of tunas landed in 2002, 41% was landed in Ecuador and 25% in Mexico. Other countries with significant landings of tunas caught in the EPO included Costa Rica (6%) and Colombia and Venezuela (5% each). 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 surface gear 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 1978-2002 period, and the retained catches of these sets, are listed in Table 1-4. 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 logbook data and from the data bases of the observer programs of the IATTC, Ecuador, 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 2002 were the greatest since 1990.

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 only a few years, but their importance has increased during that period, while that of flotsam has decreased, as shown by the figure below.



Number of sets on floating objects by Class-6 vessels, 1993-2002

The average annual distributions of the logged catches of yellowfin, skipjack, and bigeye, by set type, by purse seiners in the EPO during 1987-2001 (1994-2001 for bigeye), are shown in Figures 1-1a, 1-2a, and 1-3a, and preliminary estimates for 2002 are shown in Figures 1-1b, 1-2b, and 1-3b. The distributions of the catches of yellowfin and skipjack during 2002 were similar to those of 1987-2001, although some differences are evident. Bigeye are not often caught by surface gear north of about 7°N. The distribution of the catch of bigeye during 2002 was similar to those of 1994-2001. 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, as is apparent when comparing Figures 1-3a and 1-3b.

### 1.2.1b. Longline catches

The distribution of catches of bigeye in the Pacific Ocean during 1990-2000, by gear (longline, purse-seine, and other), is shown in Figure 1-4.

Data on the retained catches for most of the larger longline vessels operating in the EPO, and for an increasing portion of the smaller ones, are obtained from various sources. These vessels, particularly the larger ones, direct their effort primarily at bigeye and yellowfin tuna. The annual retained catches of yellowfin, skipjack, bigeye, bluefin, and albacore by these fisheries are shown in Tables 1-5a-1-5f, and the fishing effort and total catch by the principal fleets are shown in Table 1-6. During 1985-1999 the retained catches of yellowfin remained relatively stable, averaging about 20 thousand t (range: 13 to 33 thousand t) per year, or about 7% of the total retained catches of yellowfin. The size distribution of yellowfin in the Japanese longline catch are shown in Figure 1-5. Prior to 1986 the retained longline catches of bigeye averaged about 50 thousand t (range: 29 to 73 thousand t); in 1986 they increased significantly, to 100 thousand t, and remained high during 1986-1994, averaging about 85 thousand t (range: 70 to 101 thousand t). The size distribution of bigeye in the Japanese longline catch are shown in Figure 1-6. During 1970-1993, prior to the increased use of FADs and resultant 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 1995-1999 the annual retained catches of bigeye by the longline fisheries ranged from about 29 to 56 thousand t (average: 43 thousand t), which is well within the pre-1986 historical range, but significantly less than the retained catches during 1986-1994. Small amounts of skipjack are caught by longline vessels, as shown in Table 1-5b.

### 1.2.2. Billfishes

Swordfish (*Xiphias gladius*) are fished in the EPO with longline gear and gillnets, and occasionally with recreational gear. Most of those caught with commercial gear are 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 1-7.

## 2. SIZE COMPOSITIONS OF THE SURFACE CATCHES OF TUNAS

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 purse-seine, pole-and-line vessels, and recreational catches made in the EPO are collected by IATTC personnel at ports of landing in Ecuador, Mexico, Panama, the USA (California and Puerto Rico), and Venezuela. The catches of yellowfin and skipjack were first sampled in 1954, 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 1-7), based on the staff's most recent stock assessments.

Data for fish caught during the 1997-2002 period are presented in this report. With the exception of bluefin, two length-frequency histograms are presented for each species: the first shows the data by stratum (gear type, set type, and area) for 2002, and the second shows the combined data for the current year and the previous five years. For bluefin, the histogram shows the 1997-2002 catches by commercial and recreational gear, combined. Samples from 916 wells (including those from recreational vessels) were taken during 2002.

There are ten yellowfin surface fisheries defined for stock assessments: four floating-object, two unassociated school, three dolphin, and one pole-and-line (Figure 1-7). The last fishery includes all 13 sampling areas. Of the 916 wells sampled, 796 contained yellowfin. The estimated size compositions of the fish caught during 2002 are shown in Figure 1-8a. 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 caught in unassociated school sets in the Southern area and by floating-object sets in the Inshore area in 2001 and 2002 were greater than those of the previous five years. The bimodal distribution that is evident in some of the fisheries is most apparent in the unassociated fisheries and the Northern and Inshore dolphin fisheries.

The estimated size compositions of the yellowfin caught by all fisheries combined during 1997-2002 are shown in Figure 1-8b. The size ranges of yellowfin are generally consistent over time (40-160 cm), but the size distributions differ among quarters and among years. The average weights of yellowfin caught were greater during 2001 and 2002 than during 1997-2000, probably due to catches of large fish in the Southern areas. The bimodal distribution mentioned above is evident in the graph for 2002.

There are eight skipjack fisheries defined for stock assessments: four floating-object, two unassociated school, one dolphin, and one pole-and-line. The last two fisheries include all 13 sampling areas. Of the 916 wells sampled, 434 contained skipjack. The estimated size compositions of the fish caught during 2002 are shown in Figure 1-9a. The majority of the skipjack catch was taken in floating-object sets, particularly in the Southern area. The average weight of skipjack caught in floating-object sets during 2002 was less than that of 2001, especially in the Northern and Southern areas. Negligible amounts of skipjack were caught in dolphin sets and by pole-and-line vessels.

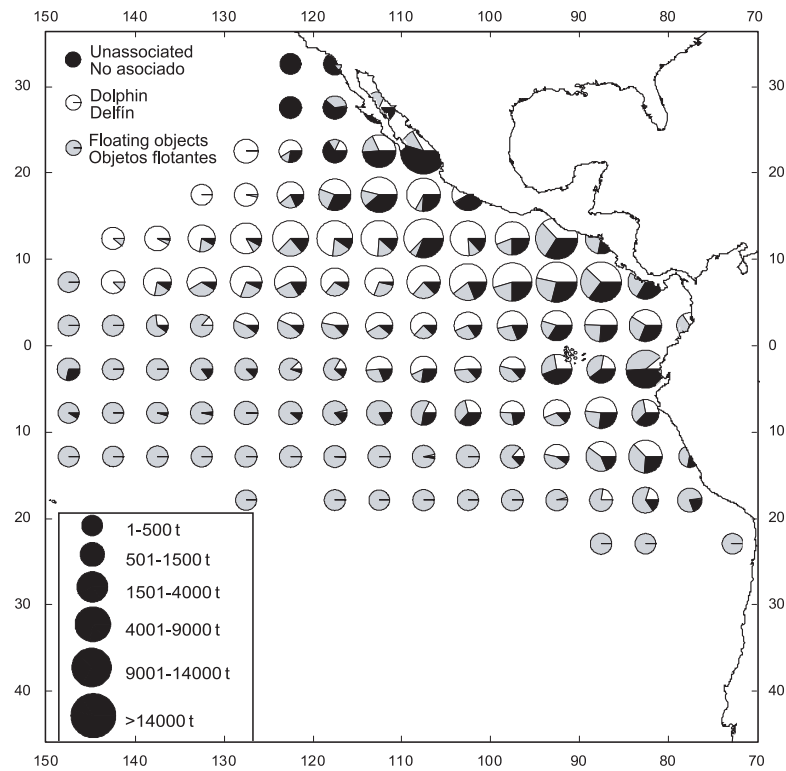
The estimated size compositions of the skipjack caught by all fisheries combined during 1997-2002 are shown in Figure 1-9b. The average weight of the fish caught during 2002 was the lowest since 1997-1998. A distinct mode of smaller fish between 40 and 50 cm is apparent in the graphs for 1997, 1998, and 2002.

There are seven bigeye surface fisheries defined for stock assessments: four floating-object, one unassociated school, one dolphin, and one pole-and-line. The last three fisheries include all 13 sampling areas. Of the 916 wells sampled, 197 contained bigeye. The estimated size compositions of the fish caught during 2002 are shown in Figure 1-10a. In 2001 and 2002, the majority of the bigeye catch was 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. A small amount of bigeye was caught in unassociated school sets and in floating-object sets in the Inshore area. As was the case for skipjack, the average weight of bigeye taken in floating-object sets was less in 2002. A mode of smaller fish between 40 and 80 cm is present throughout the floating-object fishery, but especially in the Northern and Southern areas. Negligible amounts of bigeye were taken in unassociated sets or in floating-object sets in the Inshore area. There were no recorded catches of bigeye in dolphin sets or by pole-and-line vessels.

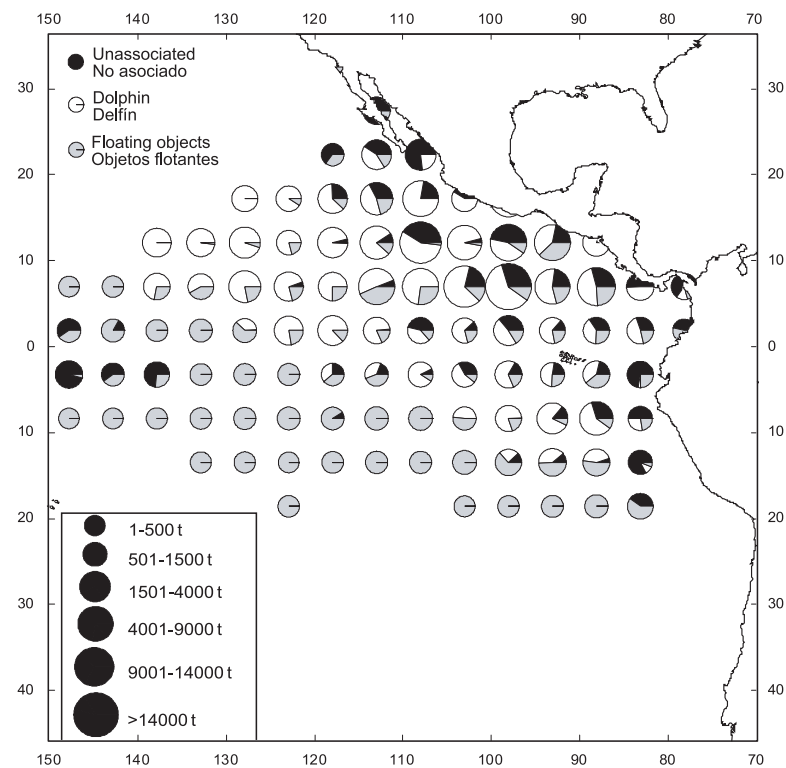
The estimated size compositions of the bigeye caught by all fisheries combined during 1997-2002 are shown in Figure 1-10b. The average weight of the fish has decreased steadily since 2000, when the largest recorded catch of bigeye was taken.

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 2002 bluefin were caught between 25°N and 37°N from May through October. The majority of the catch of bluefin by commercial vessels was taken during July, September, and October, and most of the catches by sport-fishing vessels were taken in August. In the past, commercial and recreational catches have been reported separately. In 2002, however, 44 samples were taken from recreational vessels and only 1 from a commercial vessel, making it infeasible to estimate the catches and size compositions separately. Therefore, the commercial and recreational catches of bluefin were combined for the 1997-2002 period. The estimated size compositions are shown in Figure 1-11. The 1 sample of commercially-caught fish was given a much greater weight than the combined 44 samples of fish caught by recreational fishermen because the commercial catch far exceeded the recreational catch. (The same applies to 2001, for which there were 3 and 95 samples, respectively, from the commercial and recreational fisheries.)

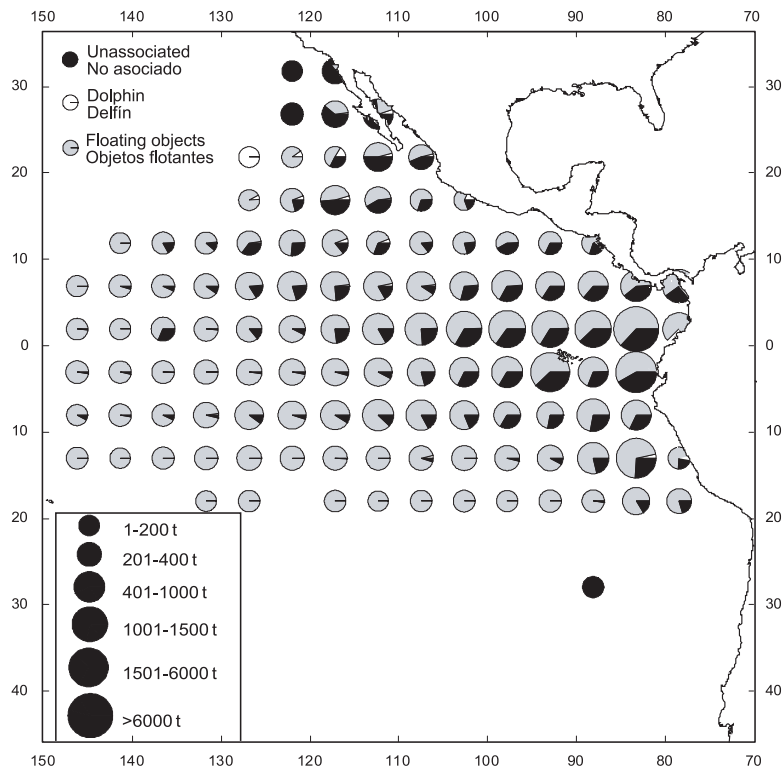
Black skipjack are caught incidentally by fishermen who direct their effort toward yellowfin, skipjack, and bigeye tuna. The demand for this species is low, so most of the catch is discarded at sea, but small amounts, mixed with the more desirable species, are sometimes retained. Because only two samples of black skipjack were taken from the 916 wells sampled during 2002, length-frequency histograms for this species are not presented in this report.



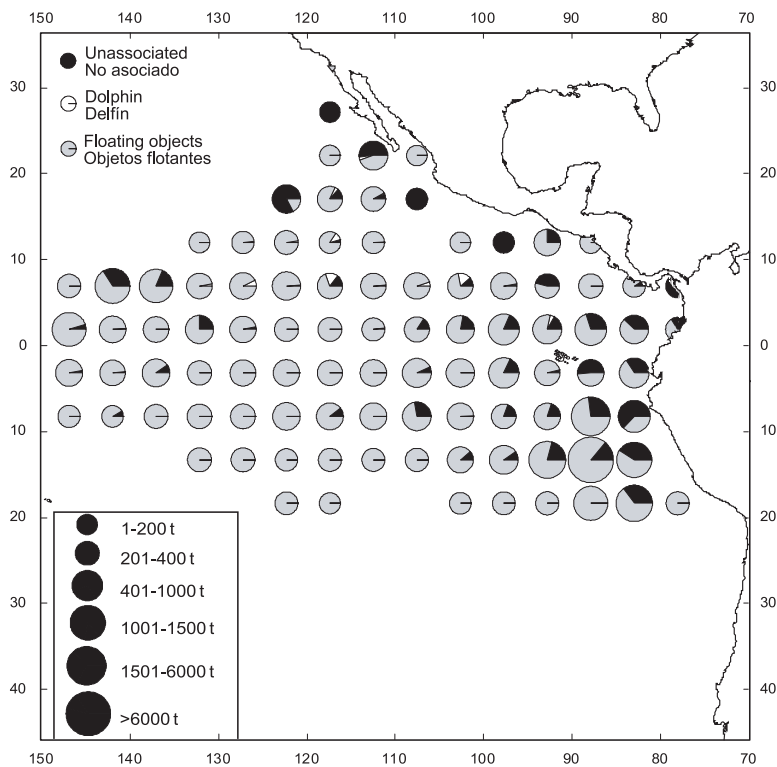
**FIGURE 1-1a.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of yellowfin, by set type, 1987-2001.  
**FIGURA 1-1a.** Distribución media anual de las capturas registradas de aleta amarilla, por tipo de lance, 1987-2001.



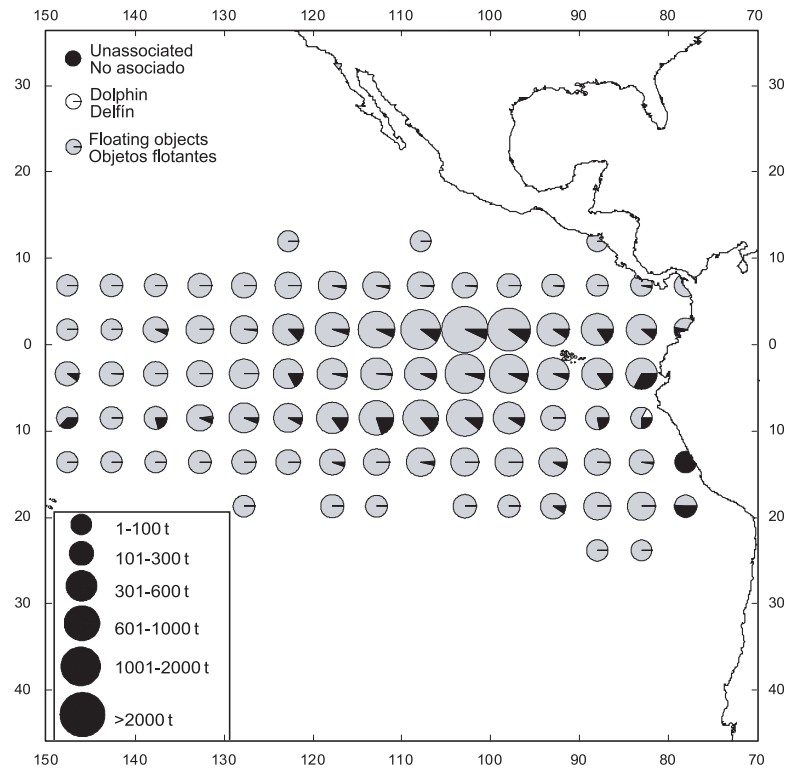
**FIGURE 1-1b.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of yellowfin, by set type, 2002 (preliminary).  
**FIGURA 1-1b.** Distribución media anual de las capturas registradas de aleta amarilla, por tipo de lance, 2002 (preliminar).



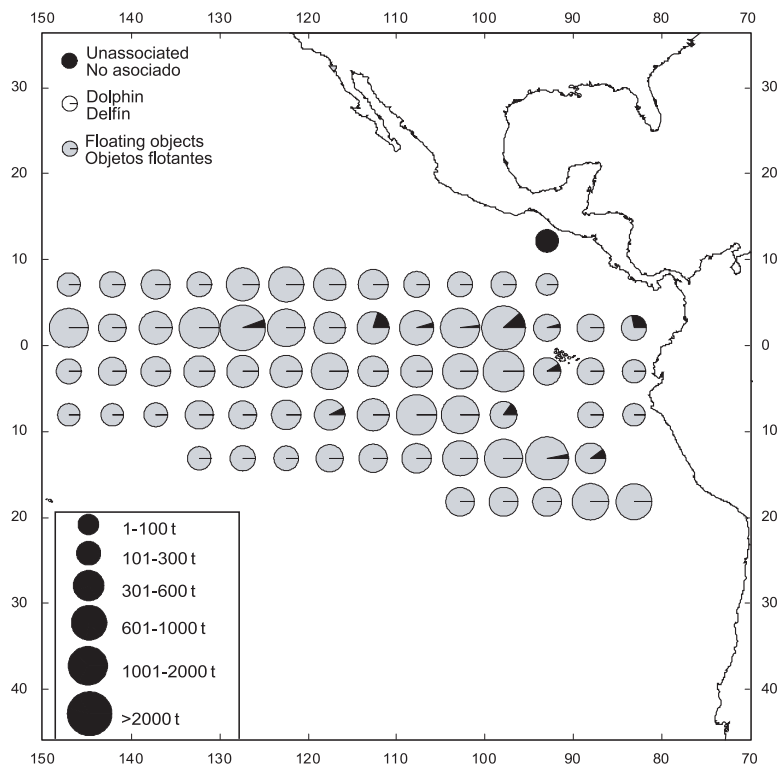
**FIGURE 1-2a.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of skipjack, by set type, 1987-2001.  
**FIGURA 1-2a.** Distribución media anual de las capturas registradas de barrilete, por tipo de lance, 1987-2001.



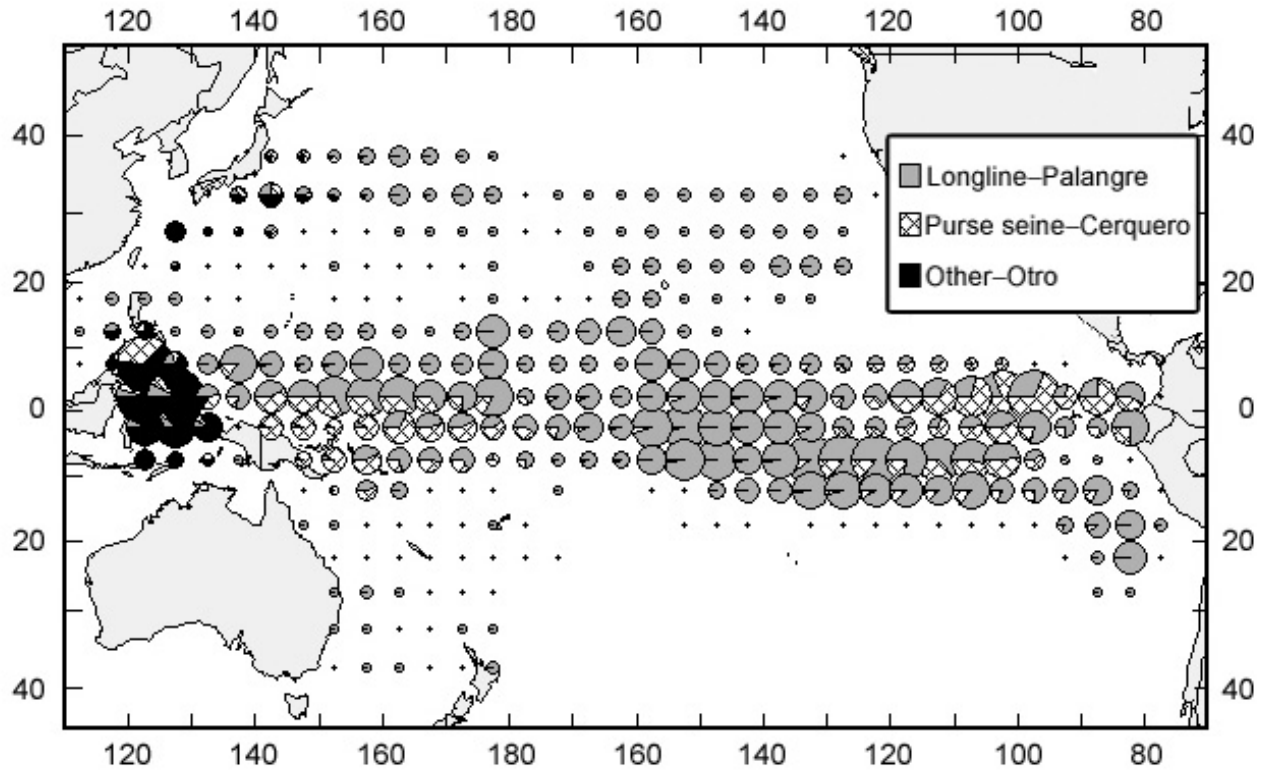
**FIGURE 1-2b.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of skipjack, by set type, 2002 (preliminary).  
**FIGURA 1-2b.** Distribución media anual de las capturas registradas de barrilete, por tipo de lance, 2002 (preliminar).



**FIGURE 1-3a.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of bigeye, by set type, 1994-2001.  
**FIGURA 1-3a.** Distribución media anual de las capturas registradas de patudo, por tipo de lance, 1994-2001.



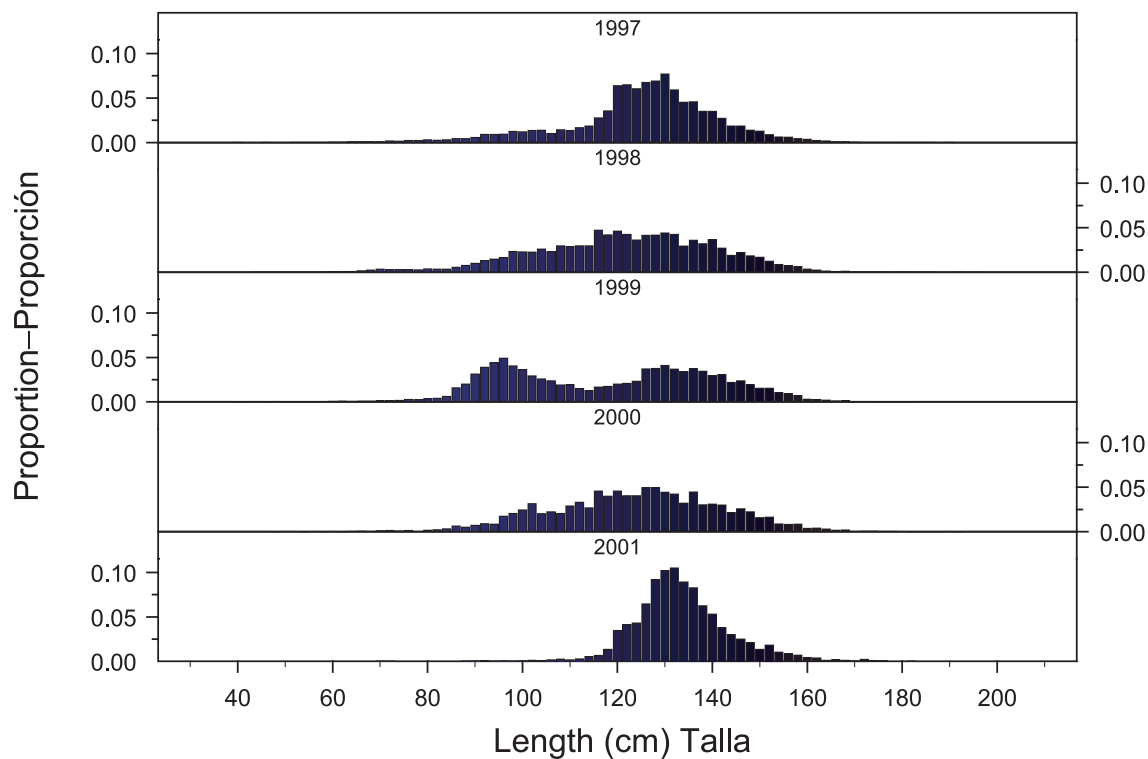
**FIGURE 1-3b.** Average annual distributions of the logged purse-seine catches of bigeye, by set type, 2002 (preliminary).  
**FIGURA 1-3b.** Distribución media anual de las capturas registradas de patudo, por tipo de lance, 2002 (preliminar).



**FIGURE 1-4.** 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.

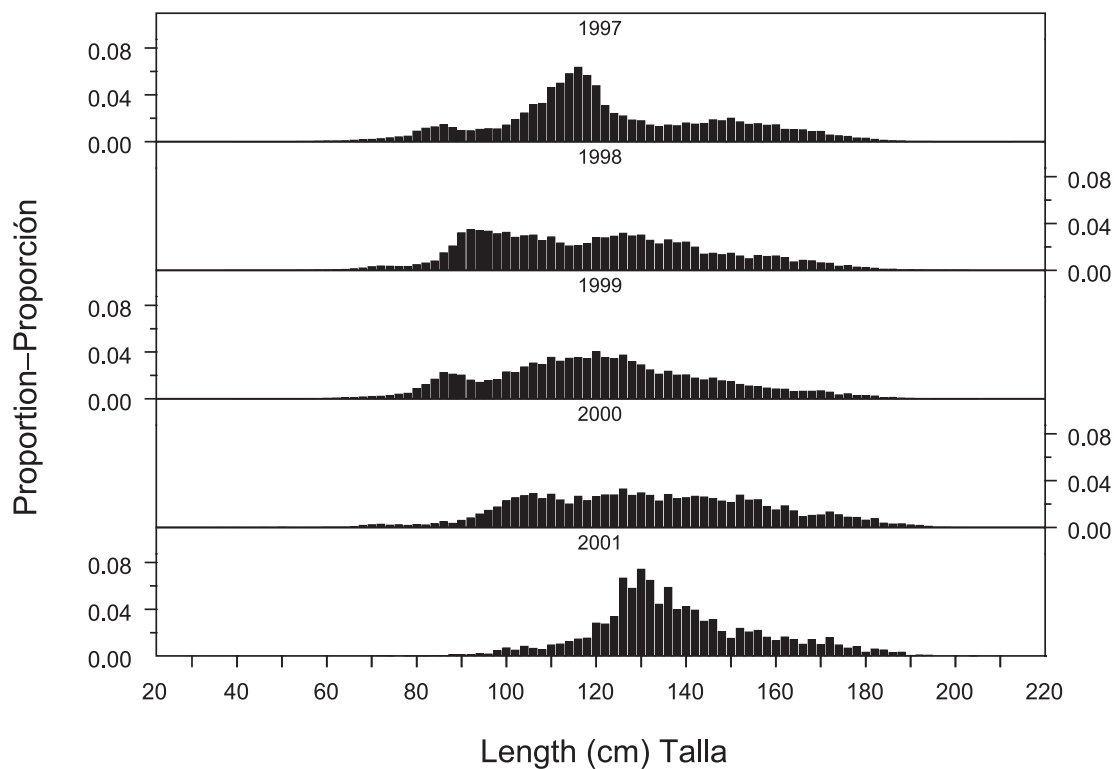
**FIGURA 1-4.** Distribución de las capturas de atún patudo en el Océano Pacífico, en toneladas métricas, 1990-2000 (adaptado de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico, Ocean Fisheries Programme, Tuna Fish. Assess. Rep. 4: Figura 37). El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de patudo capturado en la zona de 5° x 5° correspondiente.).





**FIGURE 1-5.** Estimated size compositions of the catch of yellowfin tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 1997-2001.

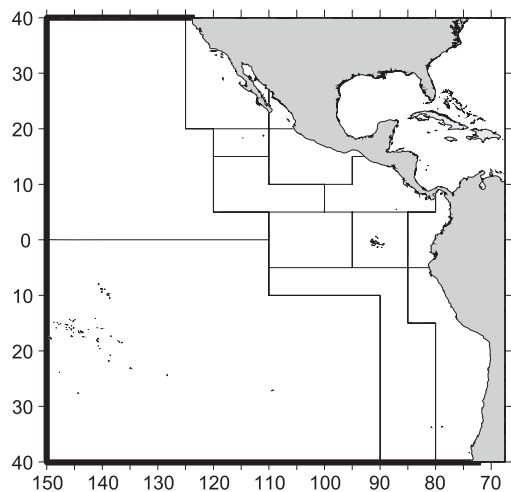
**FIGURA 1-5.** Composición por tallas estimada de la captura de atún aleta amarilla por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 1997-2001.



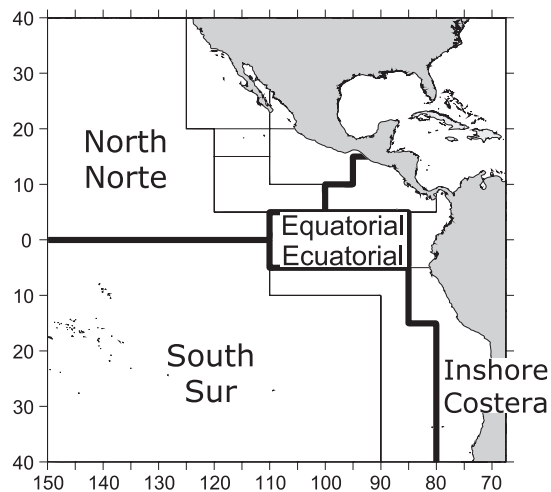
**FIGURE 1-6.** Estimated size compositions of the catch of bigeye tuna by the Japanese longline fishery in the EPO, 1997-2001.

**FIGURA 1-6.** Composición por tallas estimada de la captura de atún patudo por la pesquería palangrera japonesa en el OPO, 1997-2001.

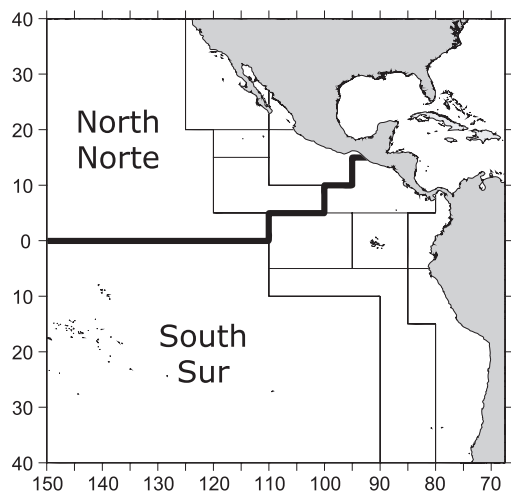
Unassociated – Bigeye, bluefin  
 Dolphin – Bigeye, skipjack  
 Pole-and-line vessels – All species  
 No asociado – Patudo y aleta azul  
 Delfín – Patudo y barrilete  
 Barcos cañeros – Todas especies



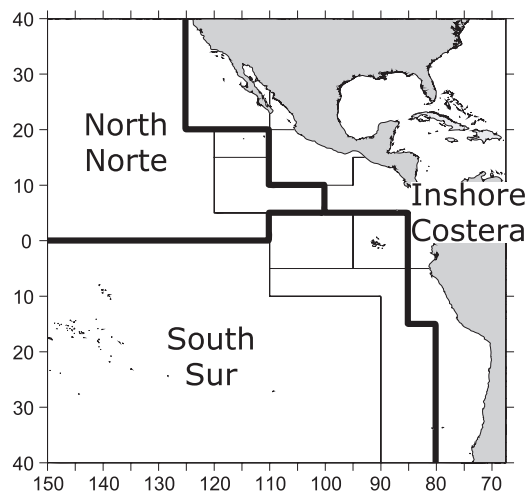
Floating objects – All species  
 Objetos flotantes – Todas especies



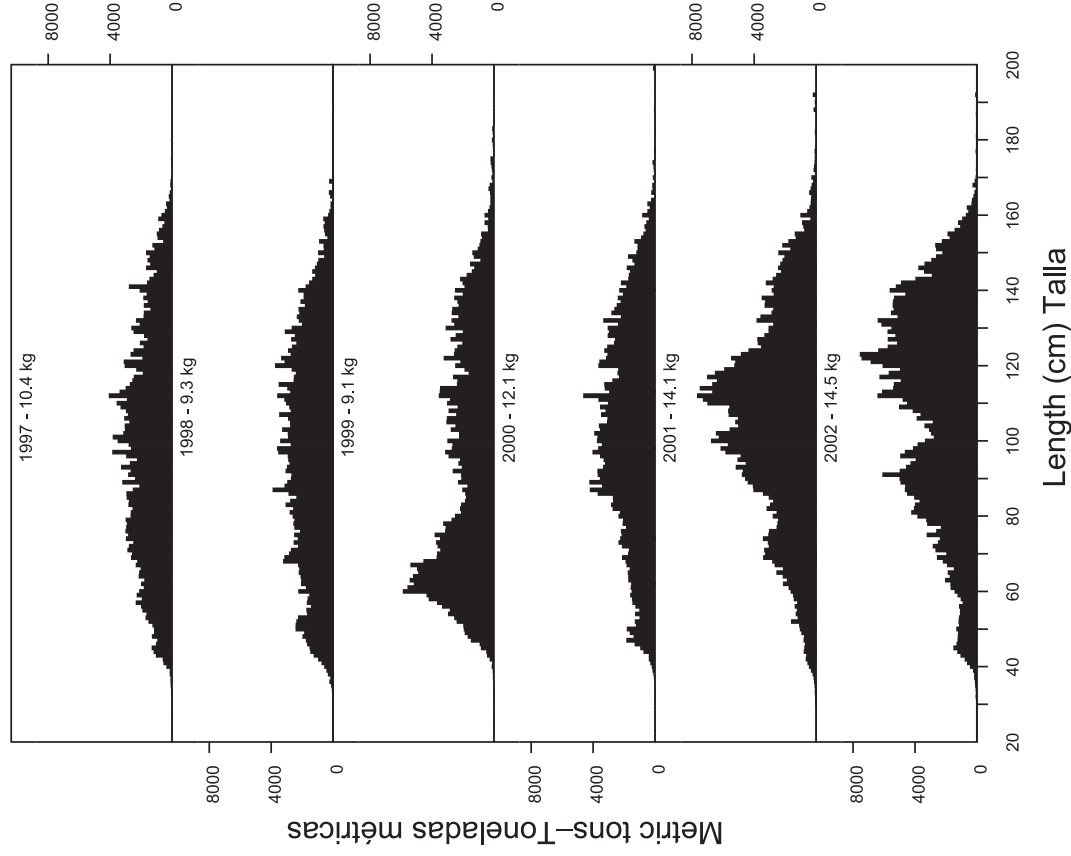
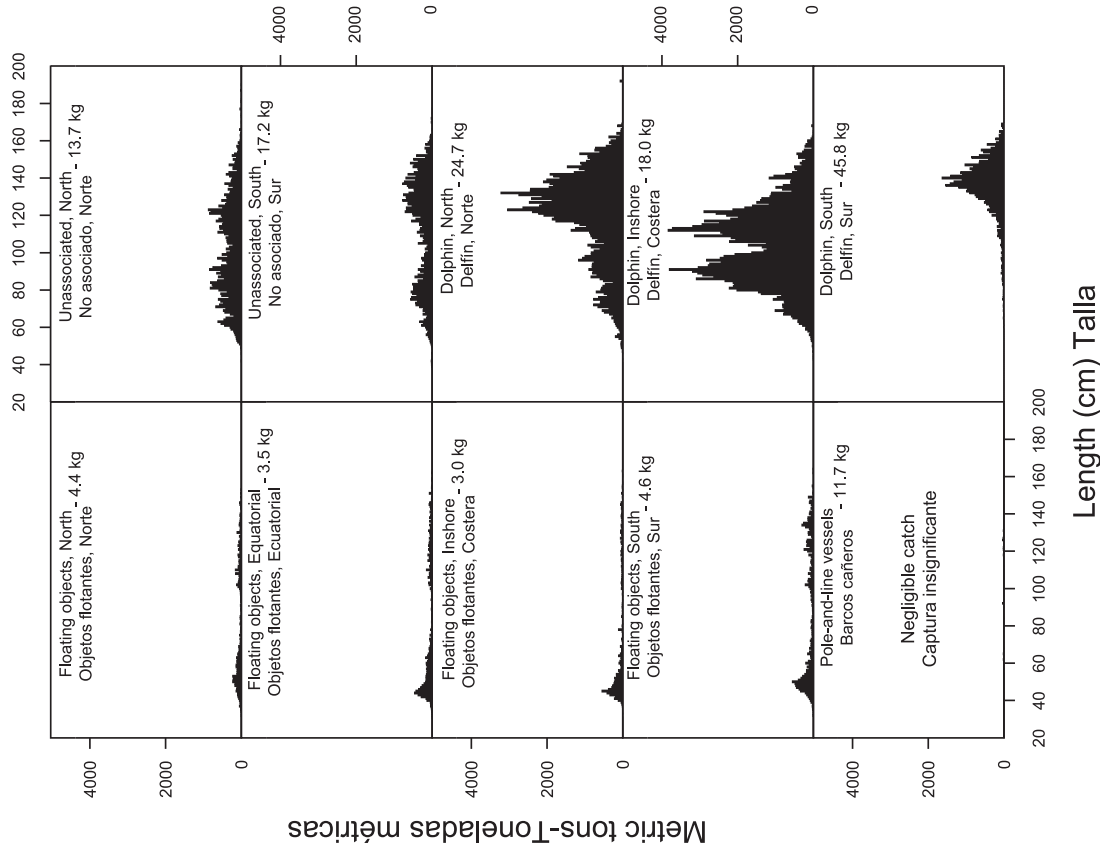
Unassociated – Skipjack, yellowfin  
 No asociado – Barrilete y aleta amarilla



Dolphin – Yellowfin  
 Delfín – Aleta amarilla

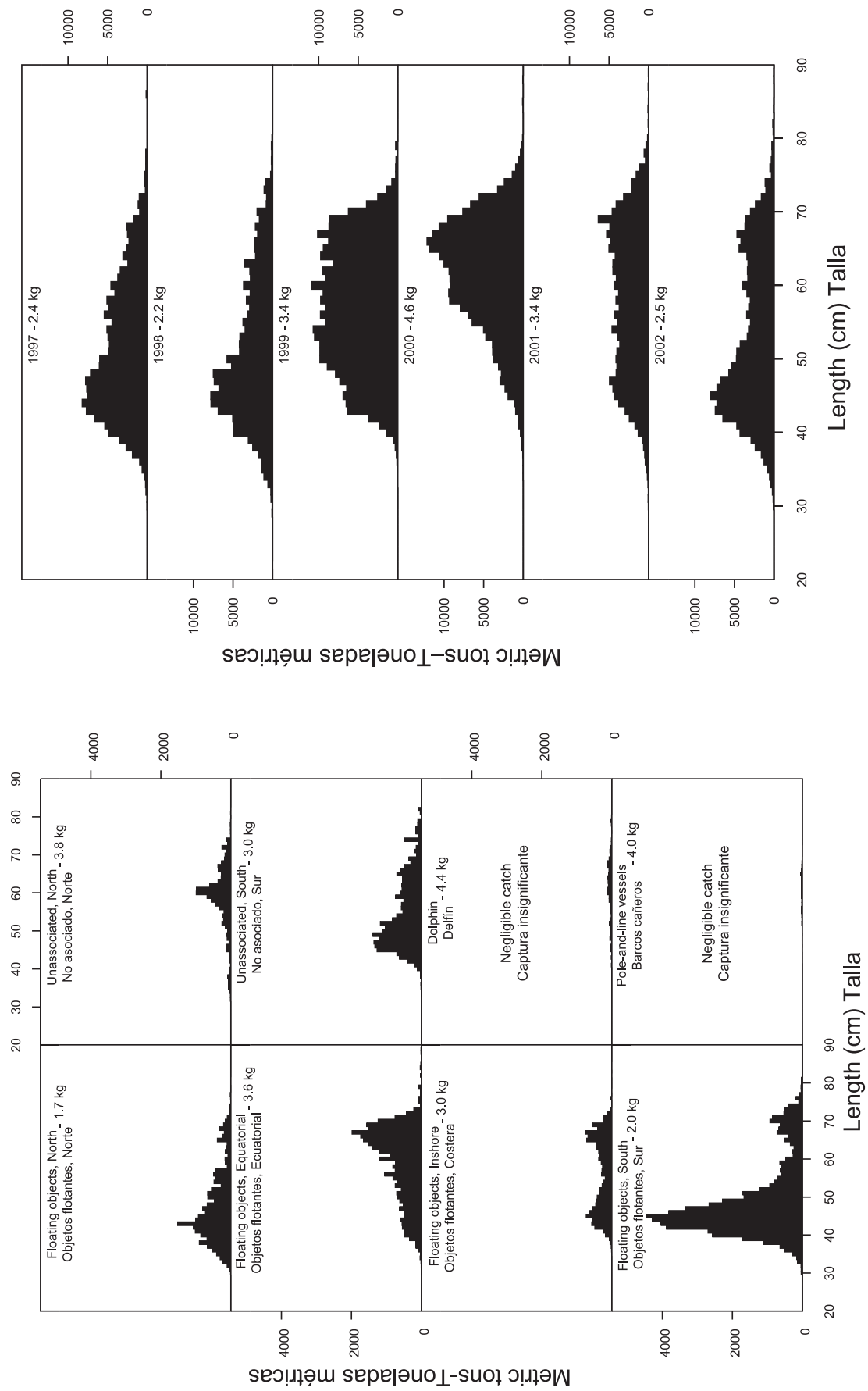


**FIGURE 1-7.** The fisheries defined by the IATTC staff for stock assessment of yellowfin, skipjack, and bigeye in the EPO. The thin lines indicate the boundaries of the 13 length-frequency sampling areas, and the bold lines the boundaries of the fisheries.  
**FIGURA 1-7.** Las pesquerías definidas por el personal de la CIAT para la evaluación de las poblaciones de atún aleta amarilla, barrilete, y patudo en el OPO. Las líneas delgadas indican los límites de las 13 zonas de muestreo de frecuencia de tallas, y las líneas gruesas los límites de las pesquerías.

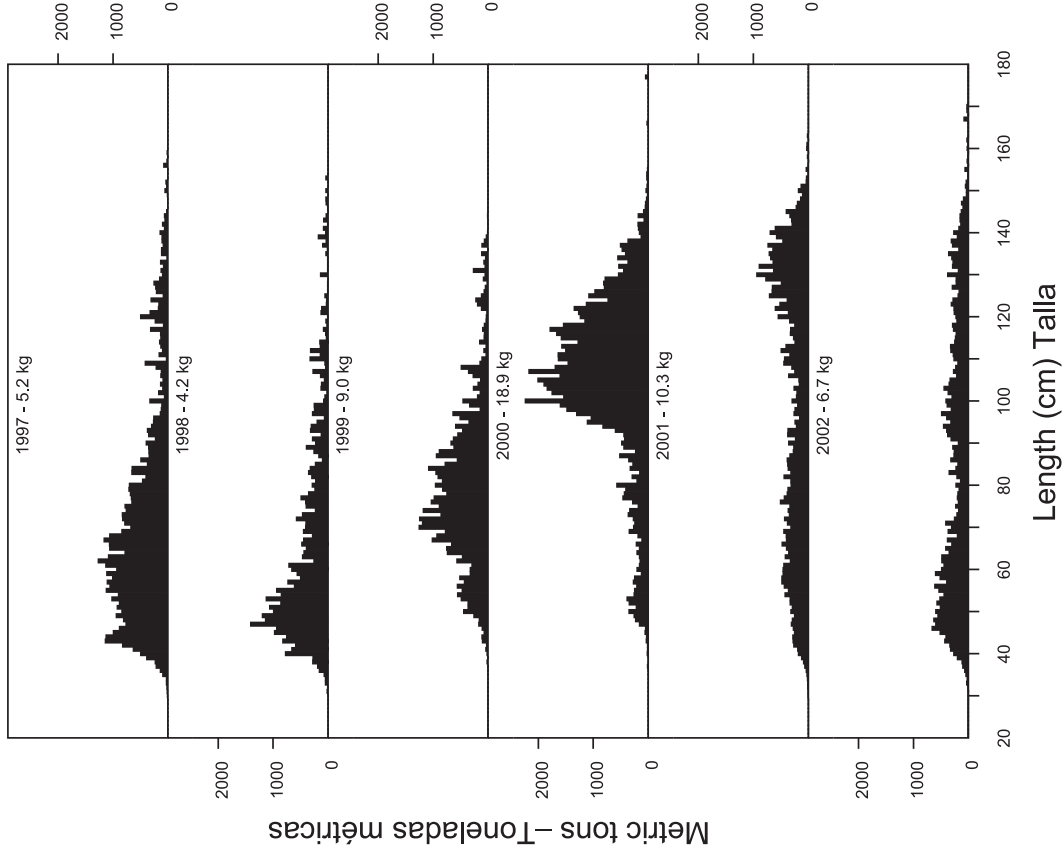
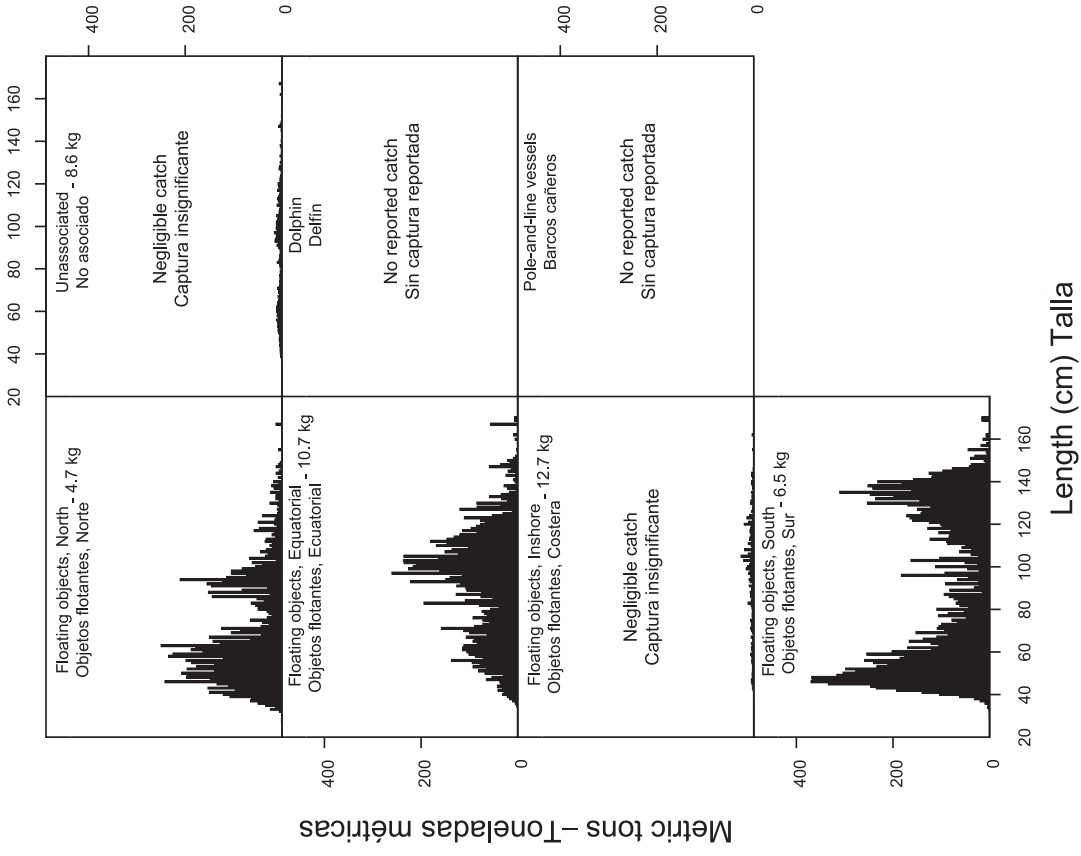


**FIGURES 1-8a. and 1-8b.** Estimated size compositions of the yellowfin caught in each fishery of the EPO in 2002 (1-8a, left) and in the entire EPO in 1997-2002 (1-8b, right). The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURAS 1-8a. y 1-8b.** Composición por tallas estimada del OPO en 2002 (1-8a, izquierda) y en el OPO entero en 1997-2002 (1-8b, derecha). En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.

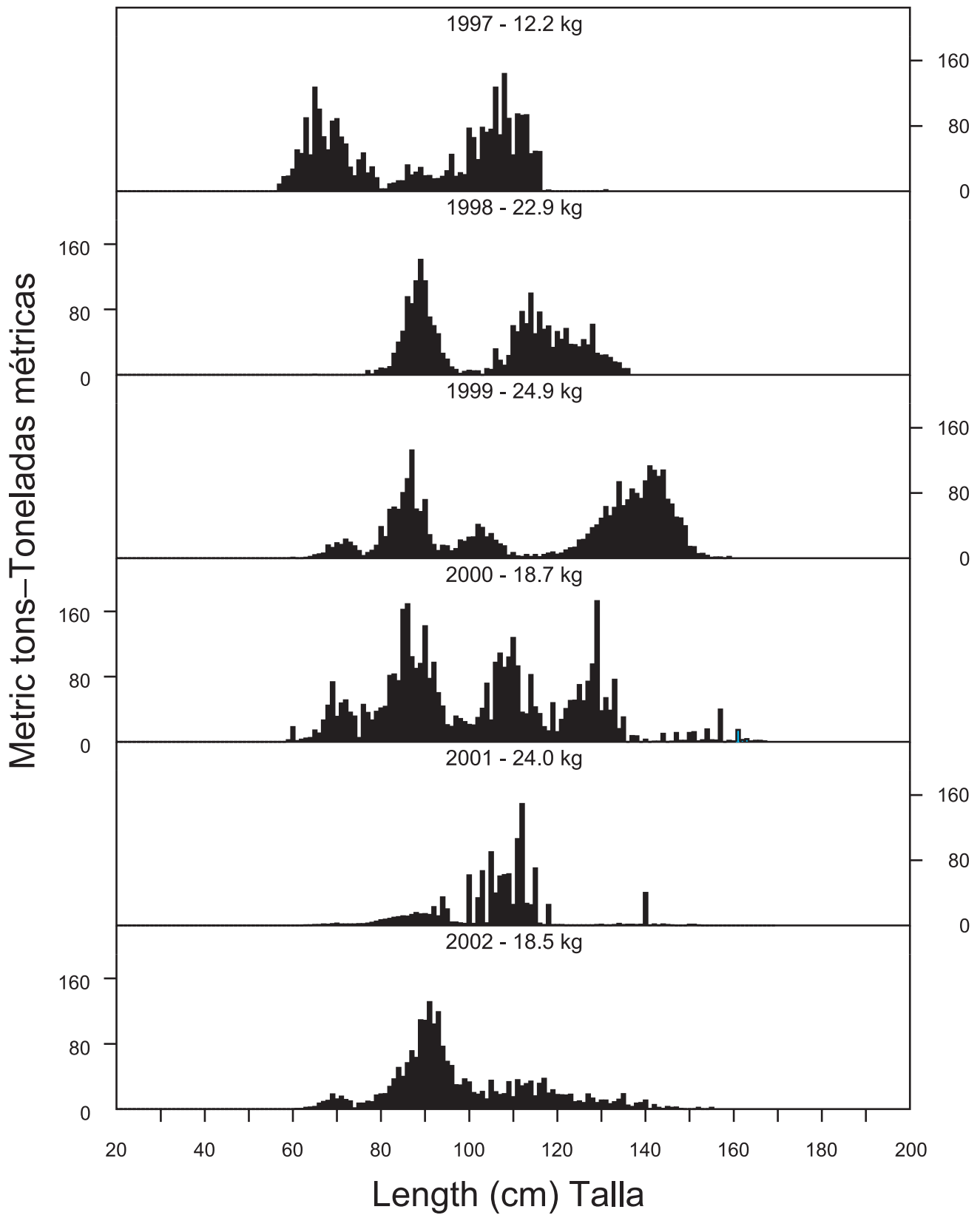


**FIGURES 1-9a. and 1-9b.** Estimated size compositions of the skipjack caught in each fishery of the EPO in 2002 (1-9a, left) and in the entire EPO in 1997-2002 (1-9b, right). The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.  
**FIGURAS 1-9a. y 1-9b.** Composición por tallas estimada del barrilete capturado en cada pesquería del OPO en 2002 (9a, izquierda) y en el OPO entero en 1997-2002 (9b, derecha). En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



**FIGURES 1-10a. and 1-10b.** Estimated size compositions of the bigeye caught in each fishery of the EPO in 2002 (1-10a, left) and in the entire EPO in 1997-2002 (1-10b, right). The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURAS 1-10a. y 1-10b.** Composición por tallas estimada del patudo capturado en cada pesquería del OPO en 2002 (1-10a, izquierda) y en el OPO entero en 1997-2002 (1-10b, derecha). En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.



**FIGURE 1-11.** Estimated size compositions of the Pacific bluefin caught in the EPO in 1997-2002. The average weights of the fish in the samples are given at the tops of the panels.

**FIGURA 1-11.** Composición por tallas estimada del aleta azul del Pacífico capturado en el OPO entero en 1997-2002. En cada recuadro se detalla el peso promedio de los peces en las muestras.

**TABLE 1-1a.** Estimates of the numbers and well volumes, in cubic meters, of the purse seiners and pole-and-line vessels of the EPO tuna fleet in 2000, by flag, gear, and size class. Each vessel is included in the totals for each flag under which it fished during the year, but is included only once in "Grand total." Therefore the grand totals may not equal the sums of the individual flag entries. PS = purse seiner; LP = pole-and-line vessel.

**TABLA 1-1a.** Estimaciones del número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de los buques cerqueros y cañeros de la flota atunera en el OPO en 2000, 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. PS = cerquero; LP = cañero.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class—Clase de arqueo						Total	Well volume Volumen de bodega
		1	2	3	4	5	6		
<b>Number—Número</b>									
BLZ	PS	-	-	-	-	-	2	2	1,822
BOL	PS	-	-	2	-	-	5	7	6,190
COL	PS	-	-	2	1	2	5	10	7,397
ECU	PS	-	5	12	11	7	38	73	48,310
ESP	PS	-	-	-	-	-	5	5	12,177
GTM	PS	-	-	-	-	-	4	4	7,640
HND	PS	-	-	-	-	-	3	3	2,254
MEX	PS	-	-	4	4	9	37	54	47,145
	LP	1	3	6	-	-	-	10	1,271
NIC	PS	-	-	-	-	-	1	1	1,229
PAN	PS	-	-	2	-	-	6	8	9,157
SLV	PS	-	-	-	-	-	2	2	4,469
USA	PS	-	-	2	-	2	5	9	7,415
VEN	PS	-	-	-	-	-	25	25	31,687
VUT	PS	-	-	-	-	-	6	6	7,819
Grand total	PS	-	5	22	18	20	140	205	
Total general	LP	1	3	6	-	-	-	10	
	PS+LP	1	8	28	18	20	140	215	
<b>Well volume—Volumen de bodega</b>									
Grand total	PS	-	453	3,970	5,207	9,156	171,079	189,865	
Total general	LP	53	293	-	-	-	913	1,259	
	PS+LP	53	746	3,970	5,207	9,156	171,992	191,124	

**TABLE 1-1b.** Preliminary estimates of the numbers and well volumes, in cubic meters, of the purse seiners and pole-and-line vessels of the EPO tuna fleet 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 "Grand total." Therefore the grand totals may not equal the sums of the individual flag entries. PS = purse seiner; LP = pole-and-line vessel.

**TABLA 1-1b.** Estimaciones preliminares del número y volumen de bodega, en metros cúbicos, de buques cerqueros y cañeros de la flota atunera 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. PS = cerquero; LP = cañero.

Flag Bandera	Gear Arte	Size class—Clase de arqueo						Total	Well volume Volumen de bodega
		1	2	3	4	5	6		
<b>Number—Número</b>									
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	47,832
	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	5,686
USA	PS	-	-	2	-	-	9	11	13,339
VEN	PS	-	-	-	-	-	24	24	30,784
VUT	PS	-	-	-	-	1	4	5	4,024
Unknown Desconocido	PS	-	-	-	-	-	1	1	486
Grand total	PS	-	7	24	20	22	145	218	
Total general	LP	-	-	6	-	-	-	6	
	PS+LP	-	7	30	20	22	145	224	
<b>Well volume—Volumen de bodega</b>									
Grand total	PS	-	758	4,397	5,622	9,333	179,832	199,942	
Total general	LP	-	-	925	-	-	-	925	
	PS+LP	-	758	5,322	5,622	9,333	179,832	200,867	



**TABLE 1-2.** Estimated retained and discarded catches by surface gear, in metric tons, of the EPO tuna fleet. "Others" includes sharks, other tunas, and miscellaneous fishes. The 2001 and 2002 data are preliminary. Additional information concerning this table is given in the text.

**TABLE 1-2.** Estimaciones de capturas retenidas y descartadas, en toneladas métricas, por artes de superficie de la flota atunera del OPO. "Otros" incluye tiburones, otros atunes, y peces diversos. Los datos de 2001 y 2002 son preliminares. En el texto se presenta información adicional sobre esta tabla.

	Yellowfin			Skipjack			Bigeye			Bluefin		
	Aleta amarilla		Total	Barrilete		Total	Patudo		Total	Aleta azul		Total
	Retained	Discarded		Retained	Discarded		Retained	Discarded		Retained	Discarded	
1970	155,626		155,626	56,020		56,020	1,332		1,332	3,966		3,966
1971	122,839		122,839	104,721		104,721	2,566		2,566	8,360		8,360
1972	177,127		177,127	33,409		33,409	2,238		2,238	13,347		13,347
1973	205,253		205,253	43,954		43,954	1,979		1,979	10,744		10,744
1974	210,364		210,364	78,803		78,803	890		890	5,617		5,617
1975	202,142		202,142	123,868		123,868	3,723		3,723	9,583		9,583
1976	236,347		236,347	126,287		126,287	10,243		10,243	10,645		10,645
1977	198,816		198,816	86,337		86,337	7,055		7,055	5,473		5,473
1978	180,594		180,594	169,895		169,895	11,759		11,759	5,397		5,397
1979	189,674		189,674	132,024		132,024	7,532		7,532	6,117		6,117
1980	159,425		159,425	130,671		130,671	15,421		15,421	2,939		2,939
1981	181,813		181,813	119,606		119,606	10,091		10,091	1,089		1,089
1982	125,084		125,084	98,757		98,757	4,102		4,102	3,150		3,150
1983	94,256		94,256	58,142		58,142	3,260		3,260	853		853
1984	145,061		145,061	60,551		60,551	5,936		5,936	881		881
1985	216,992		216,992	49,460		49,460	4,532		4,532	4,055		4,055
1986	268,274		268,274	63,552		63,552	1,939		1,939	5,085		5,085
1987	272,247		272,247	62,345		62,345	776		776	1,005		1,005
1988	288,403		288,403	85,326		85,326	1,053		1,053	1,424		1,424
1989	289,375		289,375	92,374		92,374	1,470		1,470	1,170		1,170
1990	273,329		273,329	72,575		72,575	4,712		4,712	1,542		1,542
1991	239,121		239,121	63,260		63,260	3,740		3,740	461		461
1992	239,849		239,849	83,964		83,964	5,497		5,497	1,999		1,999
1993	232,071	5,040	237,111	87,357	10,589	97,946	8,069	585	8,654	879	0	879
1994	219,261	4,614	223,875	74,534	10,314	84,848	29,375	2,305	31,680	1,062	0	1,062
1995	223,776	5,345	229,121	138,239	16,621	154,860	37,328	3,262	40,590	874	0	874
1996	250,170	6,660	256,830	112,205	24,970	137,175	51,353	5,786	57,139	8,259	0	8,259
1997	258,042	5,631	263,673	161,888	31,867	193,755	51,627	5,627	57,254	2,807	3	2,810
1998	265,781	4,718	270,499	145,115	22,856	167,971	35,154	2,853	38,007	2,223	0	2,223
1999	295,677	6,628	302,305	266,182	26,813	292,995	40,610	5,166	45,776	3,092	54	3,146
2000	273,245	6,815	280,060	211,252	26,364	237,616	70,153	5,624	75,777	4,127	0	4,127
2001	396,122	7,921	403,043	145,626	13,516	159,142	42,846	1,261	44,107	1,309	4	1,313
2002	418,967	3,956	422,923	158,043	12,793	170,836	35,201	977	36,178	2,121	6	2,127

TABLE 1-2. (continued)  
 TABLA 1-2. (continuación)

	Albacore		Bonito		Black skipjack		Others		All species combined	
	Retained	Discarded	Retained	Discarded	Retained	Discarded	Retained	Discarded	Retained	Discarded
	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
	Albacora		Bonito		Barrilete negro		Otros		Todas especies combinadas	
	Retenido	Descartado	Retenido	Descartado	Retenido	Descartado	Retenido	Descartado	Retenido	Descartado
	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total	Total
1970	4,476	4,476	4,738	4,738	0	0	27	27	226,185	226,185
1971	2,490	2,490	9,600	9,600	6	6	61	61	250,643	250,643
1972	4,832	4,832	8,872	8,872	601	601	367	367	240,793	240,793
1973	2,316	2,316	7,864	7,864	1,674	1,674	355	355	274,139	274,139
1974	4,783	4,783	4,436	4,436	3,742	3,742	985	985	309,620	309,620
1975	3,332	3,332	16,838	16,838	511	511	277	277	360,274	360,274
1976	3,733	3,733	4,370	4,370	1,526	1,526	1,327	1,327	394,478	394,478
1977	1,963	1,963	11,275	11,275	1,458	1,458	1,950	1,950	314,327	314,327
1978	1,745	1,745	4,837	4,837	2,162	2,162	806	806	377,195	377,195
1979	327	327	1,805	1,805	1,366	1,366	1,249	1,249	340,094	340,094
1980	601	601	6,110	6,110	3,680	3,680	953	953	319,800	319,800
1981	739	739	5,918	5,918	1,911	1,911	1,010	1,010	322,177	322,177
1982	553	553	2,121	2,121	1,338	1,338	783	783	235,888	235,888
1983	456	456	3,829	3,829	1,236	1,236	1,709	1,709	163,741	163,741
1984	5,351	5,351	3,514	3,514	666	666	987	987	222,947	222,947
1985	919	919	3,604	3,604	296	296	536	536	280,394	280,394
1986	133	133	490	490	595	595	1,140	1,140	341,208	341,208
1987	417	417	3,326	3,326	557	557	1,612	1,612	342,285	342,285
1988	288	288	9,550	9,550	1,267	1,267	1,297	1,297	388,608	388,608
1989	1	1	12,095	12,095	783	783	1,072	1,072	398,340	398,340
1990	184	184	13,856	13,856	792	792	944	944	367,934	367,934
1991	834	834	1,288	1,288	446	446	649	649	309,799	309,799
1992	255	255	978	978	104	104	762	762	333,408	333,408
1993	1	1	599	611	104	4,054	314	1,981	329,394	22,157
1994	85	0	8,692	8,837	188	805	419	522	333,616	18,705
1995	465	2	8,009	8,064	187	1,415	172	668	409,050	27,368
1996	83	0	655	656	704	2,417	219	1,052	423,648	40,886
1997	60	0	1,104	1,109	101	2,582	148	3,407	475,777	49,122
1998	124	0	1,337	1,342	528	1,857	168	1,233	450,430	33,522
1999	274	0	1,710	1,710	178	3,412	218	3,096	607,941	45,169
2000	149	0	615	615	293	1,885	364	1,496	560,198	42,184
2001	20	0	18	18	1,961	1,261	441	766	588,343	24,729
2002	33	0	0	0	1,202	1,939	1,039	1,828	616,606	21,499

**TABLE 1-3a.** Estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas caught by surface gear in the EPO in 2001, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). Misc. = other species, including sharks, other tunas, and miscellaneous fishes.

**TABLA 1-3a.** Estimaciones de las capturas retenidas y descargas de atún capturado con artes de superficie en el OPO en 2001, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. Misc. = otras especies, incluyendo tiburones, otros túnidos, y peces diversos.

Flag Bandera	YFT	SKJ	BET	PBF	ALB	BEP	BSJ	Misc.	Total	Percent of total Porcentaje del total
<b>Retained catches-Capturas retenidas</b>										
Colombia	24,871	2,523	150	0	0	0	79	12	27,685	4.7
Ecuador	54,661	70,388	19,878	0	0	0	1,802	426	147,155	25.0
España-Spain	10,967	21,564	6,724	0	0	0	0	0	39,255	6.7
México	134,401	8,123	91	863	18	18	0	0	143,514	24.4
Panamá	12,223	5,843	1,708	0	0	0	0	0	19,774	3.4
U.S.A.-EE.UU.	5,420	4,226	2,226	446	0	2	72	0	12,392	2.1
Venezuela	109,707	2,178	3	0	0	0	0	0	111,888	19.0
Vanuatu	10,654	8,047	3,785	0	0	0	0	0	22,486	3.8
Other-Otros <sup>1</sup>	33,218	22,734	8,281	0	0	0	8	3	64,244	10.9
<b>Total</b>	<b>396,122</b>	<b>145,626</b>	<b>42,846</b>	<b>1,309</b>	<b>18</b>	<b>20</b>	<b>1,961</b>	<b>441</b>	<b>588,343</b>	
<b>Landings-Descargas</b>										
Colombia	38,918	6,662	2,017	0	0	0	8	0	47,605	8.1
Costa Rica	26,232	2,031	548	0	0	0	0	0	28,811	4.9
Ecuador	101,514	94,796	31,010	0	0	0	1,881	441	229,642	38.8
España-Spain	12,058	9,665	3,411	0	0	17	0	0	25,151	4.3
México	128,406	7,758	90	853	17	0	0	0	137,124	23.2
Peru	1,729	1,370	0	0	0	0	0	0	3,099	0.5
Venezuela	32,384	714	0	0	0	0	0	0	33,098	5.6
Other-Otros <sup>2</sup>	57,071	22,526	6,187	456	0	2	72	0	86,314	14.6
<b>Total</b>	<b>398,312</b>	<b>145,522</b>	<b>43,263</b>	<b>1,309</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>1,961</b>	<b>441</b>	<b>590,844</b>	

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

<sup>2</sup> Incluye Belice, Bolivia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

<sup>2</sup> Incluye EE.UU., Guatemala, Panamá, Tailandia, y no identificados. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>2</sup> Incluye EE.UU., Guatemala, Panamá, Tailandia, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

**TABLE 1-3b.** Preliminary estimates of the retained catches and landings, in metric tons, of tunas caught by surface gear in the EPO in 2002, by species and vessel flag (upper panel) and location where processed (lower panel). Misc. = other species, including sharks, other tunas, and miscellaneous fishes.

**TABLA 1-3b.** Estimaciones preliminares de las capturas retenidas y descargas de atún capturado con artes de superficie en el OPO en 2002, por especie y bandera del buque (panel superior) y localidad donde fue procesado (panel inferior), en toneladas métricas. Misc. = otras especies, incluyendo tiburones, otros túnidos, y peces diversos.

Flag Bandera	YFT	SKJ	BET	PBF	ALB	BEP	BSJ	Misc.	Total	Percent of total Porcentaje del total
<b>Retained catches—Capturas retenidas</b>										
Colombia	30,291	2,299	151	0	0	0	0	329	33,070	5.4
Ecuador	38,710	77,285	18,185	0	0	0	588	632	135,400	22.0
España–Spain	5,199	22,076	4,606	0	0	0	0	0	31,881	5.2
México	151,969	8,822	3	1,727	0	30	390	0	162,941	26.4
Panamá	20,017	7,468	1,299	0	0	0	0	0	28,784	4.7
U.S.A.–EE.UU.	8,650	3,759	1,717	394	0	3	224	64	14,811	2.4
Venezuela	119,858	3,888	293	0	0	0	0	0	124,039	20.1
Vanuatu	5,717	6,792	1,912	0	0	0	0	0	14,421	2.3
Other—Otros <sup>1</sup>	38,556	25,654	7,035	0	0	0	0	14	71,259	11.6
<b>Total</b>	<b>418,967</b>	<b>158,043</b>	<b>35,201</b>	<b>2,121</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>1,202</b>	<b>1,039</b>	<b>616,606</b>	
<b>Landings—Descargas</b>										
Colombia	29,181	2,700	1,012	0	0	0	0	0	32,893	5.2
Costa Rica	36,435	2,566	354	0	0	0	0	0	39,355	6.2
Ecuador	99,627	126,597	30,794	0	0	0	588	976	258,582	40.9
España–Spain	8,467	5,497	463	0	0	0	0	0	14,427	2.3
México	148,684	8,736	3	1,727	0	29	389	0	159,568	25.2
U.S.A.–EE.UU.	6,424	1,318	64	394	0	3	224	64	8,491	1.3
Venezuela	29,966	350	0	0	0	0	0	0	30,316	4.8
Other—Otros <sup>2</sup>	66,955	16,851	4,692	0	0	0	0	0	88,498	14.0
<b>Total</b>	<b>425,739</b>	<b>164,615</b>	<b>37,382</b>	<b>2,121</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>1,201</b>	<b>1,040</b>	<b>632,130</b>	

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

<sup>2</sup> Incluye Belice, Bolivia, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

<sup>3</sup> Includes Canada, El Salvador, French Polynesia, Guatemala, Panama, Peru, and unidentified. This category is used to avoid revealing the operations of individual vessels or companies.

<sup>4</sup> Incluye Canadá, El Salvador, Guatemala, Panamá, Perú, Polinesia Francesa, y no identificados. Se usa esta categoría para no revelar información sobre las actividades de buques o empresas individuales.

**TABLE 1-4.** Estimated numbers of sets by set type and vessel size class, and estimated retained catches, in metric tons, for yellowfin, skipjack, and bigeye tuna in the EPO, by purse-seine vessels. The data for 2002 are preliminary.

**TABLA 1-4.** 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 2002 son preliminares.

Year	Sets on fish associated with dolphins					
	Number of sets			Retained catch		
	Classes 1-5	Class 6	Total	Yellowfin	Skipjack	BigeYE
	Lances sobre peces asociados con delfines					
Año	Número de lances			Captura retenida		
	Clases 1-5	Clase 6	Total	Aleta amarilla	Barrilete	Patudo
	1987	57	13,286	13,343	190,432	332
1988	49	11,160	11,209	157,173	4,898	0
1989	33	12,827	12,860	194,846	1,447	0
1990	31	10,997	11,028	179,253	867	0
1991	0	9,661	9,661	159,255	786	38
1992	26	10,398	10,424	169,350	869	0
1993	34	6,953	6,987	110,045	714	97
1994	5	7,804	7,809	125,379	516	0
1995	0	7,185	7,185	131,932	1,032	0
1996	14	7,472	7,486	137,258	729	0
1997	43	8,977	9,020	156,163	6,004	35
1998	0	10,645	10,645	151,678	2,879	66
1999	0	8,648	8,648	143,503	1,214	0
2000	2	9,235	9,237	155,212	468	0
2001	6	9,809	9,815	240,873	1,289	10
2002	0	12,433	12,433	297,147	2,153	0

Year	Sets on fish associated with floating objects					
	Number of sets			Retained catch		
	Classes 1-5	Class 6	Total	Yellowfin	Skipjack	BigeYE
	Lances sobre peces asociados con objetos flotantes					
Año	Número de lances			Captura retenida		
	Clases 1-5	Clase 6	Total	Aleta amarilla	Barrilete	Patudo
	1987	1,322	1,813	3,135	27,189	32,160
1988	823	2,281	3,104	23,933	35,949	569
1989	974	2,339	3,313	28,362	41,452	1,215
1990	719	2,558	3,277	34,247	34,980	3,359
1991	819	2,165	2,984	23,758	37,655	1,950
1992	868	1,763	2,631	13,057	45,556	1,154
1993	493	2,063	2,556	15,964	48,144	4,548
1994	668	2,770	3,438	17,362	47,992	27,472
1995	707	3,521	4,228	20,570	81,253	32,767
1996	1,230	4,007	5,237	31,073	74,260	48,251
1997	1,699	5,653	7,352	27,625	123,002	50,226
1998	1,198	5,481	6,679	31,271	115,370	31,332
1999	630	4,620	5,250	38,569	178,824	35,846
2000	494	3,916	4,410	43,116	123,857	67,514
2001	697	5,743	6,440	62,807	122,268	41,899
2002	778	5,775	6,553	37,159	121,891	34,541

TABLE 1-4. (continued)  
 TABLA 1-4. (continuación)

<b>Sets on fish in unassociated schools</b>						
<b>Year</b>	<b>Number of sets</b>			<b>Retained catch</b>		
	<b>Classes 1-5</b>	<b>Class 6</b>	<b>Total</b>	<b>Yellowfin</b>	<b>Skipjack</b>	<b>Bigeye</b>
<b>Lances sobre peces en cardúmenes no asociados</b>						
<b>Año</b>	<b>Número de lances</b>			<b>Captura retenida</b>		
	<b>Clases 1-5</b>	<b>Clase 6</b>	<b>Total</b>	<b>Aleta amarilla</b>	<b>Barrilete</b>	<b>Patudo</b>
1987	1,823	3,981	5,804	49,399	26,303	194
1988	4,147	7,536	11,683	102,042	39,535	481
1989	2,955	5,878	8,833	60,226	46,332	256
1990	3,683	5,397	9,080	56,551	35,788	1,351
1991	3,571	3,612	7,183	52,770	22,958	1,727
1992	4,010	4,079	8,089	53,507	35,333	4,343
1993	5,739	6,267	12,006	100,974	34,865	3,424
1994	5,440	5,064	10,504	72,765	22,916	1,902
1995	6,120	4,782	10,902	69,985	50,715	4,560
1996	5,807	5,118	10,925	77,343	34,635	3,102
1997	5,334	4,693	10,027	69,658	29,510	1,354
1998	5,700	4,631	10,331	77,642	25,108	3,757
1999	5,632	6,143	11,775	111,885	84,036	4,765
2000	6,119	5,482	11,601	72,487	86,695	2,641
2001	4,481	3,027	7,508	88,818	21,331	940
2002	5,008	3,405	8,413	83,764	33,404	658

<b>Sets on all types of schools</b>						
<b>Year</b>	<b>Number of sets</b>			<b>Retained catch</b>		
	<b>Classes 1-5</b>	<b>Class 6</b>	<b>Total</b>	<b>Yellowfin</b>	<b>Skipjack</b>	<b>Bigeye</b>
<b>Lances sobre todos tipos de cardumen</b>						
<b>Año</b>	<b>Número de lances</b>			<b>Captura retenida</b>		
	<b>Clases 1-5</b>	<b>Clase 6</b>	<b>Total</b>	<b>Aleta amarilla</b>	<b>Barrilete</b>	<b>Patudo</b>
1987	3,202	19,080	22,282	267,020	58,795	775
1988	5,019	20,977	25,996	283,148	80,382	1,050
1989	3,962	21,044	25,006	283,434	89,231	1,471
1990	4,433	18,952	23,385	270,051	71,635	4,710
1991	4,390	15,438	19,828	235,783	61,399	3,715
1992	4,904	16,240	21,144	235,914	81,758	5,497
1993	6,266	15,283	21,549	226,983	83,723	8,069
1994	6,113	15,638	21,751	215,506	71,424	29,374
1995	6,827	15,488	22,315	222,487	133,000	37,327
1996	7,051	16,597	23,648	245,674	109,624	51,353
1997	7,076	19,323	26,399	253,446	158,516	51,615
1998	6,898	20,757	27,655	260,591	143,357	35,155
1999	6,262	19,411	25,673	293,957	264,074	40,611
2000	6,615	18,633	25,248	270,815	211,020	70,155
2001	5,184	18,597	23,781	392,498	144,888	42,849
2002	5,786	21,613	27,399	418,070	157,448	35,199

**TABLE 1-5a.** Annual retained catches of yellowfin tuna by region, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight in metric tons with average weight data estimated by the IATTC staff. "Other" includes China, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, French Polynesia, Guatemala, Mexico, Nicaragua, and the USA. Data for 2000-2002 are preliminary.

**TABLA 1-5a.** Capturas retenidas anuales de atún aleta amarilla por región, en toneladas métricas. En algunos casos se convirtieron los datos de números de peces a peso en toneladas métricas usando datos de peso promedio estimados por el personal de la CIAT. "Otros" incluye China, Costa Rica, Ecuador, EE.UU., El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, y Polinesia Francesa. Los datos de 2000-2002 son preliminares.

	EPO-OPO						Subtotal	WCPO <sup>3</sup>	Total
	Surface-Superficie <sup>1</sup>	Longline-Palangre <sup>2</sup>				Subtotal			
		JPN	KOR	TWN	Others-Otros				
1970	155,626	12,273	*	124	*	12,397	168,023	93,826	261,849
1971	122,839	7,368	*	276	*	7,644	130,483	94,392	224,875
1972	177,127	16,013	*	540	*	16,553	193,680	106,069	299,749
1973	205,253	11,413	*	344	*	11,757	217,010	122,911	339,921
1974	210,364	6,914	*	276	*	7,190	217,554	127,255	344,809
1975	202,142	10,299	138	313	*	10,749	212,891	132,100	344,992
1976	236,347	15,036	284	151	*	15,471	251,818	145,413	397,231
1977	198,816	11,222	558	104	*	11,884	210,700	176,832	387,532
1978	180,594	9,187	585	101	*	9,874	190,468	174,505	364,972
1979	189,674	10,909	312	141	*	11,362	201,036	194,150	395,186
1980	159,425	11,549	1,243	31	*	12,823	172,248	210,075	382,323
1981	181,813	7,090	680	165	*	7,935	189,748	225,309	415,057
1982	125,084	9,826	784	82	*	10,692	135,776	219,392	355,168
1983	94,256	9,404	1,057	65	49	10,575	104,831	253,793	358,623
1984	145,061	9,134	937	44	*	10,115	155,176	246,691	401,867
1985	216,992	10,633	1,995	50	2	12,680	229,672	258,160	487,832
1986	268,274	17,770	3,250	76	68	21,164	289,438	244,535	533,973
1987	272,247	13,484	3,103	113	272	16,972	289,219	301,926	591,145
1988	288,403	12,481	1,305	34	232	14,052	302,455	258,505	560,960
1989	289,375	15,335	811	689	9	16,844	306,219	312,038	618,257
1990	273,329	29,255	3,244	630	*	33,129	306,458	350,813	657,271
1991	239,121	23,721	4,796	1,301	171	29,989	269,110	384,243	653,353
1992	239,849	15,296	2,092	227	267	17,882	257,731	391,881	649,612
1993	232,071	20,339	2,441	93	874	23,747	255,818	392,400	648,218
1994	219,261	25,983	2,309	275	778	29,345	248,606	387,831	636,437
1995	223,776	17,042	2,014	42	763	19,861	243,637	379,289	622,926
1996	250,170	12,631	2,246	48	601	15,526	265,696	319,499	585,195
1997	258,042	16,218	2,840	151	1,042	20,251	278,293	458,251	736,544
1998	265,781	10,048	2,436	95	2,195	14,774	280,555	484,594	765,150
1999	295,677	7,186	1,941	43	3,134	12,304	307,981	437,720	745,701
2000	273,245	14,731	2,628	1,149	2,691	21,199	294,444	426,909	721,353
2001	396,122	14,781	3,669	4,814	2,958	26,222	422,344	382,948	805,292
2002	418,967	7,498	*	*	1,199	8,697	427,664	*	*

<sup>1</sup> Source: Table 1-2-Fuente: Tabla 1-2

<sup>2</sup> Sources: published and unpublished data from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan, Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Ministry of Agriculture, People's Republic of China, and National Fisheries Research and Development Agency, Republic of Korea.

<sup>2</sup> Fuentes: datos publicados e inéditos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) en Shimizu (Japón), el Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan en Taipei, Ministerio de Agricultura, República Popular de China, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Corea.

<sup>3</sup> Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

\* not available-no disponible

**TABLE 1-5b.** Annual retained catches of skipjack tuna by region, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight in metric tons with average weight data estimated by the IATTC staff. "Other" includes Costa Rica, French Polynesia, Mexico, and the USA. Data for 2000-2002 are preliminary.

**TABLA 1-5b.** Capturas retenidas anuales de atún barrilete por región, en toneladas métricas. En algunos casos los datos fueron convertidos de número de peces a peso en toneladas con datos de peso promedio estimados por el personal de la CIAT. "Otros" incluye Costa Rica, EE.UU., México, y Polinesia Francesa. Los datos de 2000-2002 son preliminares.

	EPO-OPO						Subtotal	WCPO <sup>3</sup>	Total
	Surface-Superficie <sup>1</sup>	Longline-Palangre <sup>2</sup>				Subtotal			
		JPN	KOR	TWN	Others-Otros				
1970	56,020	*	*	4	*	4	56,024	242,082	298,106
1971	104,721	*	*	*	*	*	104,721	226,371	331,092
1972	33,409	*	*	*	*	*	33,409	235,712	269,121
1973	43,954	*	*	*	*	*	43,954	326,546	370,500
1974	78,803	*	*	*	*	*	78,803	355,361	434,164
1975	123,868	*	6	*	*	6	123,874	288,511	412,385
1976	126,287	*	7	*	*	7	126,294	357,899	484,193
1977	86,337	*	12	83	*	96	86,432	404,232	490,664
1978	169,895	*	10	7	*	17	169,912	450,473	620,385
1979	132,024	*	7	4	*	11	132,035	411,304	543,339
1980	130,671	*	5	-	*	5	130,676	458,419	589,095
1981	119,606	*	9	1	*	10	119,616	438,178	557,794
1982	98,757	*	9	1	*	10	98,767	491,053	589,820
1983	58,142	*	13	-	*	13	58,155	683,404	741,559
1984	60,551	*	9	-	*	9	60,560	751,612	812,172
1985	49,460	*	12	-	*	12	49,472	604,107	653,579
1986	63,552	*	21	2	*	23	63,575	756,819	820,394
1987	62,345	*	9	3	*	12	62,357	685,917	748,274
1988	85,326	*	5	6	*	11	85,337	836,160	921,497
1989	92,374	*	2	9	*	11	92,385	814,257	906,642
1990	72,575	*	6	-	*	6	72,581	890,699	963,280
1991	63,260	*	8	2	3	13	63,273	1,128,878	1,192,151
1992	83,964	*	4	-	*	4	83,968	1,007,830	1,091,798
1993	87,357	*	4	3	*	7	87,364	907,113	994,477
1994	74,534	*	2	10	3	15	74,549	991,279	1,065,828
1995	138,239	*	2	1	6	9	138,248	1,059,366	1,197,614
1996	112,205	*	5	5	24	34	112,239	1,029,964	1,142,203
1997	161,888	20	2	70	13	105	161,993	958,297	1,120,290
1998	145,115	44	2	18	31	95	145,210	1,306,771	1,451,981
1999	266,182	47	4	21	23	95	266,277	1,163,444	1,429,721
2000	211,252	23	3	8	49	83	211,335	1,163,517	1,374,852
2001	145,626	29	0	311	22	362	145,988	1,160,767	1,306,755
2002	158,043	*	*	*	38	38	158,081	*	

<sup>1</sup> Source: Table 1-2-Fuente: Tabla 1-2

<sup>2</sup> Sources: published and unpublished data from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan, Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Ministry of Agriculture, People's Republic of China, and National Fisheries Research and Development Agency, Republic of Korea.

<sup>2</sup> Fuentes: datos publicados e inéditos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) en Shimizu (Japón), el Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan en Taipei, Ministerio de Agricultura, República Popular de China, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Corea.

<sup>3</sup> Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

\* not available-no disponible



**TABLE 1-5c.** Annual retained catches of bigeye tuna by region, in metric tons. In some cases the data were converted from numbers of fish to weight in metric tons with average weight data estimated by the IATTC staff. "Other" includes China, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, French Polynesia, Guatemala, Mexico, and the USA. Data for 2000-2002 are preliminary.

**TABLA 1-5c.** Capturas retenidas anuales de atún patudo por región, en toneladas métricas. En algunos casos se convirtieron los datos de números de peces a peso en toneladas métricas usando datos de peso promedio estimados por el personal de la CIAT "Otros" incluye China, Costa Rica, Ecuador, EE.UU., El Salvador, Guatemala, México, y Polinesia Francesa. Los datos de 2000-2002 son preliminares.

	EPO-OPO						Subtotal	WCPO <sup>3</sup>	Total
	Surface-Superficie <sup>1</sup>	Longline-Palangre <sup>2</sup>				Subtotal			
		JPN	KOR	TWN	Others-Otros				
1970	1,332	32,521	*	392	*	32,913	34,245	50,246	84,491
1971	2,566	28,871	*	329	*	29,199	31,766	34,536	66,302
1972	2,238	35,113	*	831	*	35,944	38,182	49,960	88,142
1973	1,979	49,731	*	1,312	*	51,043	53,022	37,431	90,453
1974	890	36,013	*	576	*	36,589	37,479	50,583	88,062
1975	3,723	40,726	432	432	*	41,590	45,313	57,909	103,222
1976	10,243	52,827	807	217	*	53,852	64,094	65,052	129,146
1977	7,055	70,024	2,352	211	*	72,587	79,642	65,828	145,470
1978	11,759	67,214	2,090	156	*	69,460	81,219	40,767	121,986
1979	7,532	54,377	694	234	*	55,305	62,837	66,310	129,147
1980	15,421	61,951	1,453	108	*	63,512	78,933	52,434	131,367
1981	10,091	49,970	2,135	640	*	52,745	62,836	42,362	105,198
1982	4,102	50,199	2,300	144	*	52,643	56,745	52,758	109,503
1983	3,260	57,185	2,000	163	*	59,348	62,608	48,897	111,505
1984	5,936	44,587	1,362	153	*	46,102	52,038	51,908	103,946
1985	4,532	61,627	3,696	126	*	65,449	69,981	54,639	124,620
1986	1,939	91,981	7,570	146	0	99,697	101,636	48,957	150,593
1987	776	87,913	7,182	606	1	95,702	96,478	50,794	147,272
1988	1,053	66,015	4,219	665	1	70,900	71,953	46,745	118,698
1989	1,470	67,514	2,199	1,246	*	70,959	72,429	52,561	124,990
1990	4,712	86,148	8,122	715	*	94,985	99,697	61,820	161,517
1991	3,740	85,011	15,090	1,265	7	101,373	105,113	38,268	143,381
1992	5,497	74,466	6,720	727	114	82,027	87,524	70,503	158,027
1993	8,069	63,190	6,688	237	196	70,311	78,380	50,082	128,462
1994	29,375	61,471	7,290	367	128	69,256	98,631	43,069	141,700
1995	37,328	49,016	6,592	68	246	55,922	93,250	44,422	137,672
1996	51,353	36,685	6,423	103	170	43,381	94,734	35,337	130,071
1997	51,627	40,571	6,797	131	352	47,851	99,478	59,921	159,399
1998	35,154	35,752	6,534	149	1,064	43,499	78,653	83,984	162,637
1999	40,610	22,224	6,021	292	902	29,439	70,049	84,190	154,239
2000	70,153	27,865	6,779	3,869	989	39,502	109,655	71,442	181,097
2001	42,846	36,959	10,122	*	3,478	50,559	93,405	81,392	182,867 <sup>4</sup>
2002	35,201	29,843	*	*	568	30,411	65,612	*	*

<sup>1</sup> Source: Table 1-2-Fuente: Tabla 1-2

<sup>2</sup> Sources: published and unpublished data from the National Research Institute of Far Seas Fisheries (NRIFSF), Shimizu, Japan, Institute of Oceanography, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Ministry of Agriculture, People's Republic of China, and National Fisheries Research and Development Agency, Republic of Korea.

<sup>2</sup> Fuentes: datos publicados e inéditos del Instituto Nacional de Investigación de Pesquerías de Ultramar (NRIFSF) en Shimizu (Japón), el Instituto de Oceanografía de la Universidad Nacional de Taiwan en Taipei, Ministerio de Agricultura, República Popular de China, y la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero de Corea.

<sup>3</sup> Source-Fuente: Secretariat of the Pacific Community, Ocean Fisheries Programme

<sup>4</sup> Includes 8,070 t Pacific-wide catch of vessels of Chinese Taipei-Incluye 8,070 t captura de buques de Taipei Chino del Pacifico entero

\* not available-no disponible

TABLE 1-5d. Annual retained catches of Pacific bluefin tuna, in metric tons.

TABLA 1-5d. Capturas retenidas anuales de aleta azul del Pacífico, en toneladas métricas.

	Western and central Pacific Ocean <sup>1</sup>			Eastern Pacific Ocean				Total	
	Surface	Longline	Subtotal	Surface <sup>2</sup>		Longline <sup>3</sup>	Subtotal		
	Océano Pacífico occidental y central <sup>1</sup>			Océano Pacífico oriental				Total	
	Superficie	Palangre	Subtotal	Superficie <sup>2</sup>		Palangre <sup>3</sup>	Subtotal		
				Comercial	Deportiva				
1970	7,505	1,123	8,628	3,951	15	3,966	*	3,966	12,594
1971	8,673	757	9,430	8,354	6	8,360	*	8,360	17,790
1972	7,951	724	8,675	13,335	12	13,347	*	13,347	22,022
1973	8,798	1,158	9,956	10,700	44	10,744	*	10,744	20,700
1974	14,763	3,533	18,296	5,570	47	5,617	*	5,617	23,913
1975	10,770	1,558	12,328	9,556	27	9,583	*	9,583	21,911
1976	9,186	520	9,706	10,628	17	10,645	*	10,645	20,351
1977	12,617	712	13,329	5,458	15	5,473	*	5,473	18,802
1978	21,285	1,049	22,334	5,393	4	5,397	*	5,397	27,731
1979	25,311	1,223	26,534	6,108	9	6,117	*	6,117	32,651
1980	18,372	1,170	19,542	2,933	6	2,939	*	2,939	22,481
1981	29,576	975	30,551	1,084	5	1,089	*	1,089	31,640
1982	24,095	1,056	25,151	3,145	5	3,150	*	3,150	28,301
1983	18,046	864	18,910	837	16	853	*	853	19,763
1984	10,562	831	11,393	858	23	881	*	881	12,274
1985	11,985	706	12,691	4,014	41	4,055	*	4,055	16,746
1986	14,496	319	14,815	5,079	6	5,085	*	5,085	19,900
1987	13,314	711	14,025	990	15	1,005	*	1,005	15,030
1988	7,331	349	7,680	1,421	3	1,424	*	1,424	9,104
1989	9,099	645	9,744	1,117	53	1,170	*	1,170	10,914
1990	6,294	585	6,879	1,511	31	1,542	*	1,542	8,421
1991	14,084	627	14,711	418	43	461	*	461	15,172
1992	10,221	1,037	11,258	1,929	70	1,999	9	2,008	13,266
1993	7,818	1,328	9,146	581	298	879	45	924	10,070
1994	10,964	1,697	12,661	974	88	1,062	24	1,086	13,747
1995	22,768	1,104	23,872	629	245	874	27	901	24,773
1996	10,119	1,934	12,053	8,222	37	8,259	25	8,284	20,337
1997	14,757	3,197	17,954	2,657	150	2,807	25	2,832	20,786
1998	7,357	3,170	10,527	1,826	397	2,223	54	2,277	12,804
1999	16,863	4,244	21,107	2,645	447	3,092	89	3,181	24,288
2000	17,888	3,898	21,786	3,783	344	4,127	22	4,149	25,935
2001	995	2,429	3,424	1,006	303	1,309	7	1,316	4,740
2002	*	*	*	1,770	351	2,121	*	*	*

<sup>1</sup> Sources: Report of the Second Meeting of the Pacific Bluefin Tuna Working Group of the Interim Scientific Committee (ISC) for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean

<sup>1</sup> Fuentes: Informe de la Segunda Reunión del Grupo de Trabajo sobre Aleta Azul del Pacífico del Interim Scientific Committee (ISC) for Tuna and Tuna-like Species in the North Pacific Ocean

<sup>2</sup> Source: Table 1-2

<sup>2</sup> Fuentes: Tabla 1-2

<sup>3</sup> Sources: ISC and U.S. NMFS

<sup>3</sup> Fuentes: ISC y NMFS de EE.UU.

\* not available—no disponible

**TABLE 1-5e.** 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 for the Pacific Community.

**TABLA 1-5e.** 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.

	Eastern Pacific Ocean					Western and central Pacific Ocean					Total
	Longline	Pole-and-line	Troll	Other	Subtotal	Longline	Pole-and-line	Troll	Other	Subtotal	
	Océano Pacífico occidental					Océano Pacífico oriental y central					
	Palangre	Cañero	Curricán	Otro	Subtotal	Palangre	Cañero	Curricán	Otro	Subtotal	Total
1950	*	*	32,746	*	32,746	16,740	12,863	0	5,835	35,438	68,184
1951	*	*	15,629	*	15,629	11,408	14,500	0	6,577	32,485	48,114
1952	46	*	23,843	1,373	25,262	26,687	41,787	71	391	68,936	94,198
1953	23	*	15,740	171	15,934	27,777	32,921	5	170	60,873	76,807
1954	13	*	12,246	147	12,406	20,958	28,069	0	61	49,088	61,494
1955	9	*	13,264	577	13,850	16,277	24,236	0	144	40,657	54,507
1956	7	*	18,751	482	19,240	14,340	42,810	17	57	57,224	76,464
1957	6	*	21,165	304	21,475	21,051	49,500	8	234	70,793	92,268
1958	8	*	14,855	48	14,911	18,431	22,175	74	132	40,812	55,723
1959	38	*	20,990	0	21,028	15,769	14,252	212	67	30,300	51,328
1960	15	*	20,100	557	20,672	17,358	25,156	5	212	42,731	63,403
1961	35	2,876	12,055	1,356	16,322	17,407	18,600	4	275	36,286	52,608
1962	61	1,085	19,752	1,682	22,580	15,710	8,729	1	244	24,684	47,264
1963	80	2,432	25,140	1,161	28,813	13,391	26,420	5	277	40,093	68,906
1964	46	3,411	18,388	824	22,669	15,442	23,858	3	447	39,750	62,419
1965	25	417	16,542	731	17,715	13,940	41,491	15	132	55,578	73,293
1966	82	1,600	15,333	589	17,604	25,247	22,830	44	696	48,817	66,421
1967	166	4,113	17,814	707	22,800	29,350	30,481	161	609	60,601	83,401
1968	322	4,906	20,434	951	26,613	24,348	16,597	1,028	1,376	43,349	69,962
1969	510	2,996	18,827	358	22,691	18,144	31,912	1,365	1,456	52,877	75,568
1970	469	4,416	21,032	822	26,739	17,339	24,263	390	773	42,765	69,504
1971	330	2,076	20,526	1,175	24,107	12,963	52,952	1,746	1,210	68,871	92,978
1972	445	3,750	23,600	637	28,432	15,698	60,569	3,921	1,001	81,189	109,621
1973	724	2,236	15,653	84	18,697	16,213	68,767	1,400	1,887	88,267	106,964
1974	114	4,777	20,178	94	25,163	13,874	73,564	1,331	1,265	90,034	115,197
1975	169	3,243	18,861	650	22,923	14,139	52,152	182	554	67,027	89,950
1976	193	2,705	15,905	717	19,520	17,764	85,331	278	2,487	105,860	125,380
1977	844	1,497	9,968	537	12,846	16,554	31,934	54	1,712	50,254	63,100
1978	827	950	16,613	825	19,215	12,762	59,877	23	7,223	79,885	99,100
1979	1,340	303	4,955	74	6,672	13,321	44,662	2,347	4,108	64,438	71,110
1980	1,159	382	5,421	168	7,130	14,445	46,742	2,347	4,531	68,065	75,195
1981	1,018	748	12,039	195	14,000	17,727	27,426	798	11,287	57,238	71,238
1982	812	425	3,303	278	4,818	17,007	29,614	3,410	13,632	63,663	68,481
1983	1,331	607	7,751	87	9,776	14,746	21,098	1,833	7,586	45,263	55,039
1984	2,443	1,033	8,343	1,427	13,246	13,226	26,010	1,011	17,236	57,483	70,729
1985	1,159	1,533	5,308	1,178	9,178	13,592	20,679	1,163	13,667	49,101	58,279
1986	498	432	4,282	199	5,411	12,671	16,096	456	10,710	39,933	45,344
1987	1,212	130	2,300	79	3,721	13,822	19,110	570	11,396	44,898	48,619
1988	1,160	598	4,202	89	6,049	14,026	6,216	165	18,836	39,243	45,292
1989	1,193	54	1,852	187	3,286	12,786	8,629	148	19,726	41,289	44,575
1990	1,320	115	2,440	57	3,932	14,953	8,532	465	26,098	50,048	53,980
1991	1,827	0	1,783	94	3,704	15,889	7,103	201	10,697	33,890	37,594
1992	1,528	0	4,515	74	6,117	18,200	13,888	420	16,499	49,007	55,124
1993	1,971	0	4,331	25	6,327	28,972	12,797	2,417	4,054	48,240	54,567
1994	2,703	0	9,533	357	12,593	28,086	26,389	3,601	3,094	61,170	73,763
1995	2,224	80	7,267	155	9,726	30,286	20,981	2,636	2,400	56,303	66,029
1996	2,795	0	8,195	171	11,161	36,256	20,296	12,839	1,661	71,052	82,213
1997	2,920	0	6,053	1,079	10,052	44,778	32,311	11,036	3,190	91,315	101,367
1998	2,654	0	11,748	1,290	15,692	44,946	23,005	7,136	3,078	78,165	93,857
1999	3,980	23	10,791	3,771	18,565	41,751	50,406	2,172	8,250	102,579	121,144
2000	3,348	98	10,862	1,856	16,164	39,342	21,520	3,737	3,387	67,986	84,150
2001	1,478	18	11,537	1,729	14,762	40,342	29,707	4,770	1,851	76,670	91,432
2002	639	400	12,085	2,413	15,537	40,411	29,587	1,909	1,803	73,710	89,247

\* not available--no disponible

**TABLE 1-5f.** 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 for the Pacific Community.

**TABLA 1-5f.** Capturas retenidas anuales de atún albacora del Pacífico Sur por región, en toneladas métricas. Los datos del Océano Pacífico occidental y central provienen de la Secretaría de la Comunidad del Pacífico.

	Eastern Pacific Ocean			Western and central Pacific Ocean					Total
	Longline	Troll	Subtotal	Longline	Pole-and-line	Troll	Other	Subtotal	
	Océano Pacífico occidental			Océano Pacífico oriental y central					
	Palangre	Curricán	Subtotal	Palangre	Cañero	Curricán	Otro	Subtotal	
1950	*	*	*	0	*	0	0	0	0
1951	*	*	*	0	*	0	0	0	0
1952	*	*	*	154	*	0	0	154	154
1953	*	*	*	803	*	0	0	803	803
1954	*	*	*	9,578	*	0	0	9,578	9,578
1955	89	*	89	8,536	*	0	0	8,536	8,625
1956	296	*	296	6,985	*	0	0	6,985	7,281
1957	673	*	673	8,084	*	0	0	8,084	8,757
1958	1,954	*	1,954	16,682	*	0	0	16,682	18,636
1959	2,518	*	2,518	15,323	*	0	0	15,323	17,841
1960	2,590	*	2,590	19,658	45	0	0	19,703	22,293
1961	2,741	*	2,741	21,001	0	0	0	21,001	23,742
1962	6,317	*	6,317	28,902	0	0	0	28,902	35,219
1963	13,203	*	13,203	17,892	16	0	0	17,908	31,111
1964	6,555	*	6,555	16,375	0	0	0	16,375	22,930
1965	4,130	*	4,130	21,708	0	0	0	21,708	25,838
1966	4,187	*	4,187	34,926	0	0	0	34,926	39,113
1967	7,638	*	7,638	32,680	0	5	0	32,685	40,323
1968	4,737	*	4,737	24,314	0	14	0	24,328	29,065
1969	2,205	*	2,205	22,155	0	0	0	22,155	24,360
1970	5,976	*	5,976	26,614	100	50	0	26,764	32,740
1971	7,175	*	7,175	27,533	100	0	0	27,633	34,808
1972	5,341	*	5,341	28,501	122	268	0	28,891	34,232
1973	3,844	*	3,844	33,805	141	484	0	34,430	38,274
1974	4,351	*	4,351	26,634	809	898	0	28,341	32,692
1975	1,232	*	1,232	24,899	100	646	0	25,645	26,877
1976	1,885	*	1,885	22,221	100	25	0	22,346	24,231
1977	8,474	*	8,474	26,375	100	621	0	27,096	35,570
1978	8,033	*	8,033	26,825	100	1,686	0	28,611	36,644
1979	3,193	*	3,193	25,546	100	814	0	26,460	29,653
1980	2,338	*	2,338	28,689	101	1,468	0	30,258	32,596
1981	3,470	*	3,470	29,162	0	2,085	5	31,252	34,722
1982	4,244	*	4,244	24,095	1	2,434	6	26,536	30,780
1983	3,640	*	3,640	20,663	0	744	39	21,446	25,086
1984	2,564	*	2,564	17,776	2	2,773	1,589	22,140	24,704
1985	2,636	*	2,636	24,502	0	3,253	1,937	29,692	32,328
1986	3,572	74	3,646	29,069	0	1,929	1,946	32,944	36,590
1987	7,907	188	8,095	18,970	9	1,946	930	21,855	29,950
1988	8,407	1,282	9,689	23,124	0	3,014	5,283	31,421	41,110
1989	5,649	593	6,242	16,589	0	7,777	21,968	46,334	52,576
1990	5,256	1,336	6,592	17,368	245	5,639	7,538	30,790	37,382
1991	6,217	795	7,012	18,489	14	7,010	1,489	27,002	34,014
1992	15,655	1,205	16,860	14,593	11	5,373	65	20,042	36,902
1993	10,050	35	10,085	19,937	74	4,261	70	24,342	34,427
1994	8,063	415	8,478	25,172	67	6,749	89	32,077	40,555
1995	4,600	2	4,602	21,053	139	7,706	104	29,002	33,604
1996	5,857	230	6,087	18,263	30	7,137	156	25,586	31,673
1997	8,509	609	9,118	24,180	21	4,070	133	28,404	37,522
1998	10,552	177	10,729	28,714	36	6,081	85	34,916	45,645
1999	9,907	328	10,235	29,681	138	3,063	74	32,956	43,191
2000	9,133	1,075	10,208	32,792	102	4,793	139	37,826	48,034
2001	10,691	708	11,399	39,207	37	4,859	199	44,302	55,701
2002	10,402	250	10,652	36,417	7	4,227	150	40,801	51,453

\* not available—no disponible

**TABLE 1-6.** Nominal fishing effort (E; 1000 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 1-6.** Esfuerzo de pesca nominal (E; 1000 anzuelos) y captura estimada (C; toneladas métricas) de atunes aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y albacora, por pabellón, de las principales flotas palangreras identificadas faenando en el OPO, 1970-2001.

	CHN		JPN		KOR		MEX		PYF		TWN	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C
1970	-	-	83,400	47,300	-	-	-	-	-	-	5,250	5,200
1971	-	-	66,760	37,200	-	-	-	-	-	-	8,740	8,100
1972	-	-	78,240	52,000	-	-	-	-	-	-	7,630	6,800
1973	-	-	107,230	62,500	-	-	-	-	-	-	8,010	4,500
1974	-	-	89,210	43,500	-	-	-	-	-	-	10,260	5,200
1975	-	-	86,130	51,500	6,300	600	-	-	-	-	3,780	1,600
1976	-	-	117,300	68,800	17,100	1,520	-	-	-	-	2,200	1,500
1977	-	-	132,870	83,600	43,900	4,240	-	-	-	-	12,010	7,800
1978	-	-	140,010	79,300	35,800	5,800	-	-	-	-	8,710	6,500
1979	-	-	137,770	67,900	30,400	2,070	-	-	-	-	3,140	2,300
1980	-	-	138,140	75,600	61,500	4,520	10	0	-	-	2,830	1,500
1981	-	-	131,280	59,200	44,800	5,640	20	0	-	-	6,290	3,100
1982	-	-	116,200	61,300	44,300	6,550	50	0	-	-	8,020	3,900
1983	-	-	127,180	69,500	33,400	5,540	950	50	-	-	4,690	2,200
1984	-	-	119,640	57,200	44,200	4,020	-	-	-	-	3,620	1,700
1985	-	-	106,760	74,300	53,700	9,190	180	0	-	-	3,020	1,900
1986	-	-	160,550	111,600	48,800	13,220	2,670	70	-	-	4,580	2,400
1987	-	-	188,390	104,000	29,200	11,930	4,920	270	-	-	12,980	5,400
1988	-	-	182,690	82,400	21,500	6,970	4,160	230	-	-	9,710	4,600
1989	-	-	170,370	84,900	12,700	3,420	340	10	-	-	20,340	6,000
1990	-	-	178,420	117,900	32,300	11,670	-	-	-	-	12,930	5,000
1991	-	-	200,360	112,300	58,700	20,790	-	-	-	-	17,620	5,800
1992	-	-	191,280	93,000	29,800	9,570	-	-	500	200	32,150	13,800
1993	-	-	159,960	87,900	30,800	9,630	30	0	2,605	1,300	17,730	6,400
1994	-	-	163,980	92,500	28,700	10,090	170	30	3,410	1,000	12,930	5,000
1995	-	-	129,600	69,400	30,400	9,370	190	10	3,452	800	2,910	1,600
1996	-	-	103,650	52,300	31,400	9,090	40	0	4,219	1,700	5,860	3,600
1997	-	-	96,380	59,300	26,400	9,960	-	-	5,490	2,800	8,610	5,600
1998	-	-	106,570	50,200	26,200	10,130	150	20	6,415	3,700	9,120	4,500
1999	-	-	80,960	32,900	31,700	8,500	190	10	9,190	3,300	18,050	6,700
2000	-	-	76,700	43,800	29,100	9,580	990	20	10,230	4,800	27,120	11,700
2001	13,480	5,162	99,760	53,700	43,100	14,280	860	10	11,200	5,300	-	29,400

**TABLE 1-7.** Estimates of the commercial catches, in metric tons, of billfishes in the eastern Pacific Ocean. Most of the longline-caught fish were retained, and, with the exception of swordfish and blue marlin, most of those caught by surface gear were discarded. The data for shortbill spearfish and sailfish are highly uncertain, due to the fact that data for the catches of these two species are often combined.

**TABLE 1-7.** Estimaciones de las capturas comerciales, en toneladas métricas, de peces picudos en el Océano Pacífico oriental. La mayoría del pescado capturado con palangre fue retenida, y, a excepción de pez espada y marlín azul, la mayoría de la captura de superficie descartada. Los datos de marlín trompa corta y pez vela son altamente inciertos, debido a que los datos de las dos especies son a menudo combinados.

	Swordfish			Blue marlin			Black marlin			Striped marlin			Shortbill spearfish			Sailfish			
	Longline	Surface	Palangre	Longline	Surface	Palangre	Longline	Surface	Palangre	Longline	Surface	Palangre	Longline	Surface	Palangre	Longline	Surface	Palangre	
	Pez espada			Marlín azul			Marlín negro			Marlín rayado			Marlín trompa corta			Pez vela			
Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie	Superficie	Palangre	Superficie
1970	5,209	2,639	4,126			346			10,976										
1971	2,251	366	2,832			271			10,118										
1972	2,666	691	2,653			309			7,106										
1973	4,687	2,351	3,825			460			5,277										
1974	2,908	688	2,826			303			5,402										
1975	3,065	295	2,281			245			5,429										554
1976	3,526	308	3,271			180			6,473										494
1977	4,647	452	3,106			291			3,086										753
1978	5,946	492	3,630			186			2,496										878
1979	3,081	228	4,500			284			4,123										251
1980	5,047	320	4,030			295			4,879										244
1981	5,692	385	4,453			178			4,870										379
1982	5,354	439	4,717			166			4,682										1,084
1983	5,437	580	4,432			186			4,455										889
1984	5,736	446	5,163			166			2,652										345
1985	5,638	397	3,574			121			1,592										395
1986	6,561	768	5,268			198			3,534										583
1987	8,257	1,942	6,967			307			7,533						5				651
1988	10,497	4,026	5,643			249			5,253						13				651
1989	11,232	4,744	5,297			153			3,400						0				194
1990	13,712	3,851	5,284			187			3,128						0				0
1991	16,122	3,306	6,467		81	178		58	2,906						1		1		718
1992	15,682	2,821	6,411		59	188		95	2,855						1		1		1,354
1993	11,784	2,739	6,636		60	189		64	3,398						3		0.1		2,269
1994	9,942	2,555	9,436		80	240		118	3,333						143		0.3		1,803
1995	8,052	2,098	7,369		93	136		83	3,151						156		0.5		1,406
1996	8,882	636	3,606		97	113		92	2,933						127		0.5		745
1997	14,498	994	5,673		154	146		125	3,959						164		1		1,187
1998	15,308	1,950	5,302		148	158		113	3,323						135		0.4		1,367
1999	10,124	873	3,711		194	89		141	2,434						187		0.5		1,246
2000	13,958	905	3,374		141	96		97	1,533						184		0.5		1,300
2001	15,087	4	4,054		181	99		113	1,817						188		0.3		1,326

## 1. LA PESQUERÍA DE ATUNES Y PECES PICUDOS EN EL OCÉANO PACÍFICO ORIENTAL EN 2002

1. La flota de superficie, y capturas y descargas de atunes y peces picudos .....37
2. Composición por tamaño del los atunes en la captura de superficie .....41

### 1. LA FLOTA DE SUPERFICIE, Y CAPTURAS Y DESCARGAS DE ATUNES Y PECES PICUDOS

#### 1.1 La flota de superficie

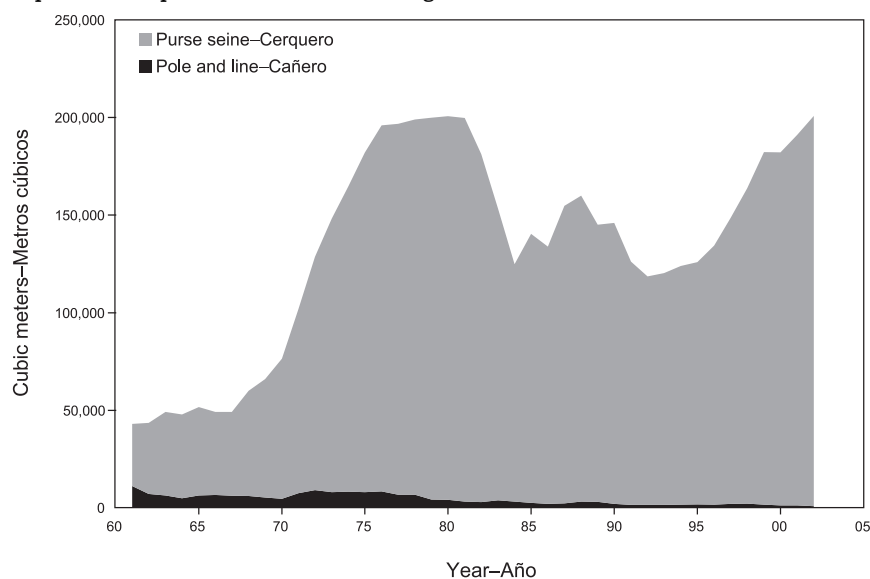
La CIAT mantiene registros detallados del arte de pesca, pabellón, y capacidad de acarreo de la mayoría de los buques que pescan atunes aleta amarilla (*Thunnus albacares*), barrilete (*Katsuwonus pelamis*), patudo (*Thunnus obesus*), y/o aleta azul del Pacífico (*T. orientalis*) con artes de superficie 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, y continuará esta actividad en el futuro. La flota aquí descrita incluye buques cerqueros y cañeros (en lo sucesivo “artes de superficie”) que pescaron estas cuatro especies de atunes 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<sup>3</sup>), 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 (metros cúbicos)	<53	53-106	107-212	213-319	320-425	>426
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 usa un factor de 1.17 para convertir la capacidad estimada en toneladas por 1.17 para convertirla a m<sup>3</sup>. 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 (figura).



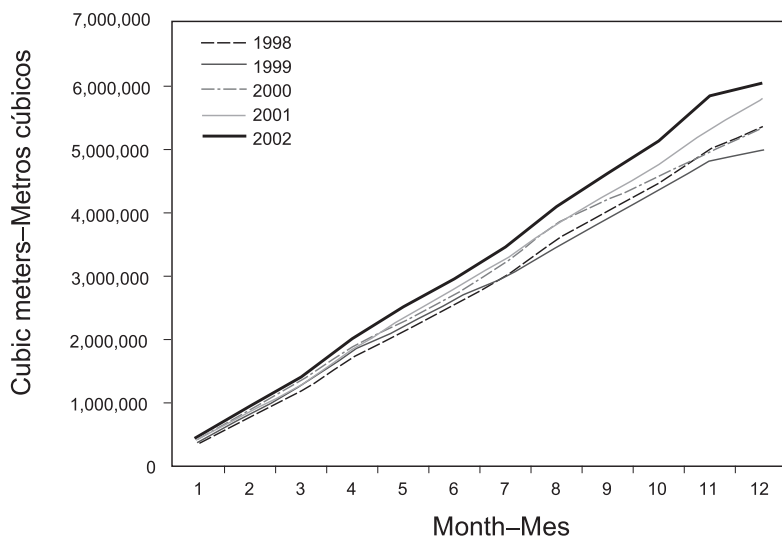
Capacidad de acarreo, en metros cúbicos de volumen de bodega, de la flota de superficie en el OPO, 1961-2002.

Hasta aproximadamente 1960 predominaron en la pesca atunera en el OPO los buques cañeros, faenando 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 2001 el número de buques cañeros se redujo de unos 93 a 10, y su volumen total disminuyó de unos 11.000 m<sup>3</sup> a unos mil. Durante el mismo período el número de cerqueros aumentó de 125 a 205, y su volumen total de bodega de unos 32.000 m<sup>3</sup> a 190.000 m<sup>3</sup>, un promedio de unos 926 m<sup>3</sup> 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<sup>3</sup>, con un promedio de unos 693 m<sup>3</sup> 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 superficie de unos 49.000 m<sup>3</sup> en 1966 a unos 196.000 m<sup>3</sup> en 1976. Entre 1976 y 1981 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 m<sup>3</sup>. 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 m<sup>3</sup> 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 2001 fue de unas 191.000 m<sup>3</sup>.

En las Tablas 1-1a y 1-1b se presentan los datos finales de 2001 y preliminares de 2002 del número y volumen total de bodega de los buques cerqueros y cañeros que pescaron atunes en el OPO. En 2002 predominaron buques de bandera mexicana y ecuatoriana, con un 24% del volumen total de bodega en 2002 cada una, mientras que buques de Venezuela, Estados Unidos, España, y Panamá formaron el 15, 7, 6, y 6% del volumen total de bodega, respectivamente.

Buques cerqueros de la Clase 6 formaron un 90% del volumen total de bodega de la flota de superficie en el OPO durante 2002. En la figura se compara la capacidad acumulativa durante 2002 con los cuatro años anteriores.



Capacidad acumulativa de la flota de superficie en el mar, por mes, 1998-2002

## 1.2. Capturas y descargas

### 1.2.1. Atunes

#### 1.2.1.a Capturas de superficie

Las estimaciones de capturas y descargas de atún provienen de varias fuentes, entre ellas los cuadernos de bitácora man-



tenidos 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 2002 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 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 1-2 se presentan estimaciones anuales de las capturas retenidas y descargadas de las varias especies de atunes capturadas por buques de la flota atunera de superficie del OPO. La tabla incluye también datos de captura de barcos de pesca deportiva de Estados Unidos y otras artes de superficie misceláneas. En el caso del aleta azul, las capturas deportivas han formado un componente cada vez más importante de la captura total en los últimos años.

La captura retenida anual media de aleta amarilla por artes de superficie durante 1987-2001 fue 268 mil toneladas métricas (t) (rango: 219 a 396 mil t); la estimación preliminar de la captura retenida de la especie en 2002, 419 mil t, es la mayor jamás registrada, y un 56% mayor que el promedio de 1987-2001. Los descartes medios de aleta amarilla en el mar por las pesquerías de superficie durante 1993-2002 se cifraron en un 2.1% (rango: 0.9 a 2.6%) de la captura total (capturas retenidas más descartes) de la especie por estas pesquerías.

La captura estimada de barrilete en 2002 fue 158 mil t, un 32% más que el promedio de 1987-2001 (120 mil t; rango: 62 a 266 mil t). Los descartes medios anuales de barrilete en el mar durante 1993-2002 se cifraron en un 11.8% (rango: 7.5 a 18.2%) de la captura total de la especie.

Antes de 1994 la captura retenida media anual de patudo en el OPO por artes de superficie fue alrededor de 5 mil t (rango: <1 a 15 mil t). Con el desarrollo de dispositivos agregadores de peces 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 un récord de 70 mil t en 2000. En 2001 la captura disminuyó a 43 mil t, y la estimación preliminar de la captura retenida en el OPO en 2002 es de 35 mil t. Los descartes medios anuales de patudo en el mar por las pesquerías de superficie durante 1993-2002 se cifraron en un 7.4% de la captura total de la especie por estas pesquerías (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 reales de patudo pequeño 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. Ya que es más común que patudo sea identificado como aleta amarilla que el contrario, 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 de superficie en el OPO, pero el aleta azul, albacora (*Thunnus alalunga*), barrilete negro (*Euthynnus lineatus*), bonito (*Sarda orientalis*), 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 2002, cantidad bien inferior al promedio de 1987-2001 de unas 8 mil t (rango: 2 a 17 mil t). En la Tabla 1-2 se presentan estimaciones de las capturas de estas especies retenidas y descartadas durante 1970-2002.

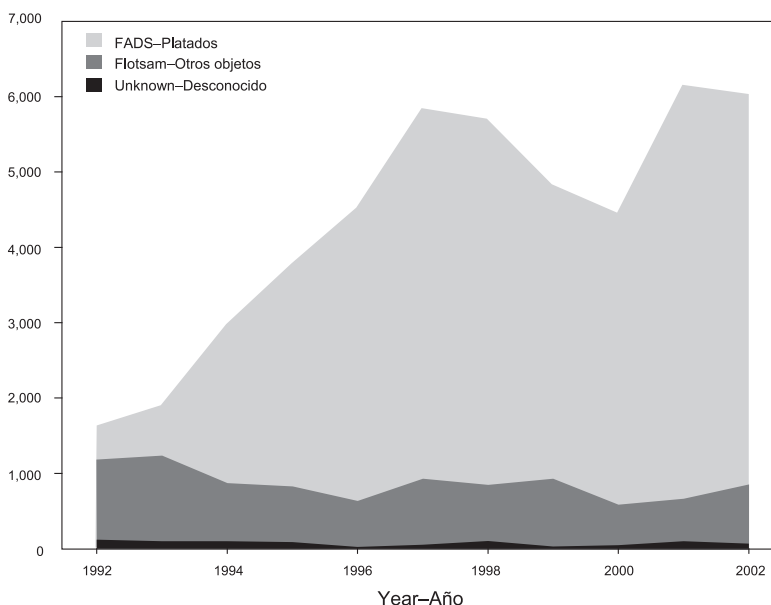
En la Tabla 1-3a se detallan las capturas retenidas, clasificadas por pabellón, y las descargas de atunes capturados con artes de superficie, clasificadas por país, en el OPO en 2001, y en la Tabla 1-3b las estimaciones preliminares correspondientes para 2002. La captura retenida estimada de todas las especies en el OPO en 2002 fue unas 616 mil t, un 5% más que las 588 mil t estimadas para 2001 y mucho más que el promedio de 1987-2001 de 421 mil t. Las flotas de México, Ecuador, y Venezuela respondieron del 25, 22, y 20%, respectivamente, de la captura retenida de todas especies en 2002. Otros países con capturas importantes fueron Colombia, España, y Panamá (5% 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 1-3b) señalan que de las 632 mil t descargadas en 2002, el 41% fue descargado en Ecuador y el 25% en México. Otros países con descargas importantes de atún capturado en el OPO incluyeron Costa Rica (6%), y Colombia y Venezuela (5% cada uno). 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 1-4 se presentan estimaciones del número de

lances cerqueros de cada tipo en el OPO durante 1978-2002 y de las capturas retenidas de esos lances. Se calcularon las estimaciones para los buques de las Clases 1 a 5 con datos de bitácora en la base de datos estadística de la CIAT, y aquéllos para los buques de la Clase 6 con datos de bitácora y de las bases de datos de observadores de la CIAT y de los programas de observadores de de CIAT, Ecuador, Estados Unidos, México, 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 2002 fue el mayor desde 1990.

Hay dos tipos de objetos flotantes, los 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 pocos años que se usan los plantados, pero su importancia ha aumentado en ese período mientras que la de los objetos "naturales" (que también incluyen desperdicios y otros objetos artificiales) ha disminuido, tal como indica la figura:



Número de lances sobre objetos flotantes por buques de Clase 6, 1993-2002

En las Figuras 1-1a, 1-2a, y 1-3a ilustran las distribuciones anuales medias de las capturas de aleta amarilla, barrilete y patudo, por tipo de lance, por buques cerqueros en el OPO registradas durante 1987-2001 (1994-2001 en el caso del patudo), y en las Figuras 1-1b, 1-2b, y 1-3b estimaciones preliminares para 2002. La distribución de las capturas de aleta amarilla y barrilete en 2002 fue similar a las de 1987-2001, aunque son evidentes ciertas diferencias. No se captura a menudo patudo con arte de superficie al norte de aproximadamente 7°N. La distribución de las capturas de la especie en 2002 fue similar a las de 1994-2001. 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, tal como indica al comparar las Figuras 1-3a y 1-3b.

### 1.2.1.b Capturas palangreras

En la Figura 1-4 se ilustra la distribución de las capturas de patudo en el Océano Pacífico durante 1990-2000, por arte de pesca (palangre, red de cerco, y otra).

Se obtienen datos de las capturas retenidas de la mayoría de los buques palangreros grandes que pescan en el OPO, y de una porción siempre mayor de los pequeños, de varias fuentes. Estos buques, y particularmente los más grandes, dirigen su esfuerzo principalmente hacia los atunes patudo y aleta amarilla. En las Tablas 1-5a-1-5f se detallan las capturas retenidas anuales de aleta amarilla, barrilete, patudo, aleta azul, y albacora en estas pesquerías, y en la Tabla 1-6 el esfuerzo de pesca y captura total de las flotas principales. Durante 1985-1999 las capturas retenidas de aleta amarilla permanecieron relativamente estables, con un promedio de unas 20 mil t (rango: 13 a 33 mil t) anuales, o un 7% de la captura retenida total de la especie. En la Figura 1-5 se ilustra la distribución de tallas de aleta amarilla en la captura palangrera japonesa. En 1986 el nivel de captura retenida de patudo aumentó significativamente, a 100 mil t, y durante 1986-1994 permaneció alta, en

promedio unas 85 mil t (rango: 70 a 101 mil t). En la Figura 1-6 se ilustra la distribución de tallas de patudo en la captura palangrera japonesa. 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 alrededor del 93% de la captura retenida de la especie en el OPO. Durante 1995-1999 la captura retenida anual de patudo por las pesquerías palangreras osciló entre unas 29 y 56 mil t (promedio: 43 mil t), nivel dentro del rango histórico previo a 1986 pero significativamente inferior a las capturas retenidas durante 1986-1994. Los buques palangreros capturan cantidades pequeñas de barrilete (Tabla 1-5b).

### 1.2.2. Peces picudos

El pez espada (*Xiphias gladius*) es pescado en el OPO con palangre y red agallera, y de vez en cuando con artes deportivas. La mayor parte de la captura comercial es retenida. Los marlín 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 1-7 se presenta información sobre las capturas comerciales e incidentales de peces picudos en el OPO.

## 2. COMPOSICIÓN POR TAMAÑO DE LOS ATUNES EN LA CAPTURA DE SUPERFICIE

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 capturados por buques cerqueros, cañeros, y deportivos en el OPO son tomadas por el personal de la CIAT en puertos de descarga en Ecuador, Estados Unidos (California y Puerto Rico), México, Panamá, y Venezuela. El muestreo de las capturas de aleta amarilla y barrilete fue iniciado en 1954, 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 1-7), con base en las evaluaciones más recientes de las poblaciones realizadas por el personal.

En este informe se presentan datos de peces capturados durante 1997-2002. 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 2002, y el segundo ilustra la captura los datos combinados del año en curso y los cinco años previos. En el caso del aleta azul, se ilustra las capturas de 1997-2002 comerciales y las deportivas combinadas. En 2002 se obtuvieron muestras de 916 bodegas (incluyendo las de barcos deportivos).

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 1-7). La última abarca todos las 13 zonas de muestreo. De las 916 bodegas muestreadas, 796 contenían aleta amarilla. En la Figura 1-8a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 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 cardúmenes no asociados en la zona Sur y en lances sobre objetos flotantes en la zona Costera en 2001 y 2002 fue mayor que en los cinco años previos. La distribución bimodal evidente en algunas de las pesquerías es más notoria en las pesquerías no asociadas y en las pesquerías sobre delfines norte y costera.

En la Figura 1-8b se ilustra la composición por talla estimada del aleta amarilla capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1997-2002. El rango de tallas del pescado es generalmente consistente (40-160 cm), pero la distribución de las tallas varía entre trimestres y entre años. El peso medio del aleta amarilla capturado durante 2001 y 2002 fue mayor que durante 1997-2000, debido probablemente a las capturas de peces grandes en las zonas sur. La distribución bimodal antes mencionada es evidente en el gráfico de 2002.

Para la evaluación de las poblaciones se definen ocho pesquerías de barrilete: cuatro de objeto flotante, dos de atunes no asociados, una de delfines, y una de caña. Las dos últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 916 bodegas muestreadas, 434 contenían barrilete. En la Figura 1-9a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2002. 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 2002 fue menor que en 2001, especialmente en las zonas norte y sur. Cantidades insignificantes de barrilete fueron capturadas en asociación con delfines y por buques cañeros.

En la Figura 1-9b se ilustra la composición por talla estimada del barrilete capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1997-2002. El peso medio del pescado capturado durante 2002 fue el más bajo desde 1997-1998. Es aparente un moda notoria de peces de menor tamaño entre 40 y 50 cm en los gráficos de 1997, 1998, y 2002.

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. Las tres últimas abarcan todas las 13 zonas de muestreo. De las 916 bodegas muestreadas, 197 contenían patudo. En la Figura 1-10a se ilustran las composiciones por talla estimadas del pescado capturado durante 2002. En 2001 y 2002, la mayoría del patudo fue 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. Fue capturada una pequeña cantidad de patudo en lances no asociados y sobre objetos flotantes en la zona costera. Al igual que para el barrilete, el peso medio del patudo capturado en lances sobre objetos flotantes fue menor en 2002. Hubo una moda de peces de menor tamaño entre 40 y 80 cm en toda la pesquería sobre objetos flotantes, pero especialmente en las zonas norte y sur. Se capturaron cantidades insignificantes de patudo en lances no asociados y sobre objetos flotantes en la zona costera. No se registró captura de patudo en lances sobre delfines o por barcos cañeros.

En la Figura 1-10b se ilustra la composición por talla estimada del patudo capturado por todas las pesquerías combinadas durante 1997-2002. El peso medio del pescado ha disminuido constantemente desde 2000, cuando se logró la mayor captura de patudo jamás registrada.

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 2002 fue capturado entre 25°N y 37°N entre mayo y octubre. La mayor parte de la captura fue lograda en julio, septiembre, y octubre en el caso de la pesquería comercial y en agosto en el caso de la pesca deportiva. Previamente se reportaban las capturas comercial y deportiva por separado, pero en 2002 se obtuvieron 44 muestras de barcos deportivos y solamente una de un buque comercial, 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 1997-2002. En la Figura 1-11 se presentan las composiciones por talla estimadas. Se asignó a la sola muestra de captura comercial una ponderación mucho mayor que a las 44 muestras deportivas combinadas porque la captura comercial fue mucho mayor que la deportiva. (Vale lo mismo para 2001, cuando hubo 3 muestras de la pesca comercial y 95 de la deportiva.)

El barrilete negro es capturado incidentalmente por pescadores que dirigen su esfuerzo hacia los atunes aleta amarilla, barrilete, y patudo. La demanda de la especie es baja, y la mayoría de la captura es desechada en el mar, pero a veces se retienen pequeñas cantidades, mezcladas con las especies más deseadas. Ya que se tomaron solamente dos muestras de barrilete negro de las 916 bodegas muestreadas durante 2002, no se presentan en este informe histogramas de frecuencia de talla para esta especie.

## 2. YELLOWFIN TUNA

An age-structured, catch-at-length analysis (A-SCALA) is used to assess yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean (EPO). The analysis method is described in IATTC Bulletin, Vol. 22, No. 5 (in press), 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 2003 differs in several aspects from that carried out in 2002. Catch, effort, and length-frequency data for the surface fisheries have been updated to include new data for 2002 and revised data for 2000 and 2001. Catch data for the Japanese longline fisheries have been updated to include new data for 2001 and updated data for 1998-2000. Catch data for the of Chinese Taipei longline fisheries have been updated for 1998, and new data for 1999 have been added. Longline effort data are based on neural-network standardization of catch per unit of effort (CPUE). Longline catch-at-length data for 1975-1980 were included. Growth is constrained to equal the prior for more ages than in the 2002 assessment. The smoothness penalties for selectivity were chosen by cross-validation. The years used to average catchability for the projections and management quantities were calculated by retrospective analysis. Iterative reweighting was used to determine the sample size for catch-at-length data in a sensitivity analysis. Diagnostics, including residual plots, correlation plots, and retrospective analysis, were carried out.

Significant levels of fishing mortality have been observed in the yellowfin tuna fishery in the EPO (Figure 2-1). 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 2-2) and exploitation have had substantial impacts on the yellowfin biomass trajectory (Figure 2-3). It appears that the yellowfin population has experienced two different productivity regimes (1975-1983 and 1984-2001), with greater recruitment during the second than the first. The two recruitment regimes (Figure 2-2) correspond to two regimes in biomass (Figure 2-3), the high-recruitment regime producing greater biomasses. The spawning biomass ratio (the ratio of spawning biomass to that for the unfished stock; SBR) of yellowfin in the EPO was below the level that will support the average maximum sustainable yields (AMSYs) during the low-recruitment regime, but above that level during the high-recruitment regime (Figure 2-4). 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 slightly below the SBR level at AMSY (Figure 2-4). However, there is substantial uncertainty in the most recent estimate of SBR, and there is a similar probability that the current SBR is above the level which would produce AMSY as there is that the current SBR is below this level. The effort levels are estimated to be less than the levels that will support 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 the AMSY (Table 2-1). 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 more than the current level and above that which will support the AMSY (Figure 2-5). 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 higher.

The analysis indicates that strong cohorts entered the fishery in 1998 through 2000 and that these cohorts increased the population biomass during 1999 and 2000. However, they have now moved through the population, so the biomass decreased in 2001 and 2002.

The overall average weights of yellowfin tuna that are caught have consistently been much less than the critical weight (36 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 (Fisheries 1-4), unassociated (Fisheries 5 and 6), and pole-and-line (Fishery 10) fisheries capture younger, smaller fish than do the dolphin-associated (Fisheries 7-9) and longline (Fisheries 11 and 12) fisheries. The longline fisheries and the purse-seine sets in the southern area on yellowfin associated with dolphins (Fishery 9) capture older, larger yellowfin than do the coastal (Fishery 8) and northern (Fishery 7) dolphin-associated fisheries. The AMSY calculations indicate that the yield levels could be considerably increased if the fishing effort were directed toward 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.

Moderate changes in the level of surface fishing effort are predicted to affect the SBR, the total catch of the longline fleet,

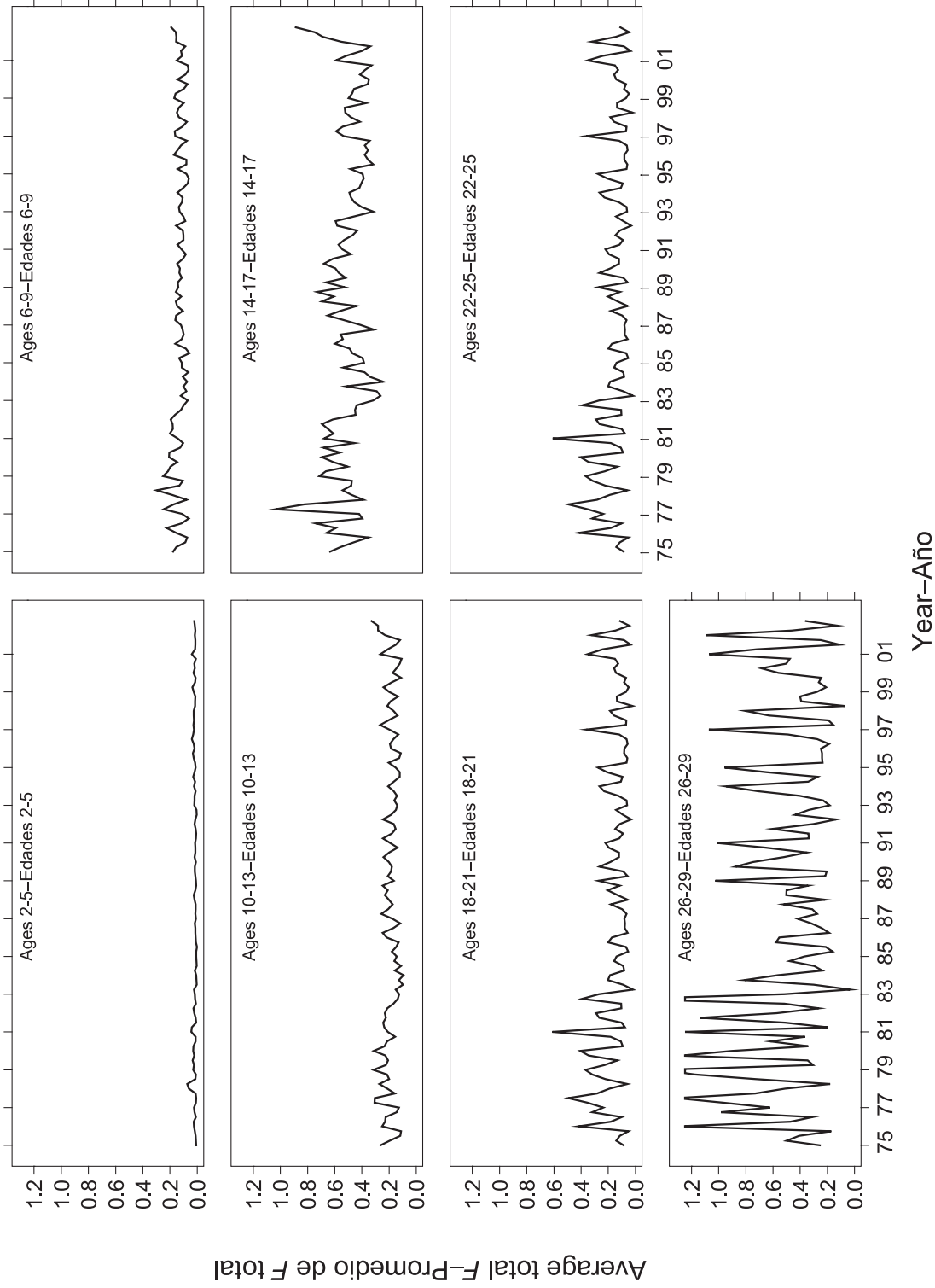
and the average weight of fish in the catch from all fisheries combined. These changes are larger than the changes caused by recent regulations. Increasing the level of surface fishing effort to 125% of its recent average is predicted to decrease the SBR, average weight of fish in the combined catch, and total catch taken by the longline fleet compared to predictions using average effort. Reducing the level of surface fishing effort to 75% of its recent average would have the opposite effects. The catch from surface fisheries would increase only slightly with a 25% increase in the level of surface fishing effort, but would decrease moderately with a 25% decrease in that level. Avoiding the capture of unmarketable yellowfin tuna around floating objects, particularly FADs, would not significantly affect the SBRs and catches, but would moderately increase the average weight of the fish caught. There is a large amount of uncertainty in the future predictions of catch and SBR.

A sensitivity analysis was carried out to determine 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 AMSY (Table 2-1); however the yield at this effort level is 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 1999-2002 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 the 2002 assessment estimates that the biomass increased in 2000, whereas the earlier assessments estimated a decline. In addition, SBR and the SBR required to produce AMSY have increased compared to the earlier assessments 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.

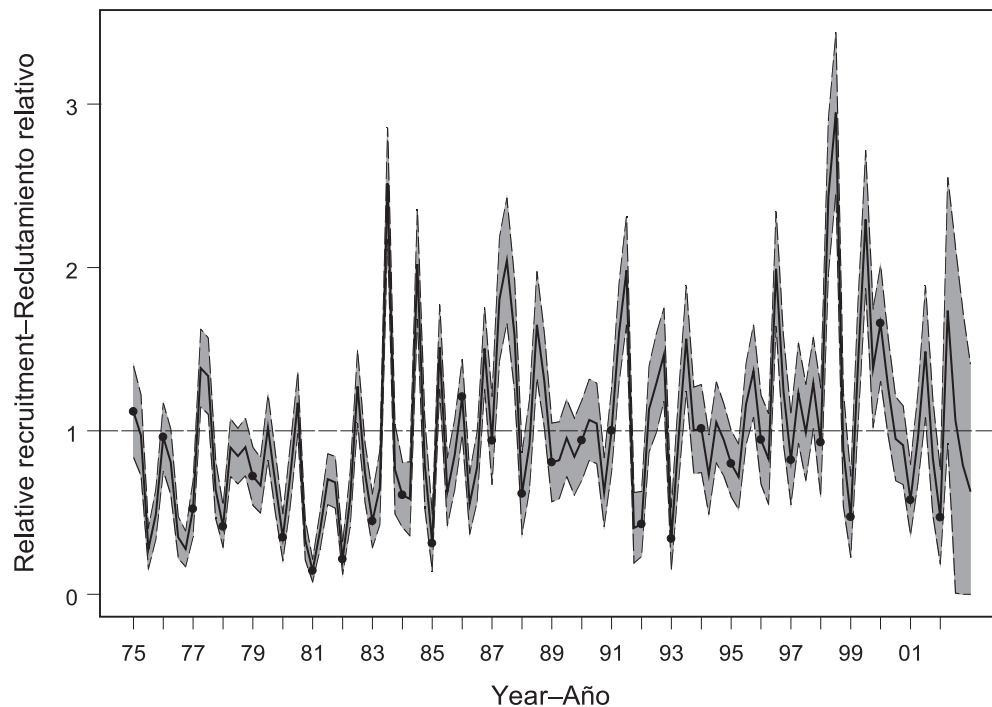
### Summary

- ♦ The results are similar to those of the previous three assessments, except that SBR at  $SBR_{AMSY}$  is similar only to that of the last assessment;
- ♦ The biomass is estimated to have declined in 2002;
- ♦ There is uncertainty about recent and future recruitment and biomass levels;
- ♦ The current SBR is about equal to that required to produce AMSY;
- ♦ The current fishing mortality rates are less than those required to produce AMSY;
- ♦ The average weight of a yellowfin in the catch is much less than the critical weight, and increasing the average weight could substantially increase AMSY;
- ♦ There have been two different productivity regimes, and the levels of AMSY and the biomass required to produce AMSY may differ between the regimes;
- ♦ The results are sensitive to the assumption about the stock-recruitment relationship.



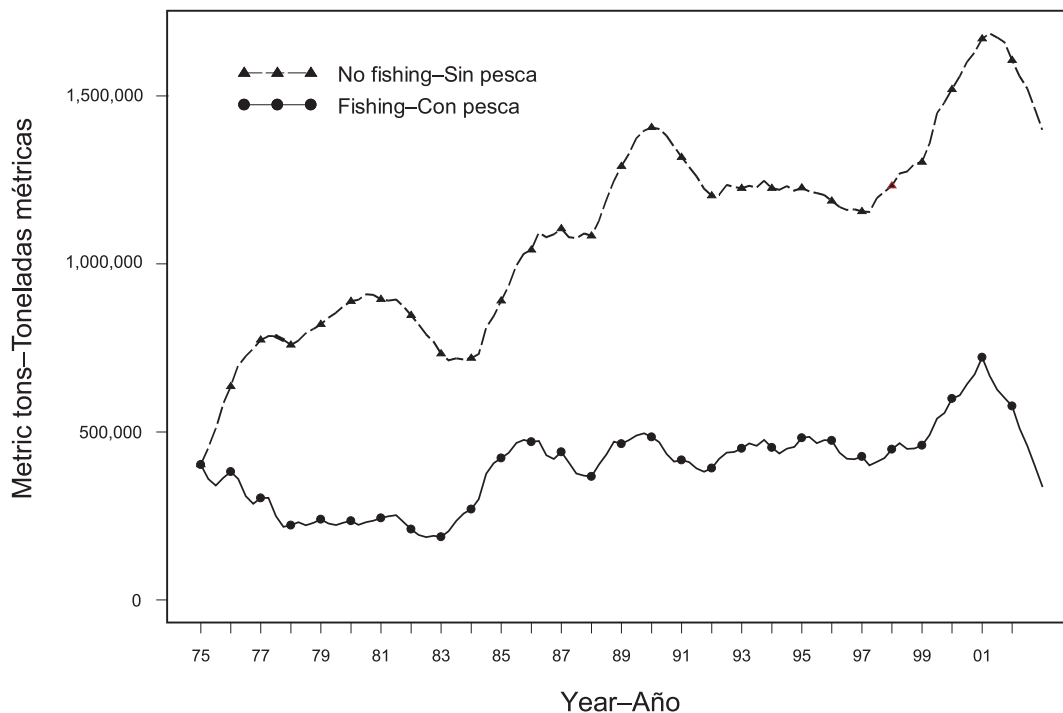
**FIGURE 2-1.** Time series of average total quarterly fishing mortality of yellowfin tuna recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of four quarterly fishing mortality vectors that affected the fish of the age range indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper-left panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 2-5 quarters old.

**FIGURA 2-1.** 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 peces de entre 2 y 5 trimestres de edad.



**FIGURE 2-2.** Estimated recruitment of yellowfin tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the average recruitment is equal to 1.0. The bold line illustrates the maximum likelihood estimates of recruitment, and the thin lines indicate 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.

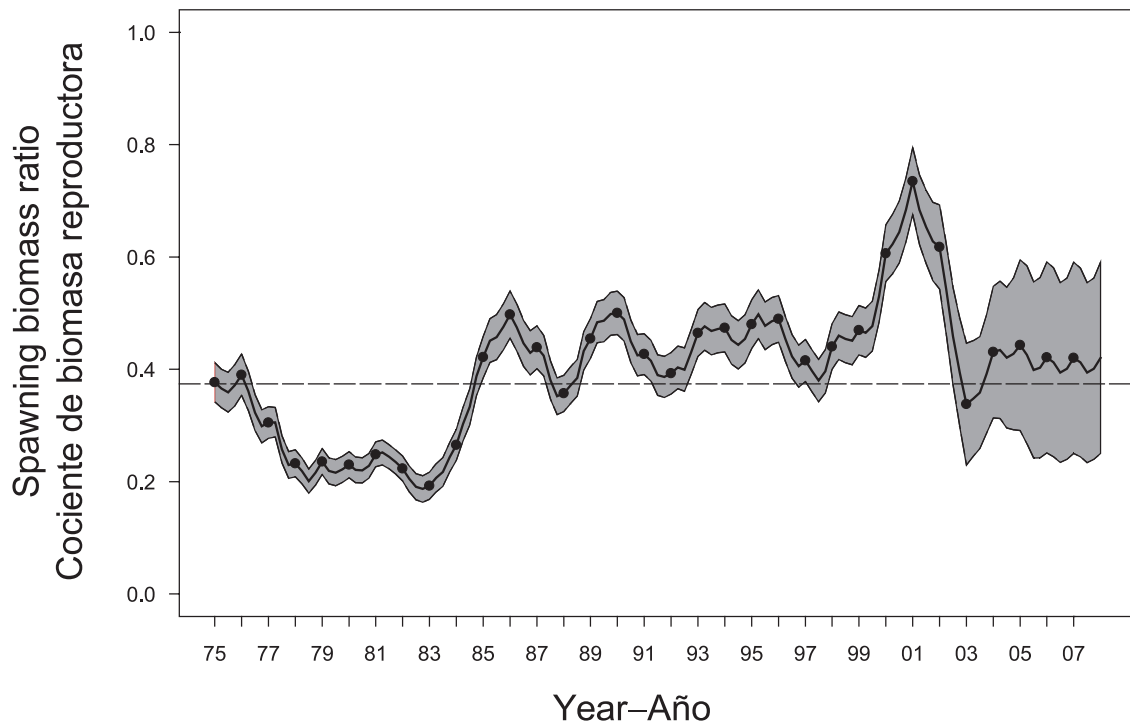
**FIGURA 2-2.** Reclutamiento estimado de atún aleta amarilla a las pesquerías del OPO. Se escalan las estimaciones para que el reclutamiento medio equivalga a 1,0. La línea gruesa ilustra las estimaciones de probabilidad máxima del reclutamiento, y las líneas delgadas los intervalos de confianza de 95% aproximados de las 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 2-3.** Biomass trajectory of a simulated population of yellowfin tuna that was not exploited during 1975-2002 (“no fishing”) and that predicted by the stock assessment model (“fishing”).

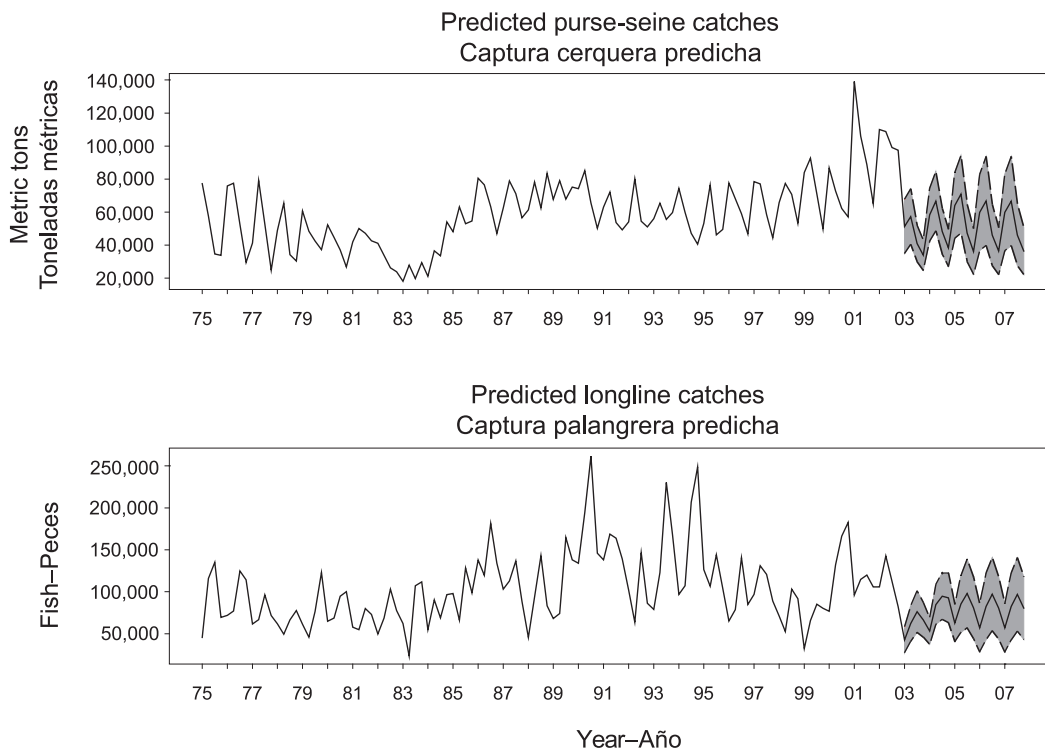
**FIGURA 2-3.** Trayectoria de biomasa de una población simulada de atún aleta amarilla no explotada durante 1975-2002 (“sin pesca”) y la predicha por el modelo de evaluación (“con pesca”).





**FIGURE 2-4.** SBRs projected during 2003-2007 for yellowfin tuna in the EPO by the likelihood profile approximation method. The dashed horizontal line (at 0.37) identifies  $SBR_{AMS}$ .

**FIGURA 2-4.** SBR proyectados durante 2003-2007 para el atún aleta amarilla en el OPO por el método de aproximación de perfil de verosimilitud. La línea de trazos horizontal (en 0.37) identifica  $SBR_{RPM}$ .



**FIGURE 2-5.** Simulated catches of yellowfin tuna taken by the primary surface fleet (Fisheries 1-10; top panel) and the the longline fleet (Fisheries 11 and 12, bottom panel) during 2003-2007 using the likelihood profile method.

**FIGURA 2-5.** Capturas simuladas de atún aleta amarilla por la flota primaria de superficie (Pesquerías 1-10, recuadro superior) y la flota palangrera (Pesquerías 11 y 12, recuadro inferior) durante 2003-2007, usando el método de aproximación de perfil de verosimilitud.

TABLE 2-1. AMSY and related quantities for the base case and the stock-recruitment relationship sensitivity analysis.

TABLA 2-1. RMSP y cantidades relacionadas para el caso base y el análisis de sensibilidad a la relación población-reclutamiento.

	Base case	Steepness = 0.75	Iterative reweighting
	Caso base	Inclinación = 0,75	Reponderación iterativa
AMSY-RPMS	254,723	266,371	250,750
$B_{ms2} - B_{rm2}$	381,775	502,129	377,686
$S_{ms2} - S_{rm2}$	6,010	7,946	5,990
$C_{2002}/AMSY - C_{2002}/RPMS$	1.72	1.64	1.76
$B_{2003}/B_{AMSY} - B_{2003}/B_{RPMS}$	0.89	0.70	0.74
$S_{2003}/S_{AMSY} - S_{2003}/S_{RPMS}$	0.89	0.70	0.74
$S_{AMSY}/S_{F=0} - S_{RPMS}/S_{F=0}$	0.37	0.41	0.38
$F$ multiplier-Multiplicador de $F$	1.20	0.89	1.36

	2002 selectivity smoothness weighting factors	Species composition- based catches
	Factores de ponderación de suavidad de selectividad de 2002	Capturas basadas en composición por especies
AMSY-RPMS	254,334	253,594
$B_{ms2} - B_{rm2}$	379,826	379,913
$S_{ms2} - S_{rm2}$	5,965	5,983
$C_{2002}/AMSY - C_{2002}/RPMS$	1.72	1.63
$B_{2003}/B_{AMSY} - B_{2003}/B_{RPMS}$	0.86	0.87
$S_{2003}/S_{AMSY} - S_{2003}/S_{RPMS}$	0.87	0.87
$S_{AMSY}/S_{F=0} - S_{RPMS}/S_{F=0}$	0.37	0.38
$F$ multiplier-Multiplicador de $F$	1.18	1.20

## 2. ATÚN ALETA AMARILLA

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 aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental (OPO). Se describe el método analítico en el Boletín de la CIAT, Vol. 22, No. 5 (en prensa), 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 2003 es diferente en varios aspectos de aquella realizada en 2002. Se actualizaron los datos de captura, esfuerzo, y frecuencia de talla para las pesquerías de superficie para incluir datos nuevos de 2002 y datos revisados de 2000 y 2001. Se actualizaron los datos de captura para las pesquerías palangreras japonesas para incluir datos nuevos de 2001 y datos actualizados de 1998-2000. Se actualizaron los datos de captura de 1998 para las pesquerías palangreras de Taipei Chino y se añadieron nuevos datos para 1999. Los datos de esfuerzo palangrero se basan en una estandarización de red neuronal de captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Se incluyeron datos de 1975-1980 de captura palangrera a talla. Se constriñe el crecimiento para equivaler a la distribución previa para más edades que en la evaluación de 2002. Se seleccionaron las penalidades de suavidad para selectividad con validación cruzada. Los años usados para promediar la capturabilidad media para las proyecciones y las cantidades de ordenación fueron calculados con un análisis retrospectivo. Se usó una reponderación iterativa para determinar el tamaño de la muestra para los datos de captura a edad en un análisis de sensibilidad. Se realizaron diagnósticos incluyendo gráficos de residuales, gráficos de correlación, y análisis retrospectivo.

Se han observado niveles significativos de mortalidad por pesca en la pesquería de aleta amarilla en el OPO (Figura 2-1). Fueron máximos para peces de edad mediana (excepto las estimaciones de los peces de mayor edad, un artefacto del modelo). Tanto el reclutamiento (Figura 2-2) como la explotación han ejercido impactos sustanciales sobre la trayectoria de la biomasa de la especie (Figura 2-3). Parece que la población de aleta amarilla ha experimentado dos regímenes de productividad distintos (1975-1983 y 1984-2001) con reclutamiento mayor en el segundo que en el primero. Estos dos regímenes (Figura 2-2) corresponden a dos regímenes en biomasa (Figura 2-3), el régimen con reclutamiento mayor produjo biomasa 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 soportaría 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 2-4). 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 ligeramente inferior al nivel de SBR en RMSP (Figura 2-4). Sin embargo, hay una incertidumbre sustancial en la estimación más reciente de SBR y la probabilidad de que el SBR actual esté por encima del nivel que produciría el RMSP es similar a la que esté por debajo del mismo.

Se estima que los niveles de esfuerzo están por debajo de los niveles que soportarían 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 2-1). 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 al que soportará el RMSP (Figura 2-5). 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.

El análisis indica que cohortes fuertes ingresaron a la pesquería durante 1998-2000 y que estas cohortes incrementaron la biomasa de la población durante 1999 y 2000, pero ya pasaron por la población, y la biomasa disminuyó en 2001 y 2002.

El peso medio de los aletas amarillas en la captura ha sido siempre muy inferior al peso crítico (36 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 (Pesquerías 1-4), no asociadas (Pesquerías 5 y 6), y cañera (Pesquería 10) capturan peces más jóvenes y pequeños que las pesquerías asociadas con delfines (Pesquerías 7-9) y palangreras (Pesquerías 11 y 12). En las pesquerías palangreras y en los lances sobre delfines en la zona Sur (Pesquería 9) se capturan aletas amarillas de mayor edad y tamaño que en las pesquerías sobre delfines Costera (Pesquería 8) y Norte (Pesquería 7). Los cálculos de RMSP indican que se podrían incrementar considerablemente los niveles de rendimiento si se dirigiera el esfuerzo de pesca hacia las pesquerías que capturan aleta amarilla más cercano al peso crítico (la palangrera y la cerquera sobre aleta amarilla aso-

ciado con delfines, particularmente en la zona Sur). Esto aumentaría también los niveles de SBR.

Se predice que cambios moderados en el nivel de esfuerzo de pesca de superficie afectarían el SBR, la captura total de la flota palangrera, y el peso medio del pescado en la captura de todas las pesquerías combinadas. Estos cambios son más grandes que los que causaron los reglamentos recientes. Aumentar el nivel de esfuerzo de pesca al 125% de su promedio reciente reduciría el SBR, el peso medio del pescado en la captura combinada, y la captura total de la flota palangrera con respecto a las predicciones basadas en esfuerzo promedio. Reducir el nivel de esfuerzo de pesca de superficie al 75% de su promedio reciente ejercería los efectos contrarios. La captura de las pesquerías de superficie aumentaría sólo ligeramente con un aumento de 25% en el nivel del esfuerzo de pesca de superficie, y disminuiría moderadamente con una disminución de 25% en dicho nivel. Evitar la captura de atún aleta amarilla sin valor comercial sobre objetos flotantes, particularmente plantados, no afectaría de forma significativa los SBR y las capturas, pero incrementaría moderadamente el peso medio del pescado capturado. Hay una gran cantidad de incertidumbre en las predicciones futuras de captura y SBR.

Se realizó un análisis de sensibilidad para determinar 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 2-1); sin embargo, el rendimiento en este nivel de esfuerzo es 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 1999-2002.

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 y la de 2002 estiman que la biomasa aumentó en 2000, mientras que las previas estimaron una disminución. Además, el SBR y el SBR necesario para producir el RMSP han aumentado con respecto a las evaluaciones previas 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

- ♦ Los resultados son similares a los de las tres evaluaciones previas, excepto que el SBR en  $SBR_{RMSP}$  es similar a aquél de la última evaluación solamente;
- ♦ Se estima que la biomasa disminuyó en 2002;
- ♦ Existe incertidumbre acerca de los niveles recientes y futuros de reclutamiento y biomasa;
- ♦ El SBR actual es aproximadamente igual a aquél necesario para producir el RMSP;
- ♦ Las tasas actuales de mortalidad por pesca son inferiores a las necesarias para producir el RMSP;
- ♦ El peso medio de un aleta amarilla en la captura es muy inferior al peso crítico, y aumentar el peso medio podría incrementar sustancialmente el RMSP;
- ♦ 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;
- ♦ Los resultados son sensibles al supuesto acerca de la relación población-reclutamiento.

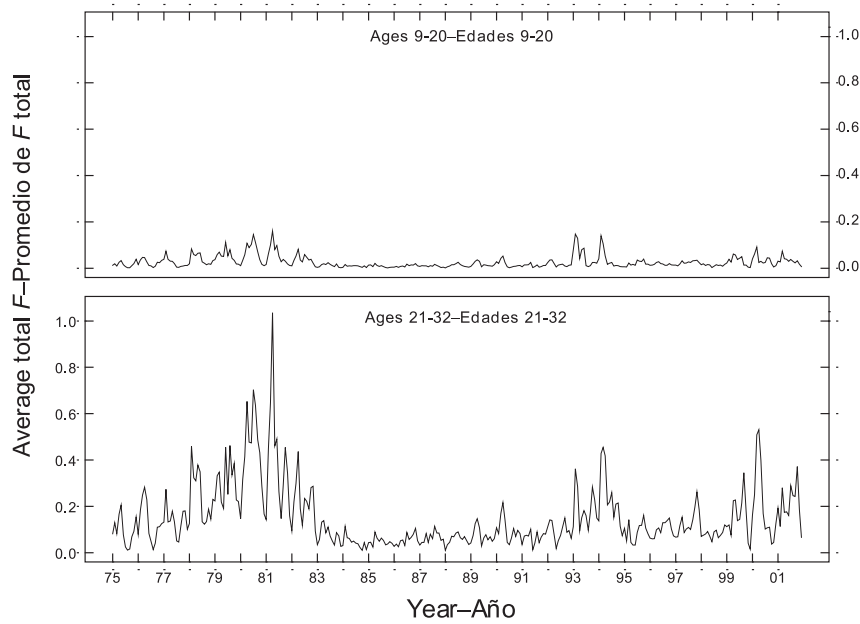
### 3. SKIPJACK TUNA

An age-structured, catch-at-length analysis (A-SCALA) is used to assess skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern Pacific Ocean (EPO). The analysis method is described in IATTC Bulletin, Vol 22, No. 5 (in press), and readers are referred to that report for technical details. The assessment was carried out in 2002, and no new analysis was carried out in 2003. 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. Several assumptions regarding processes such as growth, recruitment, movement, natural mortality, fishing mortality, and stock structure have also been made. Environmental influences on recruitment have been investigated. The assessment is still considered preliminary because 1) it is not known if catch per day of fishing is proportional to abundance for the purse-seine fisheries, 2) it is possible that there is a population of large skipjack that is invulnerable to the fisheries, 3) stock structure in relation to the EPO and western and central Pacific stocks is uncertain, and 4) estimates of absolute biomass for 2002 differ by more than an order of magnitude from those of 2001.

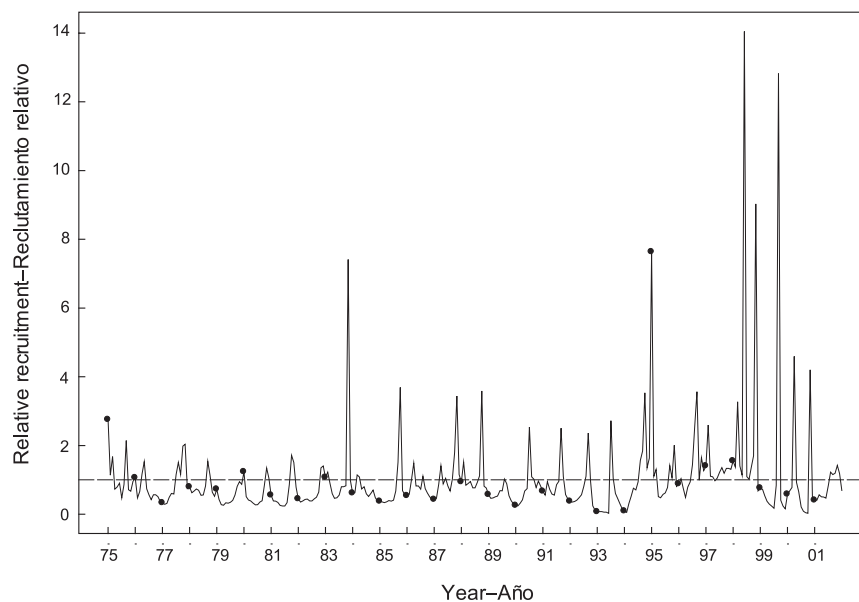
Estimates from tagging data (Figure 3-1) indicate that the rate of fishing mortality is about the same or less than the rate of natural mortality. The recruitment of skipjack tuna to the fisheries in the EPO is variable (Figure 3-2). Biomass fluctuates mainly in response to the variations in recruitment, except for the low biomass levels in the early 1980s that were estimated to be a consequence of high fishing mortality rates (Figure 3-3).

The analysis indicates that a group of very strong cohorts entered the fishery in 1998-1999, and that these cohorts increased the biomass and catches during 1999 and 2000 (Figure 3-2). There is also an indication that the most recent recruitments have been low, which may lead to lower biomasses (Figure 3-3) 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 (the ratio of the spawning biomass to the spawning biomass of the unexploited stock; SBR) for skipjack tuna in the EPO (Figure 3-4). In 2002 the SBR was at a low level (about 0.23). AMSY and yield-per-recruit calculations estimate that maximum yields are achieved with infinite fishing mortality because the critical weight is less than the average weight at recruitment to the main fisheries. However, this is uncertain because of uncertainties in the estimates of natural mortality and growth.

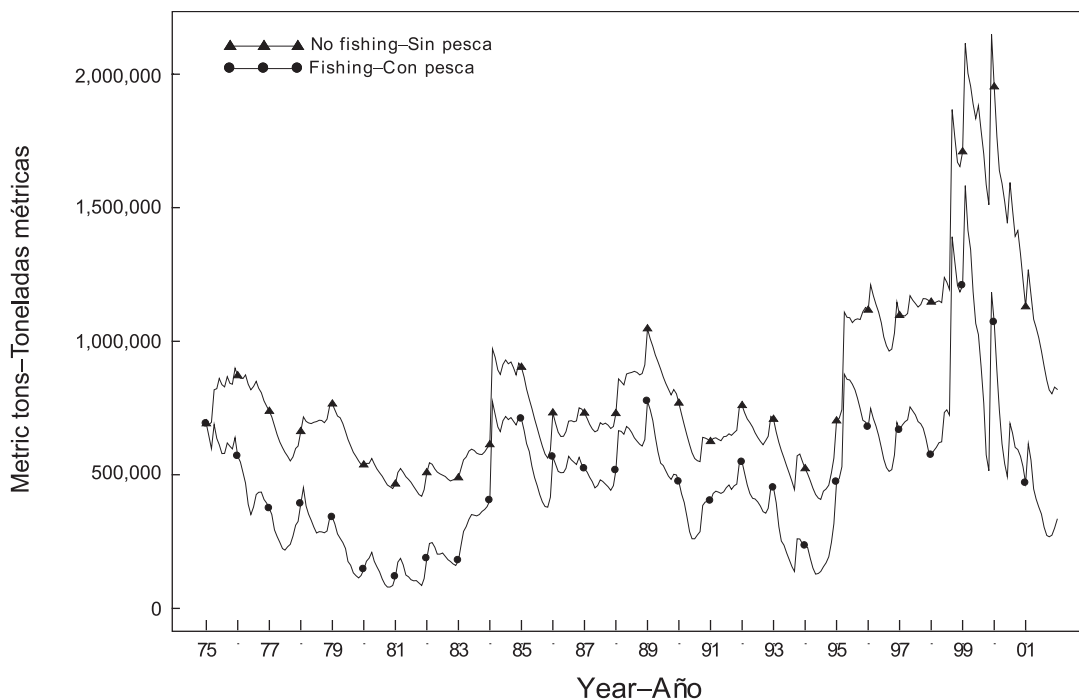


**FIGURE 3-1.** Time series of average total monthly fishing mortality of skipjack tuna recruited to the fisheries of the EPO, from the monotonic selectivity assessment. Each panel illustrates an average of 12 monthly fishing mortality vectors that affected fish of the age range indicated in the title 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 3-1.** Series de tiempo de la mortalidad por pesca mensual total media de atún barrilete reclutado a las pesquerías del OPO, de la evaluación de selectividad no monotónica. 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.



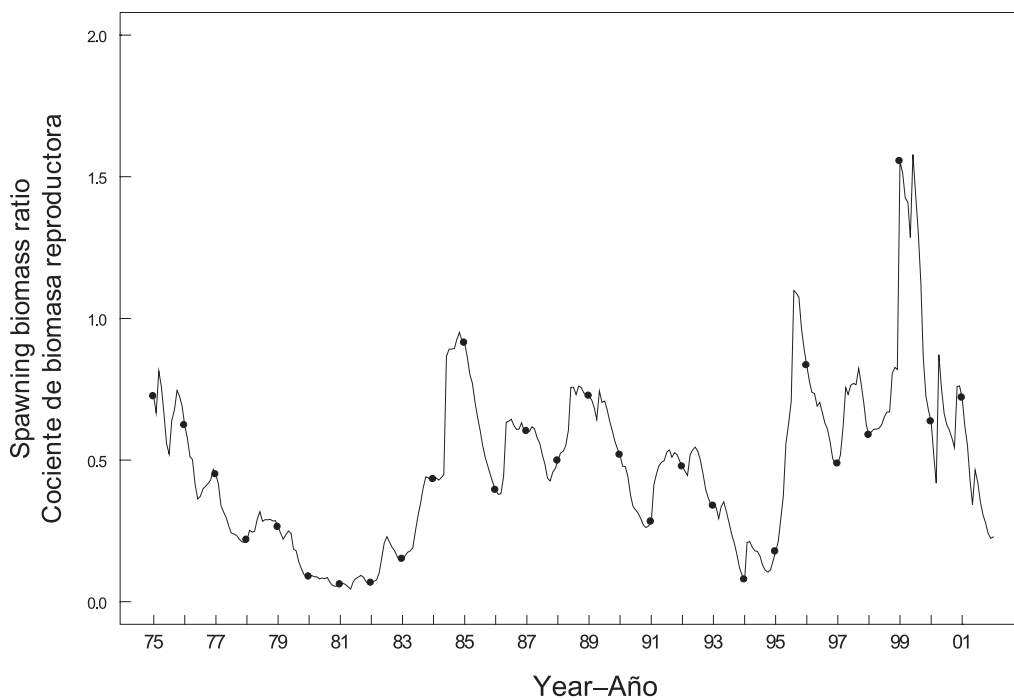
**FIGURE 3-2.** Estimated recruitment of skipjack tuna to the fisheries of the EPO from the monotonic selectivity assessment. The estimates are scaled so that the average recruitment is equal to 1.0. The solid line illustrates the maximum-likelihood estimates of recruitment, and the dashed lines the 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 3-2.** Reclutamiento estimado de atún barrilete a las pesquerías del OPO, de la evaluación de selectividad monotónica. 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 la línea de trazos 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 3-3.** Biomass trajectory of a simulated population of skipjack tuna that was not exploited during 1975-2002 (“no fishing”) and that predicted by the stock assessment model (“fishing”) from the monotonic selectivity stock assessment.

**FIGURA 3-3.** Trayectoria de la biomasa de una población simulada de barrilete no explotada durante 1975-2002 (“sin pesca”) y la que predice el modelo de evaluación (“con pesca”), de la evaluación de selectividad monotónica.



**FIGURE 3-4.** Estimated time series of spawning biomass ratios (SBRs) for skipjack tuna in the EPO, from the monotonic selectivity assessment.

**FIGURA 3-4.** Series de tiempo estimadas de los cocientes de biomasa reproductora (SBR) de atún barrilete en el OPO, de la evaluación de selectividad monotónica.

### 3. 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 (en prensa), y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho trabajo informe. La evaluación fue realizada en 2002 y no se llevó a cabo un nuevo análisis en 2003. 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. Se investigaron influencias ambientales sobre el reclutamiento. La evaluación es considerada todavía preliminar porque (1) se ignora si la captura por día de pesca es proporcional a la abundancia para la pesca con red de cerco, (2) es posible que exista una población de barrilete grande invulnerable a la pesca, (3) existe incertidumbre acerca de la estructura de la población en relación con las poblaciones del Pacífico occidental y central, y (4) las estimaciones de biomasa absoluta de 2002 son diferentes por más de una orden de magnitud de las de 2001.

Estimaciones basadas en datos de mercado (Figura 3-1) indican que la tasa de mortalidad por pesca es aproximadamente igual a o menor que la tasa de mortalidad natural. El reclutamiento de barrilete a las pesquerías en el OPO es variable (Figura 3-2). La biomasa fluctúa principalmente en reacción a variaciones en el reclutamiento, con la excepción de los niveles de biomasa bajos a principios de la década de los 1980, considerados consecuencia de tasas elevadas de mortalidad por pesca (Figura 3-3).

El análisis indica que un grupo de cohortes muy fuertes ingresó a la pesquería en 1998-1999 y que esas cohortes incrementaron la biomasa y las capturas durante 1999 y 2000 (Figura 3-2). Hay también una indicación de que los reclutamientos más recientes fueron muy bajos, llevando quizá a biomاسas y capturas reducidas (Figura 3-3). Sin embargo, 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 3-4). En 2002 el SBR estuvo en un nivel bajo (aproximadamente 0,23). Las estimaciones del RMSF 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 las pesquerías principales, pero esto no es seguro debido a incertidumbres en las estimaciones de mortalidad natural y crecimiento.



#### 4. 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 (in press), and readers are referred to that report for technical details. The version of A-SCALA was similar to that used for the previous assessment with modifications to one of the assumptions. A-SCALA now allows missing values in environmental indices thought to be related to recruitment.

There are several other changes between this assessment and that for 2001, including: extending the model back to 1975, revising inputs for many biological parameters (*e.g.* maturity, natural mortality, fecundity, and sex ratios), using species composition estimates of catch from the purse-seine fisheries, incorporating new and updated data from the purse-seine fisheries and for the longline fisheries of China, Chinese Taipei, Japan, and Korea, calculating standardized CPUE for longline fisheries using a neural network, changing the selectivity smoothness penalties, and changing the years assumed for catchability and fishing mortality for projections and yield calculations<sup>1</sup>.

Various sensitivity analyses were performed, including the incorporation of a stock-recruitment relationship, replacing the species composition estimates of purse-seine catches with the unloading estimates used in previous assessments, replacing the neural network-standardized CPUE with the habitat-standardized CPUE used in the previous assessment, and replacing the assumed sample sizes for the length-frequency data with estimates of the effective sample size calculated with an iterative procedure<sup>2</sup>.

Two alternative scenarios were considered to assess the sensitivity of yield estimates and reference points to the period assumed to represent current (and future) fishing mortality and catchability. In the base case, estimates of fishing mortality and catchability (plus effort deviates) for 2000 and 2001 were used in projections and yield calculations. For sensitivity, fishing mortality and catchability from 1999 and 2000 were compared with those from 2001 and 2002.

There have been important changes in the amount of fishing mortality caused by the fisheries that catch bigeye tuna in the EPO. On average, the fishing mortality on bigeye less than about 20 quarters old has increased substantially since 1993, and that on fish more than about 24 quarters old has remained relatively constant (Figure 4-1). 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 that (1) 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 mechanisms that explain variation in recruitment have not been identified. Nevertheless, the abundance of bigeye tuna being recruited to the fisheries in the EPO 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, and 1995-1997 (Figure 4-2).

However, the lower confidence bounds of these estimates were greater than the estimate of virgin recruitment only for 1994 and 1997. An above-average cohort is estimated for the first quarter of 2001, but this estimate is uncertain. Second, recruitment has been much less than average for most of the recent period from the second quarter of 1998 to the end of 2000, and the upper confidence bounds of many of these recruitment estimates are below the virgin recruitment (Figure 4-2). Evidence for these low recruitments comes from the decreased CPUEs achieved by some of the floating-object fisheries, discard records collected by observers, length-frequency data, and poor environmental conditions for recruitment. The extended sequence of low recruitments is important because it is 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 below the level that would support 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 2003 (Figure 4-3). There has been an accelerated decline in biomass since the small peak in 2000.

<sup>1</sup> The analyses described here were undertaken after the meeting of the Scientific Working Group in May 2003, as the data were not available before then. The group believed that it was necessary to undertake the analyses with these new data, as they may impact the assessment.

<sup>2</sup> There was insufficient time to repeat this analysis with the revised longline data. However, this sensitivity was examined with the older data set. The results, which were somewhat more pessimistic than those of the base case, did not seem to be realistic, but warrant further examination in the future.

The estimates of recruitment and biomass are sensitive both to the way in which the assessment model is parameterized and to the data that are included in the assessment. Including the unloading estimates of purse-seine catches reduced the estimates of biomass and recruitment. However, including a stock-recruitment relationship did not change the estimates of biomass or recruitment. Estimated biomass was greater when the habitat-standardized CPUE was included, but the biomass trajectories were generally similar. In general, the results of the sensitivity analysis and those of previous assessments support the view that the base case estimates of absolute biomass and recruitment are uncertain.

At the beginning of January 2003, the spawning biomass of bigeye tuna in the EPO was beginning to decline from a recent high level (Figure 4-4). At that time the SBR was about 0.30, about 62% greater than the level that would be expected to produce the AMSY, with lower and upper confidence limits ( $\pm 2$  standard deviations) of about 0.19 and 0.40. The estimate of the lower confidence bound is above the estimate of  $SBR_{AMSY}$  (0.18), suggesting that, at the start of January 2003, the spawning biomass of bigeye in the EPO was greater than the level that is required to produce the AMSY.

Estimates of the average SBR projected to occur during 2003-2007 indicate that the SBR is likely to reach an historic low level in 2006, and remain below the level required to produce the AMSY until 2007, and probably after that (Figure 4-4). This decline is likely to occur regardless of environmental conditions and the amounts of fishing that occur in the near future because the projected estimates of SBR are driven by the small cohorts that were produced during 1998-2000.

The average weight of fish in the catch of all fisheries combined has been below the critical weight (about 54.7 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 about 17 kg, while the average weight of longline fish is about 55 kg.

The distribution of effort among fishing methods affects both the equilibrium yield per recruit and the equilibrium yield. When floating-object fisheries take a large proportion of the total catch, the maximum possible yield per recruit is less than that when longline catches are dominant. Also, if longline catches are dominant, the maximum yield per recruit (or a value close to it) can be obtained over a wide range of fishing effort. When floating-object fisheries take a large proportion of the total catch, a more narrow range of fishing effort provides a yield per recruit that is close to the maximum. When floating-object fisheries take a large proportion of the total catch, and a stock-recruitment relationship exists, extremely large amounts of fishing effort would cause the population to crash. When longline catches are dominant, the population can sustain substantially greater fishing effort.

Recent catches are estimated to have been about 35% above the AMSY level (Table 4-1). If fishing mortality is proportional to fishing effort, and the current patterns of age-specific selectivity are maintained, the level of fishing effort that is estimated to produce AMSY is about 84% of the current level of effort. Decreasing the effort to 84% of its present level would increase the long-term average yield by only 1%, but would increase the spawning potential of the stock by about 22%. The catch of bigeye by the surface fleet may be determined largely by the strength of cohorts recruited to the fishery. Thus, the catches of bigeye taken by the surface fleet will probably decline when the large cohorts recruited during 1995-1998 are no longer vulnerable to the surface fisheries. 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 close to the critical size.

With the exception of the sensitivity to steepness, analyses suggest that at the start of 2003 the spawning biomass was above the level that would be present if the stock were producing the AMSY (Table 4-1). 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.

The small cohorts of bigeye that were apparently recruited to the fisheries in the EPO during 1998-2000 should cause the SBR to decrease throughout 2003 and to be substantially less than  $SBR_{AMSY}$ . The spawning biomass of bigeye in the EPO should decline to historically low levels, and then continue to decline further. This decline is predicted to occur regardless of the amount of fishing effort and the environmental conditions that occur in the near future. The SBR is projected to further decrease during 2004-2006.

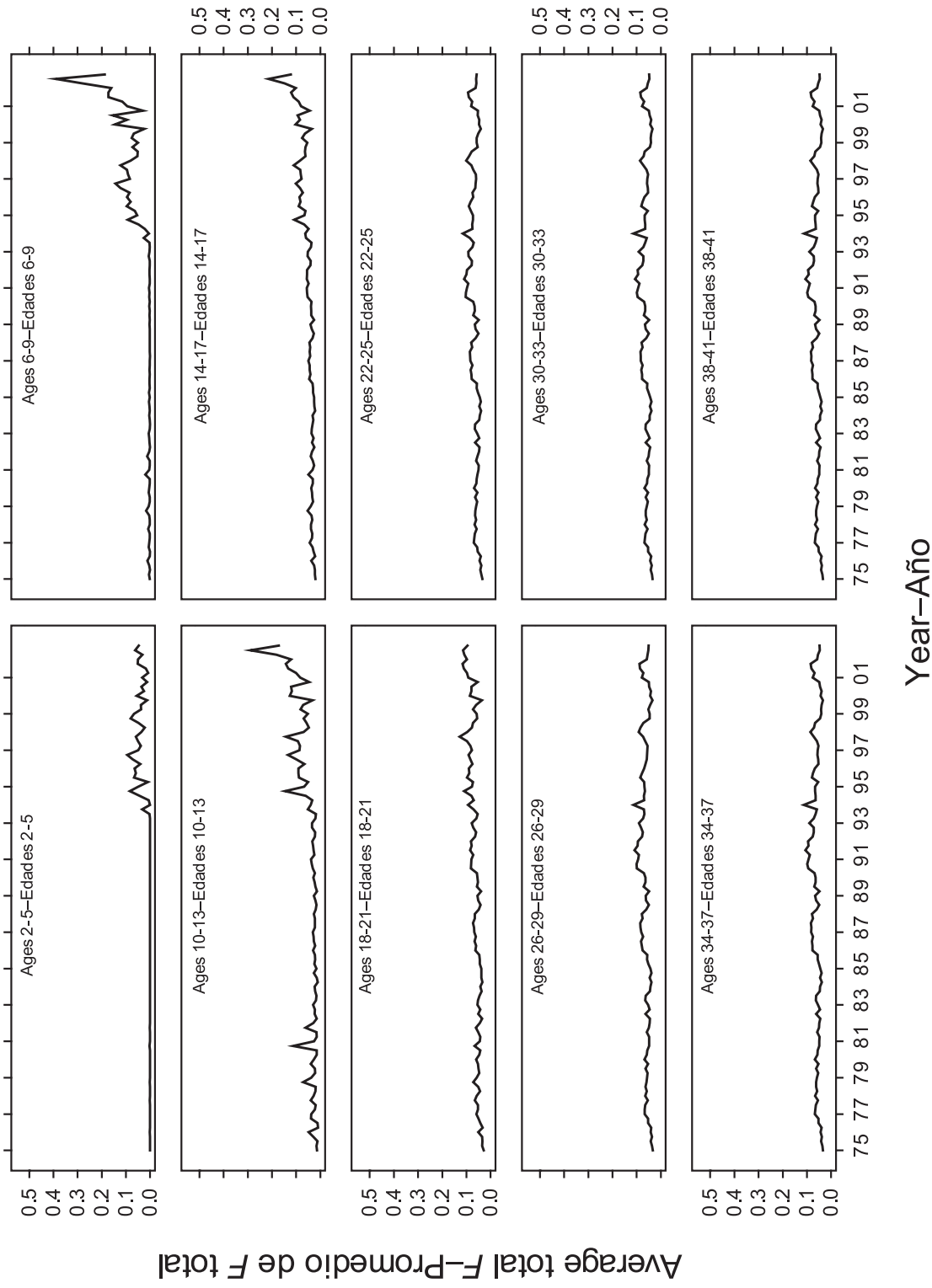
Preventing the discards of small bigeye from catches taken around floating objects (or ensuring that discarded fish survive) would increase the SBR, the yield per recruit, the catch taken by the surface fleet, and the catch taken by the longline fleet. Thus, any measure that effectively reduces the mortality of bigeye that are about 2-5 quarters old may help to achieve a variety of management objectives. Reducing future purse-seine effort by 25% is predicted to increase spawning biomass, mean weight of the catch, and longline catches, while only slightly reducing purse-seine catches. Conversely,

increasing purse-seine effort by 25% will further decrease spawning biomass, mean weight of the catch, and longline catches. Reducing future longline effort by 25% is projected to have greater short-term (less than three years) benefits in increases in spawning biomass than reducing purse-seine effort, but after five years the benefits of reducing purse-seine effort will be three times those of reducing longline effort.

The sensitivity analysis indicates that, if fishing mortality rates continue at their recent (2001 and 2002) levels, longline catches and SBR will decrease to extremely low levels. As the base case does not include a stock-recruitment relationship, recruitment will not decline, so purse-seine catches are predicted to stay at moderate levels (Figure 4-5).

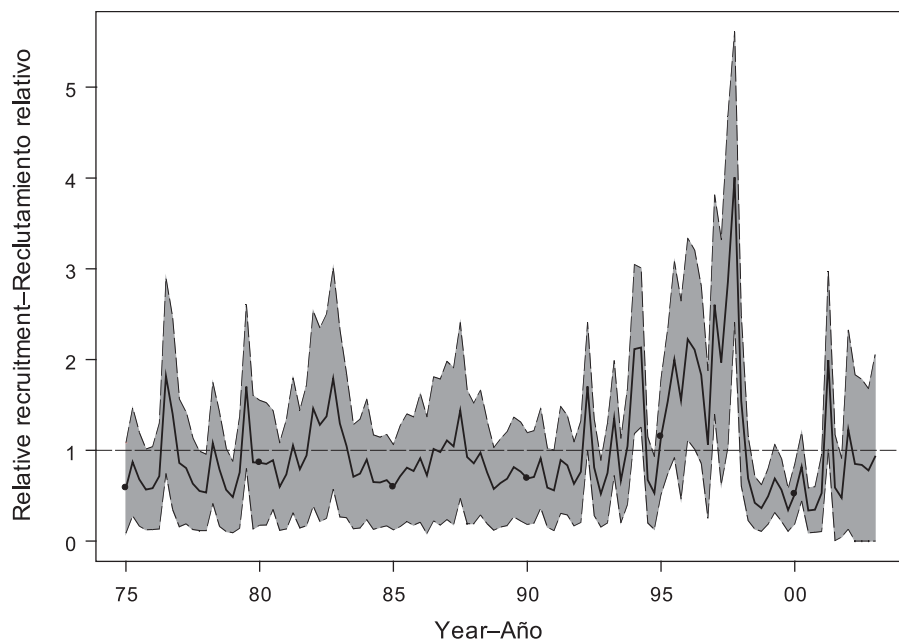
**Summary:**

- ♦ Almost all cohorts since 1998 have been below average.
- ♦ As a consequence, total biomass and spawning biomass will decrease in the future below the lowest levels observed during the period modelled (1975-2003).
- ♦ The current status and future projections are more pessimistic if a stock-recruitment relationship ( $h = 0.75$ ) exists.
- ♦ These conclusions are robust to alternative model and data formulations.



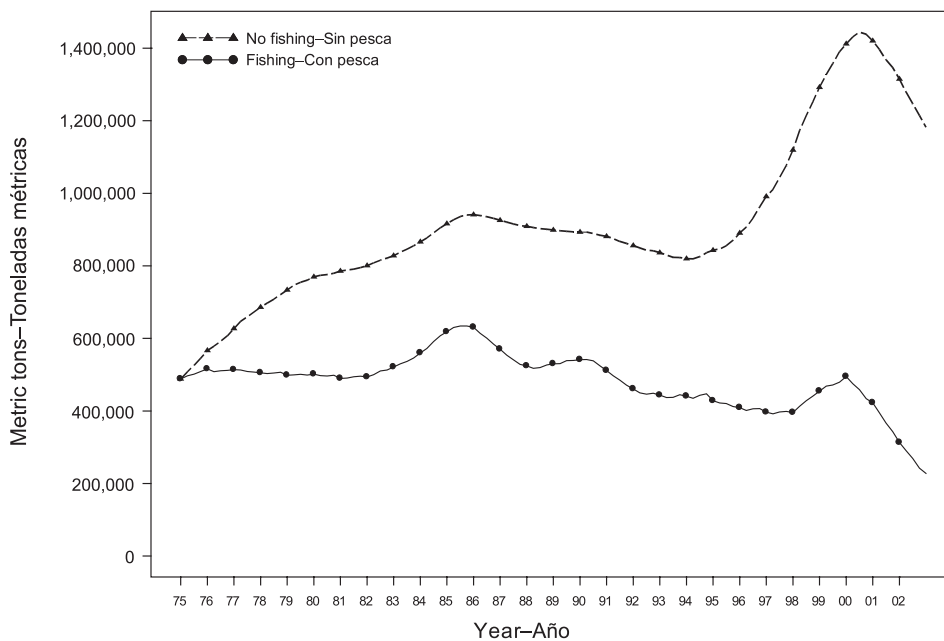
**FIGURE 4-1.** Time series of average total quarterly fishing mortality on bigeye tuna recruited to the fisheries of the EPO. Each panel illustrates an average of four quarterly fishing mortality vectors that affected the fish in the age range indicated in the title of each panel. For example, the trend illustrated in the upper-left panel is an average of the fishing mortalities that affected fish that were 2-5 quarters old.

**FIGURA 4-1.** 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.



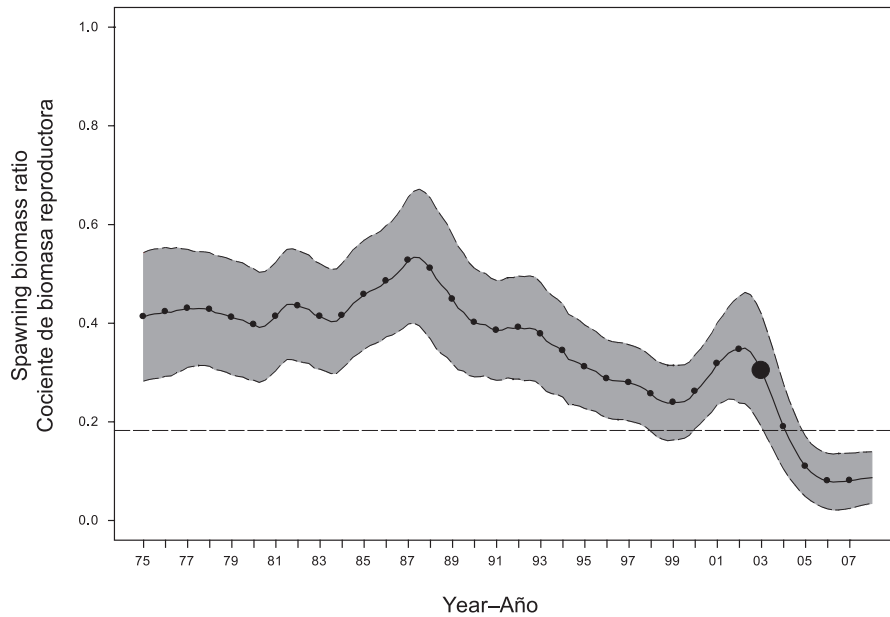
**FIGURE 4-2.** Estimated recruitment of bigeye tuna to the fisheries of the EPO. The estimates are scaled so that the estimate of virgin recruitment is equal to 1.0. The bold line illustrates the maximum likelihood estimates of recruitment, and the thin lines are confidence intervals ( $\pm 2$  standard deviations) 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 4-2.** 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 las líneas delgadas representan los intervalos de confianza ( $\pm 2$  desviaciones estándar) alrededor 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.



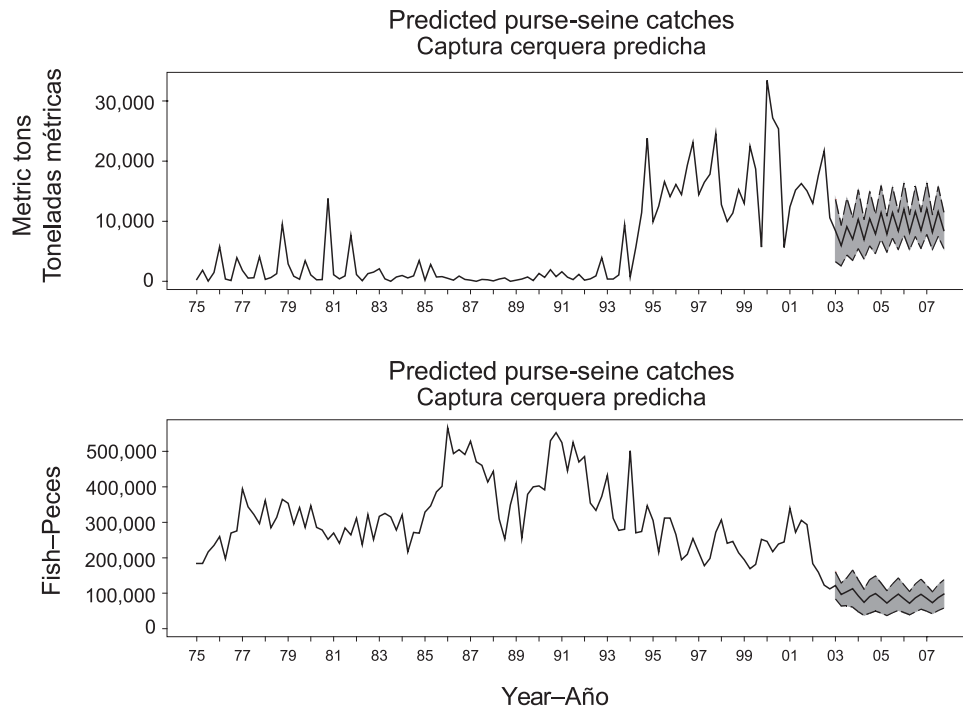
**FIGURE 4-3.** Biomass trajectory of a simulated population of bigeye tuna that was not exploited during January 1975 through December 2002 (“no fishing”) and that predicted by the stock assessment model (“fishing”).

**FIGURA 4-3.** Trayectoria de biomasa de una población simulada de atún patudo no explotada entre enero de 1975 a diciembre de 2002 (“sin pesca”) y la predicha por el modelo de evaluación (“con pesca”).



**FIGURE 4-4.** Estimated time series of spawning biomass ratios (SBRs) for bigeye tuna in the EPO. The dashed horizontal line (at about 0.18) identifies the SBR at AMSY. The solid lines illustrate the maximum likelihood estimates, and the dashed lines are confidence intervals ( $\pm 2$  standard deviations) around those estimates. The dashed line continuing the SBR trend indicates the SBR predicted to occur if effort continues at the average of that observed in 2001 and 2002, catchability (with effort deviates) continues at the average for 2000 and 2001, and average environmental conditions occur during the next five years.

**FIGURA 4-4.** 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 0.18) identifica el SBR en RMSF. Las líneas sólidas ilustran las estimaciones de verosimilitud máxima, y las líneas de trazos representan los intervalos de confianza ( $\pm 2$  desviaciones estándar) alrededor de esas estimaciones. La línea de trazos que extiende la tendencia del SBR indica el SBR medio predicho si el esfuerzo sigue en el promedio de los niveles observados en 2001 y 2002, la capturabilidad (con desviaciones del esfuerzo) sigue en el promedio de 2000 y 2001, y ocurren condiciones ambientales medias durante los próximos cinco años.



**FIGURE 4-5.** Predicted catches for the surface (Fisheries 2, 3, 4, 5, and 7) and longline (Fisheries 8 and 9) fisheries based on average effort for 2002 and 2001 and average catchability for 2000 and 2001. Predictions were undertaken using the likelihood profile method. The shaded areas represent 95% confidence intervals for the predictions of future catches.

**FIGURA 4-5.** Capturas predichas para las pesquerías de superficie (Pesquerías 2, 3, 4, 5, y 7) y palangreras (Pesquerías 8 y 9), basadas en el esfuerzo promedio de 2002 y 2001 y la capturabilidad promedio de 2000 y 2001. 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.

**TABLE 4-1.** Estimates of the AMSY and its associated quantities for the base case and sensitivity analyses. All analyses are based on average fishing mortality for 2000 and 2001.  $B_{\text{recent}}$  and  $B_{\text{AMSY}}$  are defined as the biomass of bigeye 1+ years old at the start of 2003 and at AMSY, respectively, and  $S_{\text{recent}}$  and  $S_{\text{AMSY}}$  are defined as indices of spawning biomass (therefore, they are not in metric tons).  $C_{\text{recent}}$  is the estimated total catch in 2002. HBS stands for habitat-based stratification.

**TABLA 4-1.** Estimaciones del RMSP y sus valores asociados para el caso base y análisis de sensibilidad. Todos los análisis se basan en la mortalidad por pesca media de 2000 y 2001. Se definen  $B_{\text{recent}}$  y  $B_{\text{RMSP}}$  como la biomasa de patuda de edad 1+ años al principio de 2003 y en RMSP, respectivamente, y  $S_{\text{recent}}$  y  $S_{\text{RMSP}}$  como índices de biomasa reproductora (y por lo tanto no se expresan en toneladas métricas).  $C_{\text{recent}}$  es la captura total estimada en 2002. HBS significa estratificación basada en hábitat.

	<b>Base case</b>	<b>Steepness = 0.75</b>	<b>Purse-seine unloading data</b>	<b>HBS CPUE</b>
	<b>Caso base</b>	<b>Inclinación = 0,75</b>	<b>Datos de descargas cerqueras</b>	<b>CPUE HBS</b>
AMSY–RMSP	77,199	72,928	71,690	77,463
$B_{\text{AMSY}}-B_{\text{RMSP}}$	278,386	444,107	256,313	286,227
$S_{\text{AMSY}}-S_{\text{RMSP}}$	32,338	63,606	29,362	34,090
$B_{\text{AMSY}}/B_0-B_{\text{RMSP}}/B_0$	0.28	0.37	0.30	0.28
$S_{\text{AMSY}}/S_0-S_{\text{RMSP}}/S_0$	0.18	0.29	0.19	0.18
$C_{\text{recent}}/\text{AMSY}-C_{\text{recent}}/\text{RMSP}$	1.35	1.43	1.14	1.34
$B_{\text{recent}}/B_{\text{AMSY}}-B_{\text{recent}}/B_{\text{RMSP}}$	0.82	0.59	0.95	1.09
$S_{\text{recent}}/S_{\text{AMSY}}-S_{\text{recent}}/S_{\text{RMSP}}$	1.62	0.90	1.74	2.22
$F$ multiplier–Multiplicador de $F$	0.84	0.54	0.91	0.98

#### 4. 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 (en prensa), y se refiere a los lectores a los detalles técnicos en dicho informe. La versión de A-SCALA es similar a la que se usó para la evaluación previa, con modificaciones de uno de los supuestos. A-SCALA ahora permite que falten valores en índices ambientales que se cree están relacionados con reclutamiento.

Hay varios otros cambios entre esta evaluación y aquella realizada para 2001, entre ellos: extender el modelo hasta 1975, modificar los insumos para muchos parámetros biológicos (por ejemplo, madurez, mortalidad natural, fecundidad, y proporciones de sexos), usar estimaciones de captura de las pesquerías de cerco basadas en composición por especies, incorporar datos nuevos y actualizados de las pesquerías cerqueras y para las pesquerías palangreras de China, Corea, Japón, y Taipei Chino, calcular CPUE estandarizada para las pesquerías palangreras usando una red neuronal, cambiar las penalidades por suavidad de selectividad, y cambiar los años supuestos para capturabilidad y mortalidad por pesca para las proyecciones y cálculos de rendimiento .

Se realizaron varios análisis de sensibilidad, incluyendo la incorporación de una relación población-reclutamiento, reemplazar las estimaciones de captura de las pesquerías de cerco basadas en composición por especies con las estimaciones de descargas usadas en evaluaciones previas, reemplazar la CPUE estandarizada con redes neuronales con la CPUE estandarizada por hábitat usada en la evaluación previa, y reemplazar el tamaño de muestras supuesto para los datos de frecuencia de talla con estimaciones del tamaño de muestra efectivo calculadas con un procedimiento iterativo .

Se consideraran dos escenarios alternativos para evaluar la sensibilidad de las estimaciones de rendimiento y puntos de referencia al período que se supone representa la mortalidad por pesca y capturabilidad actuales (y futuras). En el caso base, se usaron estimaciones de la mortalidad por pesca y capturabilidad (más desviaciones del esfuerzo) para 2000 y 2001 en proyecciones y cálculos de rendimiento. Para sensibilidad, se compararon la mortalidad por pesca y capturabilidad de 1999 y 2000 con aquéllas de 2001 y 2002.

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 4-1). 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) que 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 los mecanismos que expliquen la variación en el reclutamiento. No obstante, la abundancia de la especie reclutada a las pesquerías en el OPO 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 biomásas 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, y 1995-1997 (Figura 4-2), pero los límites inferiores de confianza de estas estimaciones fueron mayores que el reclutamiento virgen estimado en 1994 y 1997 solamente. Se estima una cohorte superior al promedio para el primer trimestre de 2001, pero esta estimación es incierta. En segundo lugar, el reclutamiento ha estado muy por debajo del promedio durante la mayor parte del período desde el segundo trimestre de 1998 hasta el fin de 2000, y los límites superiores de confianza de muchas de estas estimaciones de reclutamiento están por debajo del reclutamiento virgen (Figura 4-2). Evidencia de estos reclutamientos bajos proviene de la disminución de las CPUE logradas por algunas de las pesquerías sobre objetos flotantes, registros de descartes recabados por observadores, datos de frecuencia de talla, y condiciones ambientales poco favorables para el reclutamiento. Esta secuencia extendida de reclutamientos bajos es importante porque es probable que produzca 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

<sup>1</sup> Estos análisis fueron realizados después de la reunión del Grupo de Trabajo Científico en mayo de 2003, ya que no se dispuso de los datos antes de la misma. El grupo opinó que era necesario realizarlos con los nuevos datos porque podrían afectar la evaluación.

<sup>2</sup> No hubo suficiente tiempo para repetir este análisis con los datos de palangre modificados, pero se examinó esta sensibilidad con los datos viejos. Los resultados, algo más pesimistas que aquéllos del caso base, no parecían realistas, pero merecen mayor análisis en el futuro.



período de explotación al que se acumularía en ausencia de pesca) estará por debajo del nivel que soportaría el 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 2003 (Figura 4-3). Ha ocurrido una disminución acelerada de la biomasa desde el pico pequeño en 2000.

Las estimaciones de reclutamiento y biomasa son sensibles tanto a la forma en que se parametriza el modelo de evaluación como a los datos que se incluyen en la evaluación. La inclusión de estimaciones de las capturas cerqueras basadas en descargas redujo las estimaciones de biomasa y reclutamiento, pero la inclusión de una relación población-reclutamiento no cambió estas estimaciones.

La biomasa estimada fue mayor cuando se incluyó la CPUE estandarizada por hábitat, pero las trayectorias de la biomasa fueron generalmente similares. En general, los resultados de los análisis de sensibilidad y de evaluaciones previas respaldan la opinión que las estimaciones de biomasa absoluta y reclutamiento del caso base son inciertas.

Al principio de enero de 2003, la biomasa reproductora de atún patudo en el OPO estaba comenzando a disminuir de un nivel alto reciente (Figura 4-4). En ese momento el SBR era aproximadamente 0.30, un 62% mayor que el nivel que se esperaría producir el RMSP, con límites de confianza superior e inferior ( $\pm 2$  desviaciones estándar) de aproximadamente 0.19 y 0.40. La estimación del límite de confianza inferior está por encima de la estimación de  $SBR_{RMSP}$  (0.18), sugiriendo que, al principio de enero de 2003, la biomasa reproductora de patudo en el OPO fue probablemente mayor que el nivel necesario para producir el RMSP.

Estimaciones del SBR medio que se proyecta ocurrirá durante 2003-2007 indican que es probable que el SBR alcance un nivel bajo histórico en 2006 y permanezca por debajo del nivel necesario para producir el RMSP hasta 2007 y probablemente más allá (Figura 4-4). Es probable que ocurra esta disminución independientemente de las condiciones ambientales y el nivel de pesca que ocurra en el futuro cercano porque las estimaciones proyectadas del SBR son impulsadas por las cohortes pequeñas producidas durante 1998-2000.

El peso promedio del pescado en la captura de todas las pesquerías combinadas ha estado por debajo del peso crítico (unos 54.7 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 unos 17 kg, y el del pescado capturado con palangre unos 55 kg.

La distribución del esfuerzo entre los métodos de pesca afecta tanto el rendimiento por recluta de equilibrio como el rendimiento de equilibrio. Cuando las pesquerías sobre objetos flotantes capturan una gran proporción de la captura total, el rendimiento por recluta máximo posible es menos que cuando predominan las capturas palangreras. Además, si predominan las capturas palangreras, se puede obtener el rendimiento por recluta máximo (o un valor cercano al mismo) con un amplio rango de esfuerzo de pesca. Cuando las pesquerías sobre objetos flotantes capturan una gran proporción de la captura total, un rango más limitado de esfuerzo de pesca produce un rendimiento por recluta cercano al máximo. Cuando las pesquerías sobre objetos flotantes capturan una gran proporción de la captura total, y existe una relación población-reclutamiento, cantidades extremadamente grandes de esfuerzo de pesca causarían un colapso de la población. Cuando predominan las capturas palangreras, la población puede soportar una mortalidad por pesca sustancialmente mayor.

Se estima que las capturas recientes fueron un 35% superiores al nivel de RMSP (Tabla 4-1). 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 que se estima produciría el RMSP es un 84% del nivel actual de esfuerzo. Reducir el esfuerzo al 84% de su nivel actual incrementaría el rendimiento medio a largo plazo solamente un 1%, pero aumentaría el potencial de reproducción del stock un 22%. Si las capturas de patudo por la flota de superficie son determinadas principalmente por la fuerza de las cohortes reclutadas a la pesquería, dichas capturas probablemente disminuirán una vez que las cohortes grandes reclutadas durante 1995-1998 ya no sean vulnerables a las pesquerías de superficie. 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 cercanos al tamaño crítico.

Con la excepción de la sensibilidad a la inclinación, los análisis sugieren que, al principio de 2002, la biomasa reproductora estuvo por encima del nivel que estaría presente si el stock estuviese produciendo el RMSP (Tabla 4-1). 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.

Las cohortes pequeñas de patudo que aparentemente fueron reclutadas a las pesquerías en el OPO durante 1998-2000

deberían causar que el SBR disminuya durante 2003 y que sea sustancialmente inferior al  $SBR_{RMSP}$ . La biomasa reproductora de patudo en el OPO disminuirá a niveles históricamente bajos, y luego seguirá disminuyendo. Se predice que esta disminución ocurrirá independientemente de la cantidad de esfuerzo de pesca y de las condiciones ambientales en el futuro cercano. Se proyecta que el SBR seguirá disminuyendo durante 2004-2006.

Evitar los descartes de patudos pequeños de las capturas provenientes de lances sobre objetos flotantes (o asegurar que los peces descartados sobrevivan) incrementaría el SBR, el rendimiento por recluta, la captura de la flota de superficie, y la captura de la flota palangrera. Por lo tanto, toda medida que reduzca la mortalidad de patudo de unos 2-5 trimestres de edad podría ayudar a lograr varios objetivos de ordenación. Se predice que reducir el nivel del esfuerzo de pesca de superficie 25% incrementaría la biomasa reproductora, el peso promedio del pescado en la captura, y las capturas palangreras, mientras que reduciría las capturas cerqueras tan sólo ligeramente. Se predice que incrementar el nivel del esfuerzo de pesca de superficie 25% disminuirá aun más la biomasa reproductora, el peso promedio de la captura, y las capturas palangreras. Se proyecta que reducir el esfuerzo palangrero futuro un 25% tendrá beneficios mayores a corto plazo (menos de tres años) en aumentos en biomasa reproductora que reducir el esfuerzo cerquero, pero al cabo de cinco años, los beneficios de reducir el esfuerzo cerquero serán tres veces los de reducir el esfuerzo palangrero.

El análisis de sensibilidad indica que si las tasas de mortalidad por pesca siguen en sus niveles recientes (2001 y 2002), las capturas palangreras y el SBR disminuirán a niveles extremadamente bajos. Ya que el caso base no incluye una relación población-reclutamiento, el reclutamiento no disminuirá, y se predice que las capturas cerqueras permanecerán en niveles moderados (Figura 4-5).

**Resumen:**

- ♦ Casi todas las cohortes desde 1998 han sido de tamaño inferior al promedio.
- ♦ 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 (1975-2003).
- ♦ La situación actual y las proyecciones a futuro son más pesimistas si existe una relación población-reclutamiento ( $h = 0.75$ ).
- ♦ Estas conclusiones son robustas a formulaciones alternativas de modelo y datos.

## 5. PACIFIC BLUEFIN TUNA

Tagging studies have shown that there is exchange of Pacific bluefin, *Thunnus orientalis*, 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 33°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 Chinese Taipei 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 5-1). 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.

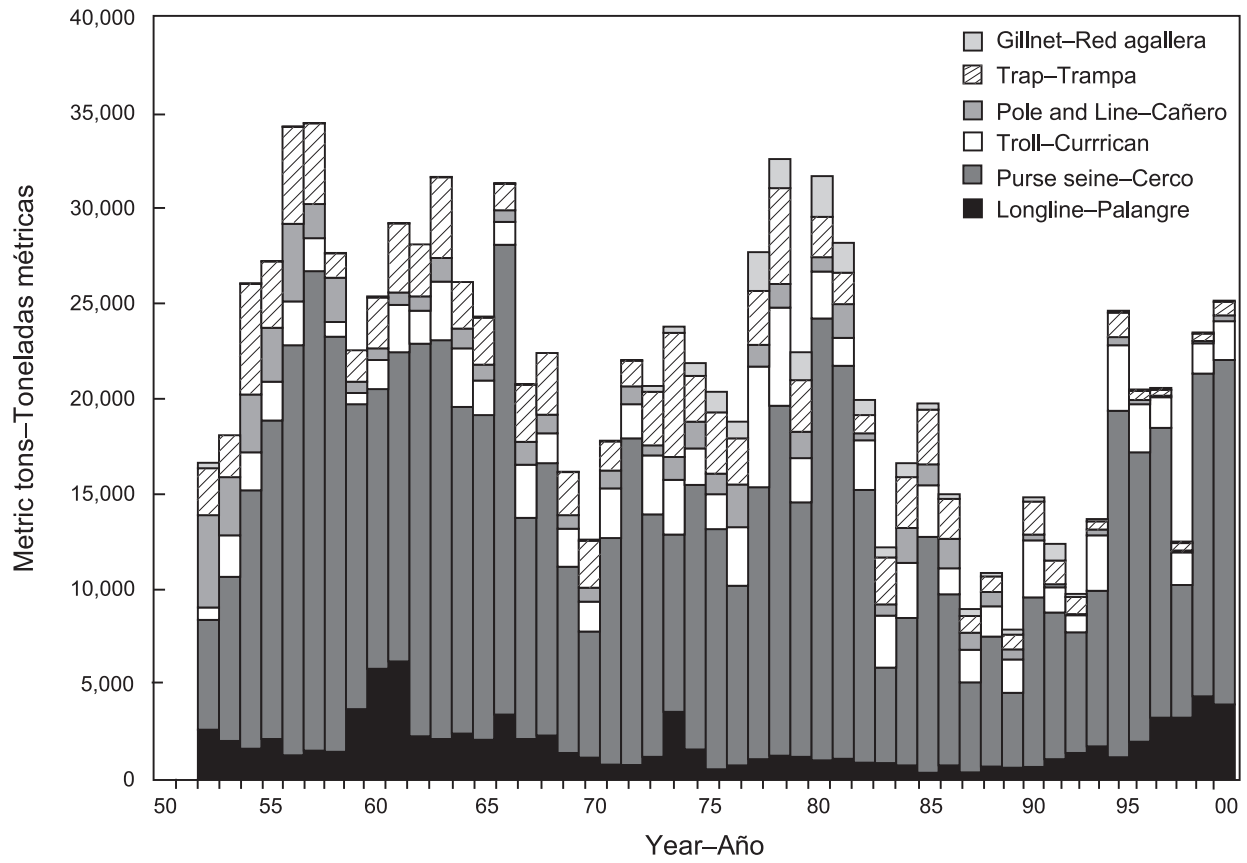


FIGURE 5-1. Retained catches of Pacific bluefin, 1952-2000.

FIGURA 5-1. Capturas retenidas de aleta azul del Pacífico, 1952-2000.

## 5. ATÚN ALETA AZUL DEL PACÍFICO

Estudios de marcado han demostrado que ocurre intercambio de aleta azul del Pacífico (*Thunnus orientalis*) 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 33°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 Taipei Chino 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 5-1). 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.

## 6. ALBACORE TUNA

Most scientists who have studied albacore, *Thunnus alalunga*, 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 metric tons (t) per year, and then declined. Catches recovered during the 1990s, and reached an all-time high of 127,800 t in 1999 (Figure 6-1a). In the South Pacific, catches have ranged between about 25,000 and 55,000 t during the 1980s and 1990s (Figure 6-1b).

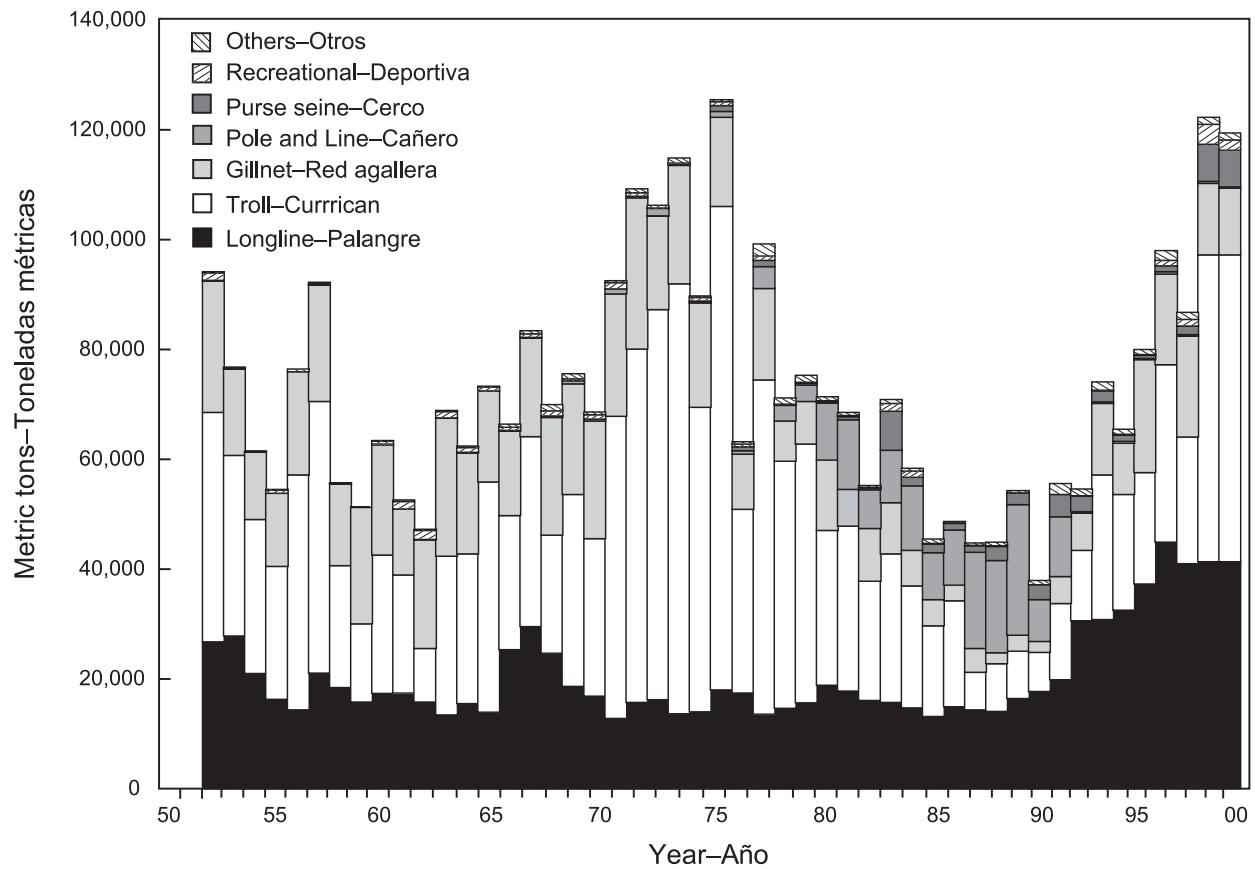
The juveniles and adults are caught mostly in the Kuroshio Current, the North Pacific Transition Zone, and the California Current in the North Pacific and the Subtropical Convergence Zone in the South Pacific, but spawning occurs in tropical and subtropical waters.

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 western Pacific Ocean. The fish of the southern subgroup occur mostly south of 40°N in the EPO, and relatively few of them are caught in the western Pacific. 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 6-1a.** Catches of North Pacific albacore, 1952-2000.

**FIGURA 6-1a.** Capturas de albacora del Pacífico Norte, 1952-2000.

## 6. ATÚN ALBACORA

La mayoría de los científicos que estudian el atún albacora, *Thunnus alalunga*, 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 por palangreros en la mayor parte del Pacífico Norte y Sur, pero rara vez entre aproximadamente 10°N y 5°S, por curricaneros en el Pacífico oriental, Norte central y Sur central, y por barcos cañeros 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 toneladas métricas (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 6-1a). En el Pacífico Sur las capturas variaron entre unas 25 mil y 55 mil t durante los años 1980 y 1990 (Figura 6-1b).

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 curricanera del Pacífico oriental y las pesquerías cañera y palangrera del Pacífico 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 18ª 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  $F_{\text{RMSP}}$ , 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.



## 7. 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 (Figure 7-1). 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 Chile, the United States, Japan, and Spain.

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.

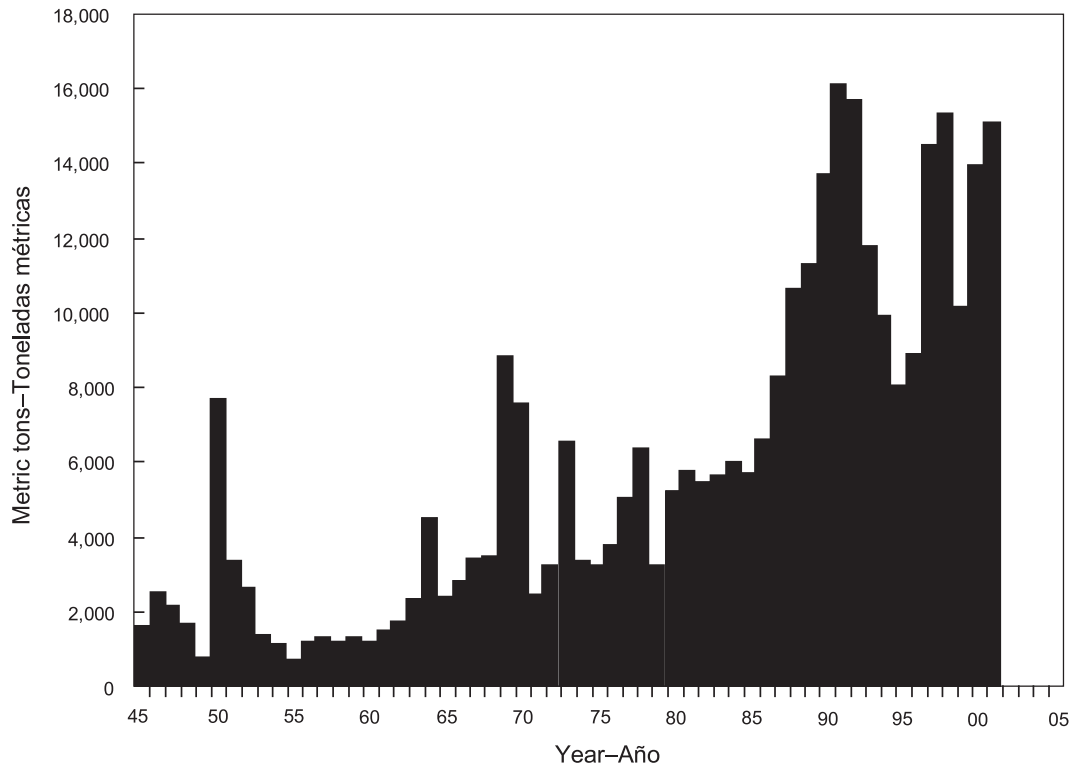
Only fragmentary data are available on the movements of swordfish. They tend to inhabit waters further below the surface during the day than at night.

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.

There are probably one or two stocks of swordfish in the EPO, one with its center of distribution in the southeastern Pacific Ocean, and possibly 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.

Production modeling indicates that the catches per unit of effort (CPUEs) of swordfish, although they have declined and then increased recently, are still greater than the CPUEs that correspond to the average maximum sustainable yield. This conclusion is tentative, due primarily to the current uncertainty regarding stock structure.

Results of preliminary modeling with MULTIFAN-CL of a North Pacific swordfish stock in areas north of 10°N 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.



**FIGURE 7-1.** Retained catches of swordfish in the eastern Pacific Ocean, 1945-2001.

**FIGURA 7-1.** Capturas retenidas de pez espada en el Océano Pacífico oriental, 1945-2001.

## 7. PEZ ESPADA

El pez espada, *Xiphias gladius*, ocurre en todo el Océano Pacífico entre 50°N y 50°S, aproximadamente (Figura 7-1). 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, Estados Unidos, y Japón lograron las mayores capturas en el OPO.

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. Para 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.

Hay probablemente una ó dos poblaciones de pez espada en el OPO, una con su centro de distribución en el Pacífico sudeste, y posiblemente 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.

Los modelos de producción señalan que las capturas por unidad de esfuerzo (CPUE) de pez espada, aunque han disminuido y luego aumentado recientemente, son todavía mayores que las CPUE que corresponden al rendimiento máximo sostenible promedio. Esta conclusión es provisional, debido principalmente a la incertidumbre actual con respecto a la estructura del stock.

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 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.

## 8. 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 8-1) 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 8-2) vary over time.

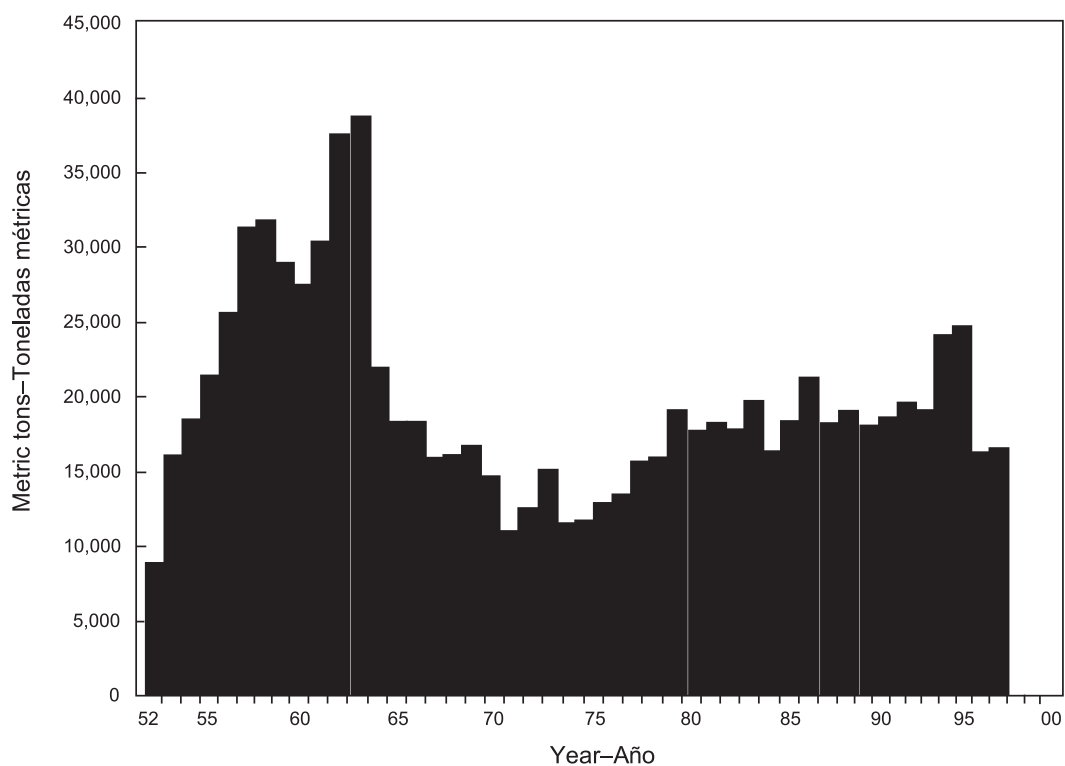
Blue marlin are taken by longline vessels of many nations that fish for tunas and billfishes between about 50°N and 50°S. Lesser amounts are taken by recreational fisheries and by various commercial surface fisheries.

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.

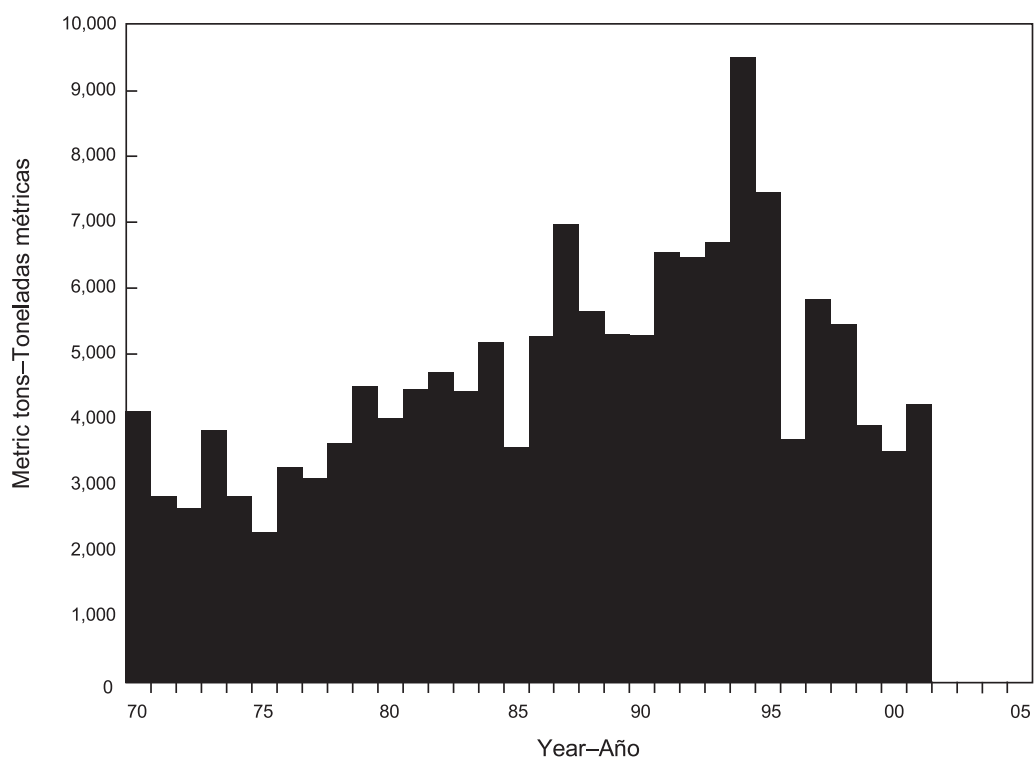
The Deriso-Schnute delay-difference population dynamics model, a form of production model, was used to assess the status of the blue marlin stock in the Pacific Ocean. Data for the estimated annual total retained catches for 1951-1997 and standardized catch rates developed from catch and nominal fishing 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.



**FIGURE 8-1.** Retained catches of blue marlin in the Pacific Ocean, 1952-1998.

**FIGURA 8-1.** Capturas retenidas de marlín azul en el Océano Pacífico, 1952-1998.



**FIGURE 8-2.** Retained catches of blue marlin in the eastern Pacific Ocean, 1970-2001.

**FIGURA 8-2.** Capturas retenidas de marlín azul en el Océano Pacífico oriental, 1970-2001.

## 8. 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 compilan estadísticas de capturas (Figura 8-1), 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 8-2).

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.

## 9. 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 9-1) 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.

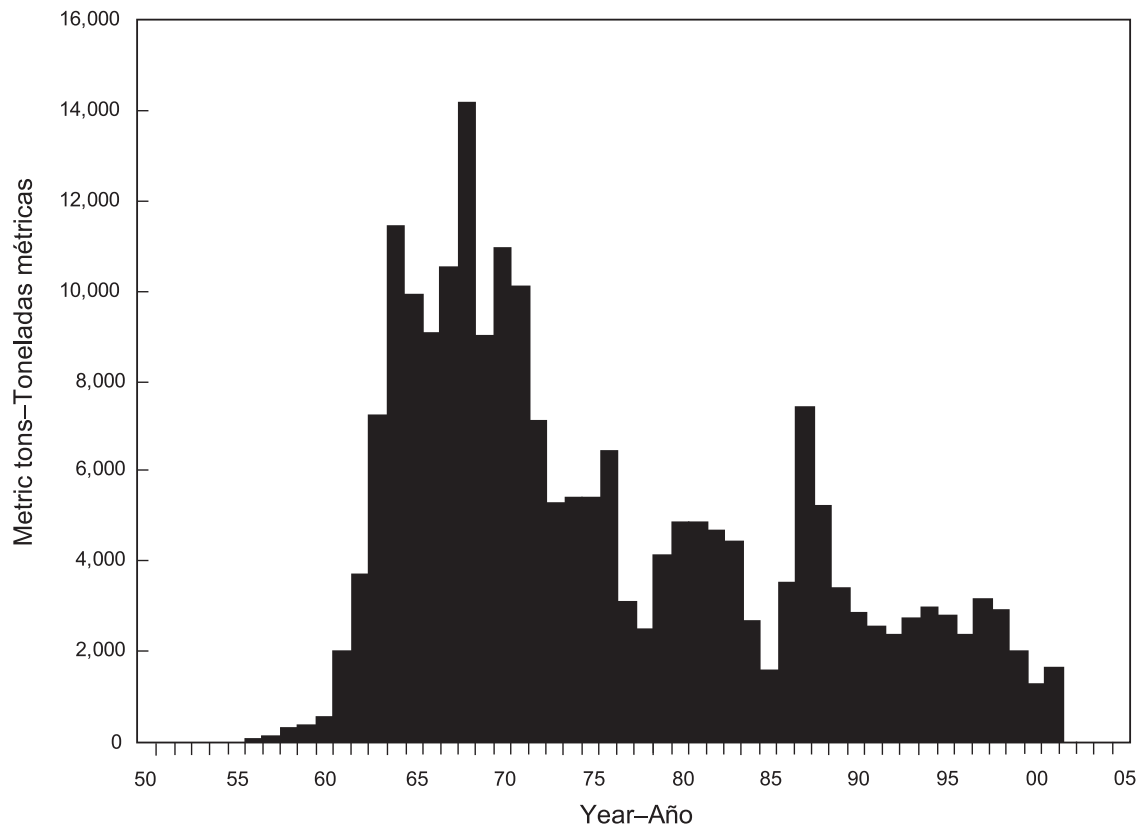
Few tagging data are available for striped marlin. Most recaptures of tagged fish released off the tip of the Baja California peninsula have been made in the general area of release, but some have been recaptured around the Revillagigedo Islands, a few around Hawaii, and one near Norfolk Island.

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 metric tons (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 the biomass 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, reaching new lows in preliminary estimates of retained catches in 2000 and 2001 of about 1,500 t, which 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 stocks 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 9-1.** Retained catches of striped marlin in the eastern Pacific Ocean, 1954-2001.

**FIGURA 9-1.** Capturas retenidas de marlín rayado en el Océano Pacífico oriental, 1954-2001.



## 9. 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 9-1).

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 separadas 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 colaborativo para investigar 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 toneladas métricas (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 toneladas, 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 t, 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 RPMS.

## 10. ECOSYSTEM CONSIDERATIONS

1. Introduction .....	.80
2. Analysis of the impact of catches .....	.80
3. Physical environment .....	.84
4. Aggregate indicators .....	.84
5. Ecosystemn modeling .....	.84
6. Other ecosystem studies in progress .....	.85
7. Actions by the IATTC and the AIDCP addresssing ecosystem considerations .....	.85
8. Future developments for ecosystem analyses .....	.86

### 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 it has not often 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 seen as part of its agenda.

It is important also 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, it is important to remember that the environment is subject to change on a variety of time scales, including the well-known El Niño-Southern Oscillation (ENSO) 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 tunas and billfishes. The information is comprehensive for large (Class-6) purse seiners that carry AIDCP observers, 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 vessels and for some smaller purse seiners. There is little information on bycatches and discards for other fishing vessels.

### 2. ANALYSIS OF 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 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 give a view of 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 this, 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**

#### **2.1.1a. Yellowfin**

Since 1984 the yellowfin stock has been at or above the level that will provide the average maximum sustainable yield. To meet this objective, the spawning stock size must be kept above 37% 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.

#### **2.1.1b. 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 2002, the biomass was estimated to be about 50% of the what it would have been in the absence of a fishery.

#### **2.1.1c. Bigeye**

Up to 1993 bigeye were taken mostly by longline fishing. In 1993 the stock size was estimated to be 42% 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, the stock size is estimated to be at about 28% of its unexploited size. The biomass estimated for 2003 is the lowest since 1975, the first year included in the model.

#### **2.1.1d. 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**

#### **2.1.2a. Swordfish**

The variations in swordfish catch per unit of effort in the EPO show no trend, suggesting that catches to date have not affected the stock significantly. The stock size is likely to be near its unexploited size.

#### **2.1.2b. Blue marlin**

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

#### **2.1.2c. 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.

#### **2.1.2d. Black marlin and sailfish**

No recent formal stock assessment has 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 of Japan and the staff of the IATTC that show trends in catches, effort, and catches per unit of effort.

## **2.2. Dolphins**

Table 10-1 shows the mortalities in the fishery in 2002 and published estimates of the abundances of the various stocks. 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 to include in ecosystem models, given the large biomasses of both groups and their high consumption of prey. 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.

### 2.3 Sea turtles

Olive Ridley turtles are, by far, the species of sea turtle taken most often by purse seiners. They are followed by the 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. The average annual mortalities of turtles caused by Class-6 purse-seine vessels during 1993-2002 were as follows:

	Set type		
	Floating object	Unassociated	Dolphin
Olive Ridley	51.6	19.9	11.4
Green	6.3	4.3	0.8
Loggerhead	0.6	1.3	0.1
Hawksbill	0.6	0.2	0.2
Leatherback	0.1	0.0	0.0
Unidentified	23.5	11.3	4.6
Average number of sets	4,379	4,932	8,877

The mortalities of sea turtles due to purse seining for tunas are probably less than those due to other types of human activity.

There is no comprehensive information available on bycatches of turtles by longliners. However, based on information from other parts of the world, the mortality rates due to longlining may be greater than those due to purse seining, particularly for shallow longlines targeting species such as swordfish. About 23 million of the 200 million hooks set each year in the EPO by distant-water longline vessels target swordfish with shallow longlines. In addition, there is a sizeable fleet of local longline vessels that fish for tunas and billfishes in the EPO.

The populations of olive Ridley, green, and loggerhead turtles of the EPO are designated as threatened, and those of the leatherback turtle as endangered, by the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Flora and Fauna. 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 staff is analyzing 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 time. 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 average annual discards (in numbers) of sharks and other large fish during 1993-2002 (other than those discussed above) by Class-6 purse-seine vessels are as follows:

	Set type		
	Floating object	Unassociated	Dolphin
Dorado	546,354	11,112	326
Wahoo	267,137	1,150	408
Yellowtail	40,551	18,780	1,309
Rainbow runner	60,396	1,275	11
Sharks and rays	38,699	10,024	4,869

There are no stock assessments available for these species in the EPO, and hence the impact of the bycatch on the stocks is unknown.

The catch rates of other species in the purse-seine fishery are different for each type of set. With a few exceptions, the bycatch rates are highest in sets on floating objects, followed by unassociated sets and, at a much lower level, dolphin sets. Dolphin bycatch rates are highest for dolphin sets, followed by unassociated sets and, at a much lower level, floating-object sets. Sailfish, manta rays, and stingrays have higher bycatch rates 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. Table 1-4 (pages 27-28) shows the estimated numbers of sets during 1987-2002 by purse-seine vessels in the EPO.

## 2.5. Other groups

### 2.5.1. Marine mammals

Scientists of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) have made estimates of the abundances of several species of marine mammals based on line-transect surveys carried out from oceanographic research vessels between 1986 and 2000 in the EPO. Of the species not significantly impacted 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. 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.

### 2.5.2. Seabirds

Seabirds associate with subsurface predators such as fishes and cetaceans. Those predators drive prey to the surface where the prey become available to the birds. 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 the Tahiti petrel in the tropical EPO.

### 2.5.3. Forage

The forage taxa occupying the middle trophic levels in the EPO are obviously an important component of the ecosystem, providing a link between environmental variability and the upper-trophic-level predators. 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 of 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.

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 (see Section 5), *Auxis* spp. comprise 10% or more of the diet of eight predator categories. Small quantities are captured and discarded at sea by purse-seine vessels, and by local artisanal fisheries in some coastal regions of Central and South America. The estimated annual discards of *Auxis* spp. in the EPO on fishing trips with observers onboard, in metric tons, during 1993 through 2002, were as follows:

	Set type		
	Floating object	Unassociated	Dolphin
1993	1,814	165	2
1994	322	198	2
1995	543	119	6
1996	781	239	33
1997	2,756	626	25
1998	1,033	1678	32
1999	2,594	473	29
2000	1,290	185	21
2001	724	41	0
2002	1,384	161	283

### 3. 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 in the EPO the Humboldt Current, off 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 very 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 very 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 the most recent observations show that there are also changes with a periodicity of decades that affect the EPO ecosystem. 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 effect on all components of the ecosystem is 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 national and international research groups that are investigating this area.

### 4. AGGREGATE INDICATORS

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 10-1. Sharks (average TL 5.25) and billfishes (average TL 5.08) are top-level predators. Tunas and other pelagic fishes (*e.g.* dorado) occupy slightly lower TLs. Smaller pelagic fishes (*e.g.* *Auxis* spp.) and cephalopods 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 zooplankton (TL = 2) feed on the producers (TL = 1), phytoplankton and bacteria. In exploited pelagic ecosystems, the fisheries often act as apex predators.

Mean TL of fisheries catches and discards can be used as an index of sustainability in exploited marine ecosystems. TLs were estimated, based on the EPO ecosystem model (see Section 5), for a time series of total catches by year for three fishing modes of the purse-seine fishery from 1993 to 2001. The TLs of the summed catches of all surface fisheries were fairly constant from year to year (Figure 10-2: average for surface gear). 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.

Trophic levels were also estimated separately for the time series of retained and discarded catches by year for the surface fisheries from 1993 to 2001 (Figure 10-3). The TLs of the landings were quite stable from year to year, and the TLs of the discarded catches varied considerably. The largest variation occurred for sets on unassociated fish.

### 5. 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 staff has developed a model of the pelagic ecosystem in the tropical EPO 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 a proxy 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 ratios more by the environment than by fishing.

## **6. OTHER ECOSYSTEM STUDIES IN PROGRESS**

A new study, jointly funded by the Pelagic Fisheries Research Program of the University of Hawaii; 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, has commenced in 2003. Scientists from these four agencies will compare the pelagic food web in the EPO with that of the more-oligotrophic western Pacific using two kinds of analyses. This study will 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.

## **7. ACTIONS BY THE IATTC AND AIDCP ADDRESSING ECOSYSTEM CONSIDERATIONS**

Both the IATTC and 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:

### **7.1 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. Studies to determine why tunas associate with dolphins have been carried out.
- c. The incidental mortality of each stock of dolphins has been limited to levels that are insignificant compared to stock sizes.

### **7.2 Sea turtles**

- a. A data base on all sea turtle sightings, captures, and mortalities reported by observers has been compiled.
- b. A resolution on releasing and handling of sea turtles captured in purse-seines has been adopted.
- c. A resolution on webbing under FADs has been adopted.

### **7.3. Other species**

A resolution on live release of sharks, rays, and other bycatch species has been adopted.

#### 7.4. 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.

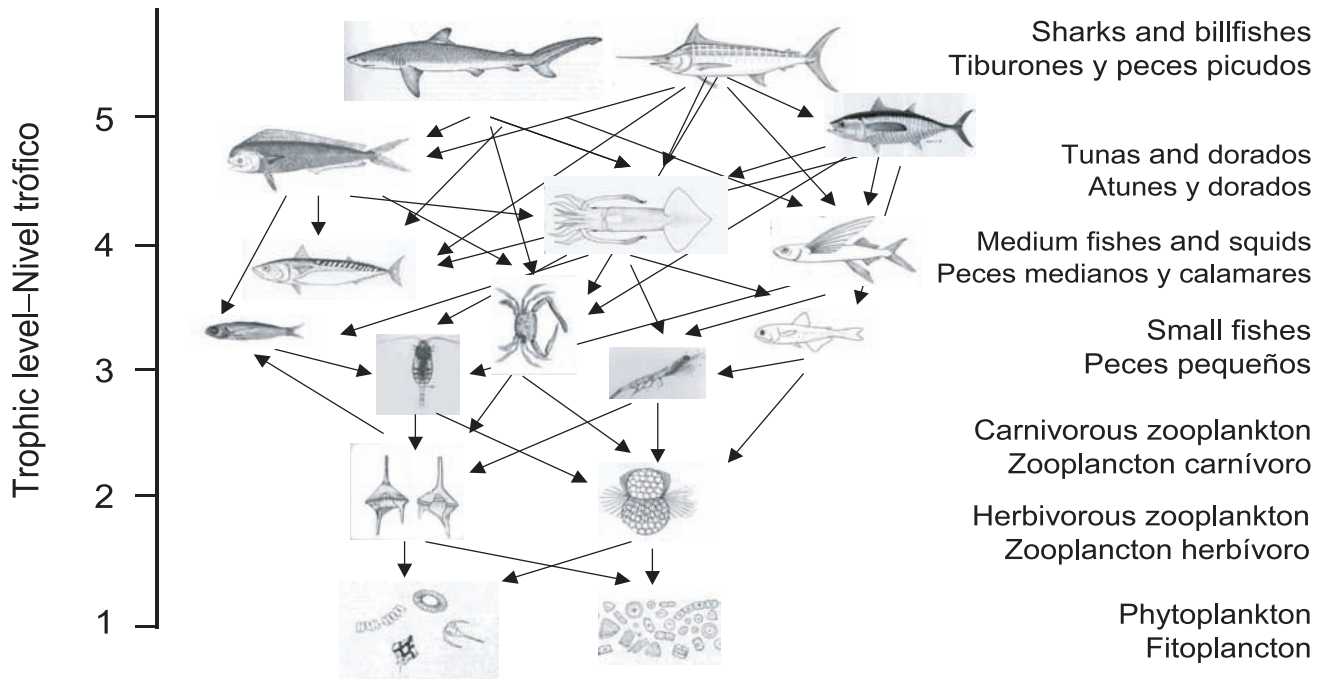
#### 8. FUTURE DEVELOPMENTS FOR ECOSYSTEM ANALYSES

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 staff's experience with dolphins suggests that the task is not trivial if relatively high precision is required.

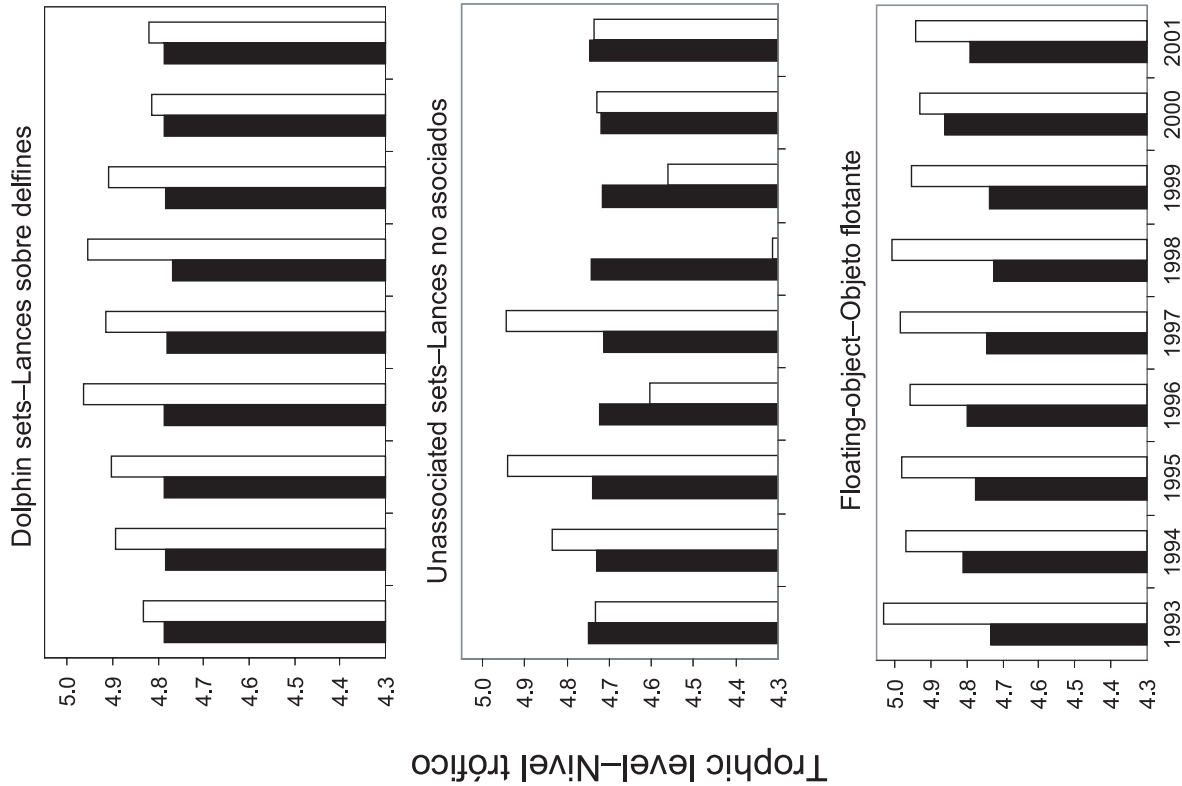
An array of measures has been proposed to study changes in ecosystem properties. This could include studies of average trophic level, size spectra, dominance, diversity, *etc.*, to describe the ecosystem in an aggregate way.

The distributions of the fisheries for tunas and billfishes in the EPO are such that several regions with different ecological characteristics ("Longhurst regions") 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.

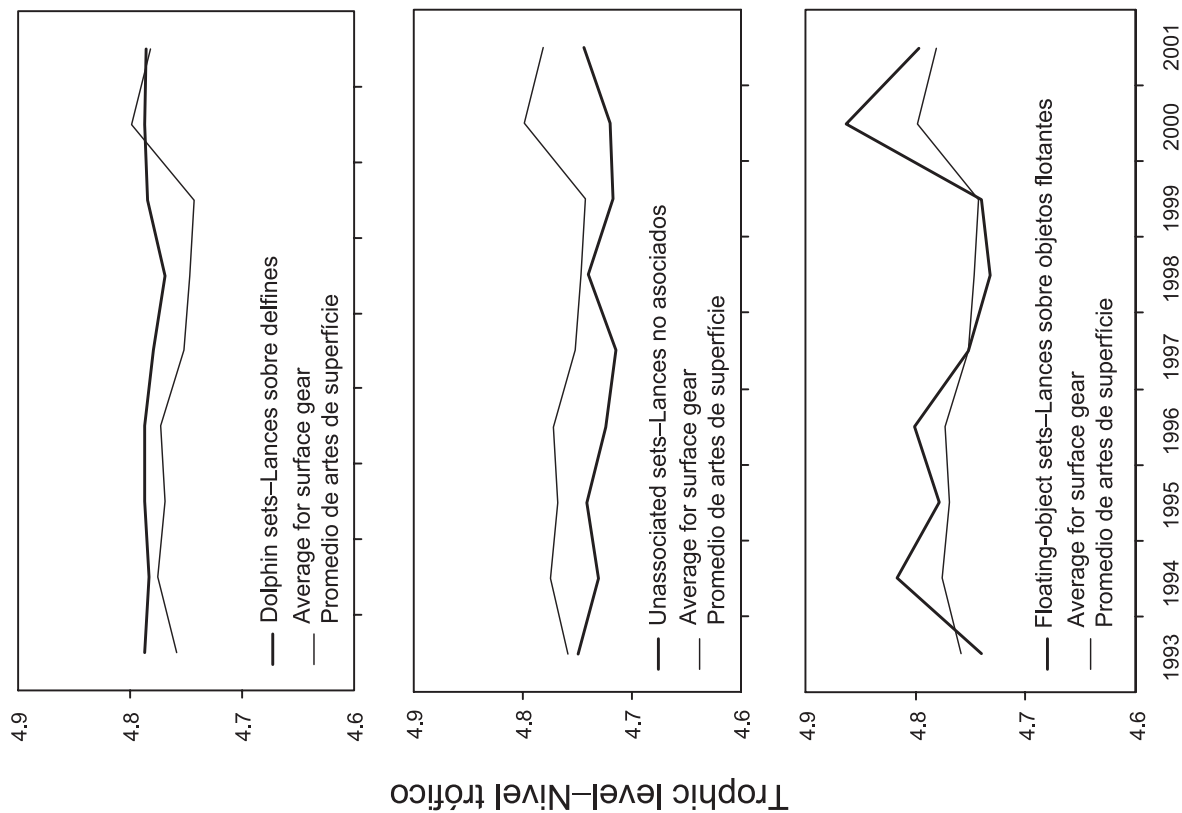




**FIGURE 10-1.** Simplified food-web diagram of the pelagic ecosystem in the tropical eastern Pacific Ocean.  
**FIGURA 10-1.** Diagrama simplificado de la red trófica del ecosistema pelágico en el Océano Pacífico oriental tropical.



**FIGURE 10-3.** Trophic level estimates of the retained catches (solid bars) and discarded catches (open bars) by purse-seine fishing mode in the tropical eastern Pacific Ocean.  
**FIGURA 10-3.** Estimaciones del nivel trófico de las capturas retenidas (barras negras) y descartadas (barras blancas) por modalidad de pesca cerquera en el Océano Pacífico oriental tropical.



**FIGURE 10-2.** Yearly trophic level estimates of the catches (retained and discarded) by the purse-seine fishery in the tropical eastern Pacific Ocean.  
**FIGURA 10-2.** Estimaciones anuales del nivel trófico de las capturas (retenidas y descartadas) de la pesquería cerquera en el Océano Pacífico oriental tropical.

**TABLE 10-1.** Preliminary estimates of mortalities of dolphins in 2002, estimates of population abundance pooled for 1986-1990 (from Report of the International Whaling Commission, 43: 477-493), and estimates of relative mortality (with approximate 95-percent confidence intervals), by stock. All the data for 2002 are preliminary.

**TABLA 10-1.** Estimaciones preliminares de la mortalidad incidental de delfines en la pesquería en 2002, estimaciones de abundancia de poblaciones agrupadas para 1986-1990 (del Informe de la Comisión Ballenera Internacional, 43: 477-493), y estimaciones de mortalidad relativa (con intervalos de confianza de 95% aproximados), por población. Todos los datos de 2002 son preliminares.

Species and stock	Incidental mortality	Population abundance	Relative mortality (%)
Especie y población	Mortalidad incidental	Abundancia de la población	Mortalidad relative (%)
Offshore spotted dolphin–Delfín manchado de altamar			
Northeastern–Nororiental	442	730,900	0.06 (0.046, 0.076)
Western/southern–Occidental y sureño	203	1,298,400	0.02 (0.012, 0.022)
Spinner dolphin–Delfín tornillo			
Eastern–Oriental	405	631,800	0.06 (0.040, 0.097)
Whitebelly–Panza blanca	186	1,019,300	0.02 (0.011, 0.024)
Common dolphin–Delfín común			
Northern–Norteño	69	476,300	0.01 (0.008, 0.031)
Central	155	406,100	0.04 (0.020, 0.075)
Southern–Sureño	4	2,210,900	<0.01 (0.0001, 0.0003)
Other dolphins–Otros delfines <sup>1</sup>	50	2,802,300	<0.01 (0.001, 0.002)
<b>Total</b>	<b>1,514</b>	<b>9,576,000</b>	<b>0.02 (0.014, 0.018)</b>

<sup>1</sup> “Other dolphins” includes the following species and stocks, whose observed mortalities were as follows: striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*), 2; bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), 10; Central American spinner dolphins (*Stenella longirostris centroamericana*), 3; rough-toothed dolphin (*Steno bredanensis*), 5; short-finned pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*), 1; and unidentified dolphins, 29.

<sup>1</sup> “Otros delfines” incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), 2; tonina (*Tursiops truncatus*), 10; delfín tornillo centroamericano (*Stenella longirostris centroamericana*), 3; delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), 5; ballena piloto de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), 1; y delfines no identificados, 40.

## 10. CONSIDERACIONES DE ECOSISTEMA

1. Introducción .....	90
2. Análisis del impacto de las capturas .....	90
3. Ambiente físico .....	94
4. Indicadores agregados .....	94
5. Modelado de ecosistemas .....	95
6. Otros estudios de ecosistema .....	95
7. Acciones de la CIAT y el APICD relativas a consideraciones de ecosistema .....	96
8. Desarrollo futuro de los análisis de ecosistema .....	96

### 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 Reykjavik 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 no ha enfocado su atención a menudo 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 sean claramente parte de su agenda.

Es también 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, es importante recordar que el medio ambiente está sujeto a cambios en varias escalas temporales, entre ellas las conocidas fluctuaciones de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y cambios a plazo mayor recientemente reconocidos, tales como la Oscilación Decadal del Pacífico y otros cambios climáticos.

Además de reportar los 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 del 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 buques de Clase 6 y de algunos cerqueros de menor tamaño. Hay poca información sobre las capturas incidentales y descartes de otros buques pesqueros.

### 2. ANÁLISIS DEL 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 dar una idea de 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 esto, 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**

#### **2.1.1a. Aleta amarilla**

Desde 1984 la población de aleta amarilla ha estado en o por encima del nivel que produciría el rendimiento máximo sostenible promedio. Para lograr este objetivo, el tamaño de la población reproductora necesita ser mantenido en más del 37% 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.

#### **2.1.1b. 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 2002, se estimó que la biomasa de la población era un 50% de lo que sería en ausencia de la pesquería.

#### **2.1.1c. 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 42% 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, se estima que el tamaño de la población es un 28% de su tamaño sin explotación. La biomasa estimada para 2003 es la más baja desde 1975, el primer año incluido en el modelo.

#### **2.1.1d. 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**

#### **2.1.2a. Pez espada**

Las variaciones en la captura por unidad de esfuerzo de pez espada en el OPO no muestran ninguna tendencia, sugiriendo que las capturas hasta la fecha no han afectado la población significativamente. Es probable que la población esté cerca de su tamaño no explotado.

#### **2.1.2b. 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.

#### **2.1.2c. 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.

#### **2.1.2d. Marlín negro y pez vela**

No se ha realizado recientemente una evaluación formal de las poblaciones de estas especies, pero hay ciertos datos, presentados en la serie de Boletines de la CIAT publicados conjuntamente por científicos del National Research Institute of Far Seas Fisheries de Japón y el personal de la CIAT, que indican tendencias en capturas, esfuerzo, y capturas por unidad de esfuerzo.

## **2.2. Delfines**

En la Tabla 10-1 se presentan la mortalidad ocasionada por la pesca en 2002 y estimaciones publicadas de la abundancia de las distintas poblaciones. 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 para incluir en los modelos de ecosistema, en vista de la gran biomasa de ambos grupos, y su alto 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.

### 2.3. Tortugas marinas

La tortuga golfina es, por mucho, la especie de tortuga marina capturada con mayor frecuencia por buques cerqueros; le siguen la tortuga verde, 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. La mortalidad anual media de tortugas causada por buques de Clase 6 durante 1993-2002 fue:

	Tipo de lance		
	Objeto flotante	No asociado	Delfín
Golfina	51.6	19.9	11.4
Verde	6.3	4.3	0.8
Caguama	0.6	1.3	0.1
Carey	0.6	0.2	0.2
Laúd	0.1	0.0	0.0
No identificada	23.5	11.3	4.6
Número promedio de lances	4,379	4,932	8,877

La pesca atunera de cerco es probablemente una causa de mortalidad de tortugas marinas menos importante que otros tipos de actividad humana.

No se dispone de información completa sobre capturas incidentales de tortugas por buques palangreros, pero, a partir de información de otras partes del mundo, es posible que las tasas de mortalidad causadas por este método de pesca sean mayores que aquéllas ocasionadas por la pesca de cerco, particularmente en el caso de palangres poco profundos dirigidos hacia especies tales como el pez espada. 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 poblaciones de las tortugas golfina, verde, y caguama del OPO están designadas como amenazadas, y la laúd como en peligro, por la Convención sobre el Comercio Internacional en Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre. 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 está analizando 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 con el tiempo. 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.

Los descartes anuales medios (en número) de tiburones y otros peces grandes durante 1993-2002 (aparte de los mencionados en lo anterior) por buques Clase 6 son:

	Tipo de lance		
	Objeto flotante	No asociado	Delfín
Dorado	546,354	11,112	326
Peto	267,137	1,150	408
Jurel	40,551	18,780	1,309
Salmón	60,396	1,275	11
Tiburones y rayas	38,699	10,024	4,869

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 otras especies 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 1-4 (páginas 27-28) se detalla el número estimado de lances realizados durante 1987-2002 por buques cerqueros en el OPO.

## **2.5. Otros grupos**

### **2.5.1. Mamíferos marinos**

Científicos del Servicio Nacional de Pesquerías Marinas (NMFS) de EE.UU. han estimado la abundancia de varias especies de mamíferos marinos a partir de estudios de transectos lineales realizados en buque de investigación 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. 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.

### **2.5.2. Aves marinas**

Las aves marinas se asocian con depredadores subsuperficiales tales como peces y cetáceos. Estos depredadores arrear a las to a la superficie, donde las aves las pueden alcanzar. Según el *Informe del Programa de Investigación Científica* bajo la Ley sobre el Programa Internacional para la Conservación de los Delfines de EE.UU., 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 el petrel de Tahití.

### **2.5.3. 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 variabilidad ambiental y los depredadores de nivel trófico superior. 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 linterna, 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.

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 5), las melvas forman el 10% a más de la dieta de ocho categorías de depredadores. Pequeñas cantidades son capturadas y descartadas en el mar por buques cerqueros, y por pesquerías artesanales locales en algunas regiones costeras de América Central y del Sur. Los descartes anuales medios estimados de melvas en el OPO en viajes de pesca con observadores a bordo, en toneladas, durante 1993-2002, fueron:

	Tipo de lance		
	Objeto flotante	No asociado	Delfín
1993	1,814	165	2
1994	322	198	2
1995	543	119	6
1996	781	239	33
1997	2,756	626	25
1998	1,033	1678	32
1999	2,594	473	29
2000	1,290	185	21
2001	724	41	0
2002	1,384	161	283

### 3. 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 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, y desperdicios que los ríos llevan al océano son bastante importantes, creando condiciones especiales que en algunos casos resultan en alta productividad y zonas muy 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 muy 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 las observaciones más recientes señalan que hay también cambios con una periodicidad de décadas que afectan el ecosistema del 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, su efecto sobre todos los componentes del ecosistema es muy importante. 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 grupos de investigación nacionales e internacionales que trabajan en este campo.

### 4. INDICADORES AGREGADOS

Diagramas de la red trófica son útiles para representar la estructura y flujos de los ecosistemas. En la Figura 10-1 se presenta un diagrama simplificado, con niveles tróficos (NT) aproximados, de la red trófica del OPO tropical pelágico. Los tiburones (NT medio 5.25) y peces picudos (NT medio 5.08) son depredadores ápice. Los atunes y otros peces pelágicos (dorado, por ejemplo) ocupan NT ligeramente más bajos. Peces pelágicos menores (melvas, por ejemplo) y cefalópodos 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 zooplancton herbívoro (TL = 2) se alimenta de los productores (TL = 1), fitoplancton y bacterias. En ecosistemas pelágicos explotados, las pesquerías a menudo actúan como depredadores ápice.



Se pueden usar los NT de las capturas y descartes de la pesca como índice de sostenibilidad en ecosistemas marinos explotados. Se estimaron los NT, a partir del modelo de ecosistema del OPO (Sección 5), para una serie de tiempo de capturas totales por año para tres modalidades de pesca con red de cerco entre 1993 y 2001. Los NT de las capturas sumadas de todas las pesquerías de superficie fueron bastante constantes de año a año (Figura 10-2: promedio de artes de superficie). 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 niveles tróficos para la serie de tiempo de capturas retenidas y descartadas por año para las pesquerías de superficie de 1993 a 2001 (Figura 10-3). Los NT de las descargas fueron bastante estables de año a año, y los NT de las capturas descartadas variaron considerablemente. La mayor variación ocurrió en el caso de los lances sobre no asociados.

## 5. 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 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 de la 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.

## 6. OTROS ESTUDIOS DE ECOSISTEMA

Un nuevo estudio, patrocinado conjuntamente por el Programa de Investigación de Pesquerías Pelágicas de la Universidad de Hawaii, 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 Nouméa (Nueva Caledonia), comenzó en 2003. Científicos de estas cuatro agencias compararán la red trófica pelágica en el OPO con la del Pacífico occidental, zona más oligotrófica, usando dos tipos de análisis. Este estudio brindará información importante sobre la posición trófica de los peces y cefalópodos 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.

## 7. 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:

### 7.1. 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 han realizado estudios para determinar porqué los atunes se asocian con los delfines.
- c. Se ha limitado la mortalidad incidental de cada población de delfines a niveles insignificativos en comparación con el tamaño de las poblaciones.

### 7.2. Tortugas marinas

- a. Se ha compilado una base de datos sobre todos los avistamientos, capturas, y mortalidades de tortugas marinas reportadas por observadores.
- b. Se adoptó una resolución sobre la liberación y tratamiento de tortugas marinas capturadas en redes de cerco.
- c. Se adoptó una resolución sobre la malla colgada debajo de plantados.

### 7.3. Otras especies

Se adoptó una resolución sobre la liberación de tiburones, mantas, y otras especies capturadas incidentalmente.

### 7.4. 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.

## 8. DESARROLLO FUTURO DE LOS ANÁLISIS DE ECOSISTEMA

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 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 (“regiones de Longhurst”). 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.



