
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1978

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

**La Jolla, California
1979**

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
COMMISSION MEETINGS	7
ADMINISTRATION	14
Budget	14
Financial statement	14
Inter-agency cooperation	17
Field offices	18
PUBLICATIONS AND REPORTS	18
THE FISHERY IN 1978	19
Résumé	19
Statistics of catch and landings	21
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean	23
RESEARCH IN 1978	25
Abundance of tunas and success of fishing	25
Population structure and migrations	29
Other aspects of tuna biology	33
Tuna-porpoise investigation	38
Oceanography and tuna ecology	40
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1978 AND OUTLOOK FOR 1979..	45
Yellowfin	45
Skipjack	57

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION	64
REUNIONES DE LA COMISION	64
ADMINISTRACION	72
Presupuesto	72
Declaración financiera	72
Colaboración entre entidades afines	75
Oficinas regionales	76
PUBLICACIONES E INFORMES	76
LA PESCA EN 1978	77
Resumen	77
Estadísticas de captura y desembarque	79
La flota atunera del Océano Pacífico oriental	82
INVESTIGACION EN 1978	83
Abundancia de atunes y resultados de pesca	83
Estructura de la población y migración	89
Otros aspectos de la biología atunera	93
Investigación atún-delfín	99
Oceanografía y ecología del atún	101
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1978 Y PERSPECTIVAS PARA 1979	107
Atún aleta amarilla	107
Barrilete	120

APPENDIX I — APENDICE I

STAFF — PERSONAL	127
------------------------	-----

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS	131
---	-----

**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1978**

**LOS DELEGADOS DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN
TROPICAL Y SUS PERIODOS DE SERVICIO DESDE LA INICIACION
EN 1950 HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1978**

COSTA RICA

Virgilio Aguiluz1950-1965
José L. Cardona-Cooper1950-
Victor Nigro1950-1969
Fernando Flores B.1958-1977
Milton H. López G.1965-1977
Eduardo Beeche T.1969-1971
Francisco Terán Valls1971-1977
Manuel Freer1977-
Gabriela Myers1977-
Rodolfo Sáenz O.1977-

UNITED STATES OF AMERICA

Lee F. Payne1950-1961*
Milton C. James1950-1951
Gordon W. Sloan1951-1957
John L. Kask1952
John L. Farley1953-1956
Arnie J. Suomela1957-1959
Robert L. Jones1958-1965†
Eugene D. Bennett1950-1968‡
J. L. McHugh1960-1970
John G. Driscoll, Jr.1962-1975**
William H. Holmstrom1966-1973
Donald P. Loker1969-1976
William M. Terry1970-1973§
Steven E. Schanes1973-1974
Robert C. Macdonald1973-
Wilvan G. Van Campen1974-1976
Jack Gorby1975-
Glen H. Copeland1976-1977
Wymberley Coerr1977-
Gerald V. Howard1977-

MEXICO

Rodolfo Ramirez G.1964-1966
Mauro Cárdenas F.1964-1968
Héctor Chapa Saldaña1964-1968
María Emilia Téllez B.1964-1971
Juan Luis Cifuentes L.1967-1970
Alejandro Cervantes D.1968-1970
Amin Zarur M.1968-1978
Arturo Diaz R.1970-1978
Joaquin Mercado F.1970-1977
Pedro Mercado S.1970-1975
Fernando Castro y Castro .1975-1977

*Deceased in service April 10, 1961
*Murió en servicio activo el 10 de abril de 1961
†Deceased in service April 26, 1965
†Murió en servicio activo el 26 de abril de 1965
‡Deceased in service December 18, 1968
‡Murió en servicio activo el 18 de diciembre de 1968
§Deceased in service May 5, 1973
§Murió en servicio activo el 5 de mayo de 1973
**Deceased in service October 16, 1975
**Murió en servicio activo el 16 de octubre de 1975

PANAMA

Miguel A. Corro1953-1957
Domingo A. Díaz1953-1957
Walter Myers, Jr.1953-1957
Juan L. de Obarrio1958-
Richard Eisenmann1958-1960
Gabriel Galindo1958-1960
Harmodio Arias, Jr.1961-1962
Roberto Novey1961-1962
Carlos A. López-Guevara ...1962-1974
Dora de Lanzner1963-1972
Camilo Quintero1963-1972
Arquimedes Franqueza1972-1974
Federico Humbert, Jr.1972-1974
Carolina T. de Mouritzen ...1974-
Jaime Valdéz1974-

CANADA

Emerson Gennis1968-1969
A. W. H. Needler1968-1972
E. B. Young1968-
Leo E. Labrosse1970-1972
Robert L. Payne1970-1974
G. Ernest Waring1970-1976
S. N. Tibbo1974-1977
James S. Beckett1977-

JAPAN

Tomonari Matsushita1971-1973
Shoichi Masuda1971-
Fumihiko Suzuki1971-1972
Seiya Nishida1972-1974
Kunio Yonezawa1973-
Harunori Kaya1974-1976
Michio Mizoguchi1976-1977

FRANCE

Serge Garache1973-
Robert Letaconnoux1973-
René Thibaudau1976-1977

NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla .1973-
Antonio Flores Arana1973-1976
José B. Godoy1976-
Octavio Gutierrez D.1977-
Jamil Urroz E.1977-

ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1978

INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission operates under the authority and direction of a convention originally entered into by the Republic of Costa Rica and the United States of America. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970 and France and Nicaragua in 1973. Ecuador withdrew from the Commission in 1968 and Mexico in 1978.

The principal duties of the Commission under the convention are (a) to study the biology, ecology, and population dynamics of the tunas and related species of the eastern Pacific Ocean with a view to determining the effects that fishing and natural factors have on their abundance and (b) to recommend appropriate conservation measures so that the stocks of fish can be maintained at levels which will afford maximum sustainable catches if and when Commission research shows such measures to be necessary.

To carry out this mission, the Commission is required to conduct a wide variety of investigations, both at sea and in the laboratory. The research is carried out by a permanent, internationally-recruited research and support staff selected and employed by the Director of Investigations, who is directly responsible to the Commission.

The scientific program is now in its 28th year. The results of its research are published by the Commission in its Bulletin series in English and Spanish, its two official languages. Reviews of each year's operations and activities are reported upon in its annual report, also in the two languages. Other studies are published in outside scientific journals and trade journals. By the end of 1978 the Commission's staff had published 114 bulletins, 176 articles in outside journals, and 27 annual reports. All scientific and annual reports have been given world-wide distribution, and thus have been made available for the critical scrutiny of a wide section of the world's scientific community.

COMMISSION MEETINGS

The Commission adjourned its 35th meeting, held in Mexico City on October 17, and 18, 1977, without agreeing to a resolution for the conservation of yellowfin during 1978. However, arrangements were made for obtaining such agreement by telephone or cable at a later date. By March 27, 1978, the Commission's Director of Investigations had received unanimous agreement to the following resolution:

The Inter-American Tropical Tuna Commission

Recognizing that the Commission does not yet have all the necessary information to establish precisely the maximum level of production which the stock is capable of sustaining, and

Considering also that the program of experimental fishing is designed to ascertain empirically the maximum average sustained yield from the yellowfin tuna stock by permitting catches substantially larger than the theoretical maximum predicted by present knowledge, and

Recognizing that the experimental fishing program has not yet clearly demonstrated that levels of catch beyond this theoretical maximum cannot be sustained,

Concludes that it is desirable to continue during 1978 the experimental fishing program of yellowfin tuna, and

Taking note of the agreement from the 21st Inter-Governmental Meeting on the Conservation of Yellowfin Tuna, which recommends certain management measures to the Commission,

Therefore recommends to the high contracting parties that they take joint action to:

1) Establish the annual catch limit (quota) on the total catch of yellowfin tuna for the calendar year of 1978 at 175,000 short tons from the CYRA, defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, and modified in Item 11 below, provided:

- a) that the Director of Investigations may increase this limit by no more than two successive increments if he concludes from reexamination of available data that such increase will offer no substantial danger to the stock. The first such increase shall be in the amount of 20,000 short tons and the second in the amount of 15,000 short tons;
- b) that if the annual catch rate is projected to fall below 3 short tons per standard day's fishing, measured in purse-seine units adjusted to levels of gear efficiency previous to 1962, as estimated by the Director of Investigations, the unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA shall be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield and shall be closed on a date to be fixed by the Director of Investigations.

2) Reserve a portion of the annual yellowfin tuna quota for an allowance for incidental catches of tuna fishing vessels when fishing in the CYRA for species normally taken mingled with yellowfin tuna after the closure of the unrestricted fishing for yellowfin tuna. The amount of this portion

should be determined by the Director of Investigations at such time as the catch of yellowfin tuna approaches the recommended quota for the year.

3) Allow vessels to enter the CYRA during the open season, which begins January 1, 1978, with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the vessels return to port for the first time after closure of the unrestricted fishery.

4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1978 at such date as the quantity already caught, plus the expected catch of yellowfin tuna by vessels which are at sea with permission to fish without restriction or will depart for sea under provision of Item 10, reaches 175,000, 195,000 or 210,000 short tons, if the Director of Investigations so determines that such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special allowances provided for in Items 6, 8 and 9, below, such date to be determined by the Director of Investigations.

5) Permit each vessel not provided with a special allowance under Items 6, 8, and 9 below, fishing for tuna in the CYRA after the closure date for the yellowfin tuna fishery, to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in catches of other species in the CYRA on each trip commenced during such closed season. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch of yellowfin tuna shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by all such vessels of a country so permitted shall not exceed 15 percent of the combined total catch taken by such vessels during the period these vessels are permitted to land incidental catches of yellowfin tuna.

6) Permit:

a)

- (1) the flag vessels of Panama and Nicaragua, which because of characteristics such as size, gear, or fishing techniques, present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until 6,000 short tons of yellowfin tuna are taken during the closed season by such vessels of each country;
- (2) the flag vessels of Costa Rica, because of circumstances similar to those referred to in Item 6(a) (1), to fish unrestricted for yellowfin tuna, until 7,500 short tons of yellowfin tuna are taken during the closed season by such vessels;
- (3) those member governments of the Commission referred to in Items 6(a) (1) and 6(a) (2) which are developing nations whose fisheries are in an early stage of development and which have the possibility during 1978 of

acquiring one or more fishing vessels that present special problems because of the size, gear, or fishing techniques, to request through the Commission a study of the specific problem and a recommendation for a solution. Unless all member governments express agreement with the proposed solution, such government shall, jointly or individually, by the same agency, request a meeting of a special working group of all members of the Commission with the purpose of finding a satisfactory solution. Both consultations may be transmitted telegraphically to all member countries, and their replies shall be transmitted within 10 days.

- b) the flag vessels of each of those members of the Commission not referred to in Item 6(a) which are developing countries and whose fisheries are in the early stage of development (that is, whose tuna catches in the Convention area in 1970 did not exceed 12,000 short tons and whose total fish catches in 1969 did not exceed 400,000 metric tons) which, because of characteristics such as size, gear, or fishing techniques present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until the aggregate catch of yellowfin tuna by each of such member countries taken during all of 1978 reaches 26,500 short tons.
- c) the flag vessels of those nations not referred to in Items 6(a) or 6(b) which are less than 400 short tons capacity, or which entered the yellowfin fishery prior to January 1, 1960, to fish unrestricted for yellowfin tuna until 6,000 short tons of yellowfin tuna are taken during the closed season by such vessels of each country or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the catch of yellowfin tuna during the closed season by such vessels of each country to 6,000 short tons.

The vessels referred to in Items 6(a), 6(b), and 6(c) shall be permitted to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in the catch of other species in the CYRA on each trip commenced after the amounts referred to in Items 6(a), 6(b), and 6(c) have been caught. The vessels which shall be eligible for such fishing and the amount each vessel is permitted to land as an incidental catch shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels, provided that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by such vessels of each country so permitted shall not exceed 15 percent of the total catch taken by such vessels of each country during trips commenced after

the amounts referred to in Items 6(a), 6(b), and 6(c) have been caught.

7) The species referred to in Items 2, 5, and 6 are skipjack tuna, big-eye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, black skipjack, bonito, billfishes, and sharks.

8) Permit, during 1978 only, 1,000 short tons of yellowfin tuna to be taken during the closed season by a vessel or vessels of the United States of America for continued research on the reduction of accidental porpoise mortality.

- 9) a) In order not to curtail their fisheries, those countries whose governments accept the Commission's recommendations, but whose fisheries of yellowfin tuna are not of significance, will be exempted of their obligations of compliance with the restrictive measures.
- b) Under present conditions, and according to the information available, an annual capture of 1,000 short tons of yellowfin tuna is the upper limit to enjoy said exemption.
- c) After the closure of the yellowfin tuna fishery, the governments of the contracting parties and cooperating countries may permit their vessels to land yellowfin tuna without restriction in any country described in Items 9(a) and 9(b) above which has canning facilities until such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during 1978 reaches 1,000 short tons.

10) For 1978 only, in order to avoid congestion of unloading and processing facilities around the date of the season closure and the danger that vessels may put to sea without adequate preparations, any vessel which completes its trip before the closure, or which is in port at the closure and completed a trip in the CYRA during 1977, may sail to fish freely for yellowfin tuna within the CYRA on any trip which is commenced within 30 days after the closure.

11) For 1978 only, exclude from the CYRA on an experimental basis the three areas defined as follows: (1) the area encompassed by a line drawn commencing at 110°W longitude and 5°N latitude extending east along 5°N latitude to 95°W longitude; thence south along 95°W longitude to 3°S latitude; thence east along 3°S latitude to 90°W longitude; thence south along 90°W longitude to 10°S latitude; thence west along 10°S latitude to 110°W longitude; thence north along 110°W longitude to 5°N latitude; (2) the area encompassed by a line drawn commencing at 115°W longitude and 5°N latitude extending west along 5°N latitude to 120°W longitude; thence north along 120°W longitude to 20°N latitude; thence east along 20°N latitude to 115°W longitude; thence south along 115°W longitude to 5°N latitude; (3) the area encompassed by a line drawn commencing at 90°W longitude and 12°S latitude extending east along 12°S latitude to 85°W

longitude; thence south along 85°W longitude to 15°S latitude; thence east along 15°S latitude to 80°W longitude; thence south along 80°W longitude to 30°S latitude; thence west along 30°S latitude to 90°W longitude; thence north along 90°W longitude to 12°S latitude. Because of the lack of data from these areas, it is also resolved:

- a) to urge all member governments to take the necessary steps to assure that data collected from vessels fishing in these areas are transmitted to the Commission;
- b) that if the Commission's staff determines that experimental fishing in the areas outlined above is adversely affecting the management program, the Director of Investigations be authorized to call a special meeting of the Commission to review the data and make appropriate recommendations.

12) Although it is recognized that the present regulatory system has served to conserve the yellowfin tuna resource, it is also resolved that because of the practical difficulties which have arisen from the present regulatory system, which was established under circumstances unlike those of the current situation in tuna exploitation, to urge all member countries to continue to make exhaustive studies and investigations in order to establish a new regulatory system beginning in 1979, or as soon as possible, which would satisfy the needs and interests of all the participants in the yellowfin tuna fishery of the eastern Pacific Ocean.

13) Request the member and cooperating governments to:

- a) adopt adequate legislation and regulation, when these do not exist, to prohibit and prosecute those who catch tuna in violation of the Commission's recommendations by vessels of their flags;
- b) assure that the activities of their flag vessels fishing tuna in the eastern Pacific Ocean during the closed season established by the Commission be adequately recorded and monitored. For this purpose:
 - (1) these vessels will fill out daily logbooks of their tuna operations, and these logbooks will be regularly inspected by authorized officials of the country of the flag to which they belong.
 - (2) these vessels will make daily radio reports to the government of the country to which they belong on the frequencies 16565.0-12421.0 or 8281.2 KHZ when they are outside of the CYRA and they will report immediately by radio on the frequencies 16565.0-12421.0 or 8281.2 KHZ each time that they enter or leave the CYRA.
 - (3) for those vessels which fish within as well as outside of the CYRA in the same trip during a closed season applicable to these vessels it will be considered that they

have caught all the tuna that they carry aboard inside the CYRA unless the tuna caught inside and outside of the CYRA has been stored and identified with the seal of a duly authorized official of the country of flag before the vessel moves its fishing operations to an area inside or outside of the CYRA, as the case may be.

- c) inspect or make arrangements for inspection, if bilateral agreements are established, of all the unloadings and transshipments of tuna by vessels of its flag that are fishing for tuna in the CYRA during the closed season applicable to that vessel. The member countries which permit such unloadings or transshipments within jurisdiction by vessels with flags of another country will cooperate with the country of that flag to make an adequate inspection.
 - d) apply the internal legislation of each country in accordance with the seriousness of the violation in order to assure compliance with the recommendations of the Commission;
 - e) cooperate with the member governments in the promotion of effective implementation of this recommendation, considering and taking notice of necessary action on reports, submitted by other member countries regarding tuna fishing within the CYRA;
 - f) collaborate with member governments in the examination of the functioning of these recommendations.
- 14) Obtain by appropriate measures the cooperation of those governments whose vessels operate in the fishery, but which are not parties to the Convention for the establishment of an Inter-American Tropical Tuna Commission, to put into effect these conservation measures.

The Commission's 36th meeting was held in Tokyo, Japan, on October 16, 17 and 18, 1978 at the Ministry of Foreign Affairs. Each member country was represented by one or more of its regular commissioners. In addition, there were advisors from several of the member countries and observers from Chile, Colombia, Ecuador, New Caledonia, New Zealand, Peru, Republic of China, Republic of Korea, Spain, Venezuela, and the Comision Permanente del Pacifico Sur.

The following agenda was adopted:

1. Opening of the Meeting
2. Consideration and Adoption of the Agenda
3. Review of Current Research
4. The Commission's Porpoise Program
5. The 1978 Fishing Year
6. Assessment Studies of Yellowfin Tuna in the Eastern Pacific Ocean
7. Assessment Studies of Skipjack Tuna in the Eastern Pacific Ocean

8. Recommended Research Program and Budget for FY 1980-1981
9. Considerations of a New or Modified Tuna Convention
10. Place and Date of Next Meeting
11. Election of Officers
12. Other Business
13. Adjournment

The Commission's scientific staff recommended a reduced initial yellowfin catch quota of 165,000 short tons for the 1979 fishing year. The rationale for this reduced quota is given in background documents of the meeting, which are available from the Commission upon request.

The 22nd Inter-Governmental Meeting on the Conservation of Yellowfin Tuna was held in Tokyo on October 16 immediately following a recess of the IATTC meeting. Since agreement could not be reached during the inter-governmental meeting on methods of implementing the conservation quota, the Commission did not take action on setting a quota for 1979, nor did it take action on any other major agenda items requiring a vote. The chairman recessed the 36th meeting of IATTC until a later time and at another place to be decided through diplomatic channels.

ADMINISTRATION

BUDGET

The Commission received the full amount (\$1,225,498) of funds requested to carry out its regular tuna research program in fiscal year 1977-1978. In addition, the Commission was given \$500,000 of the \$572,560 requested in a supplementary budget to fund the special tuna-porpoise research project agreed to at its 34th meeting in June 1977. Unfortunately the funds for this special project were received only a short time before the end of the fiscal year, so it was not possible to carry out much of the planned investigations on porpoise. Work accomplished in this project during 1978 is described in this report beginning on page 99.

At its 33rd meeting, held in Managua, Nicaragua, in October 1976, the Commission unanimously approved the research program for fiscal year 1978-1979 presented by the Director of Investigations, as well as the \$1,230,224 to carry it out. At its 35th meeting, held in Mexico City in October 1977, the Commission approved a supplementary budget of \$640,427 for porpoise research in fiscal year 1978-1979. As of December 31, 1978, the Commission had not been advised of the total amount of funds that it can expect to receive in fiscal year 1978-1979.

FINANCIAL STATEMENT

The Commission's financial accounts were audited four times during the year by the Public Accountant firm of John W. Sutliff, San Diego, California. Copies of the accountant's reports were sent to the Chairman and to the Depository Government (U.S.A.). A summary of the year-end account for fiscal year 1976-1977 is shown below:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION**Source and Disposition of Funds
October 1, 1977 to September 30, 1978****U. S. DOLLAR ACCOUNT****Source of Funds**

Unexpended balance (including unliquidated obligations)* October 1, 1977	\$ 366,041.84
U.S.A.	1,603,000.00
Mexico	121,403.47
Canada	31,717.00
Japan	22,925.00
Costa Rica	11,169.55
Panama	1,250.00
France	500.00
Nicaragua	625.00
Other receipts	38,130.48
TOTAL	\$2,196,762.34

*The unexpended balance includes \$51,772.22 of unpaid commitments.

Disposition of Funds

Advances	\$ 33,714.91
Project expenditures	
1) By project	
A. Administrative expenses	\$234,614.74
B. Research on bait species	—
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	253,902.86
D. Tuna biology	463,599.50
E. Oceanography	31,407.91
F. Tuna tagging	225,414.40
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	73,049.51
2) By budget object	
01—Salaries	708,467.93
02—Travel	60,832.22
03—Transportation of things	9,796.81
04—Communications	11,251.91
05—Rents and utilities	5,350.59
06—Printing and binding	29,446.06
07—Contractual services	216,462.15
08—Supplies and materials	23,752.93
09—Equipment	12,534.86
13—Rewards for tags	8,922.80
15—Employer's contributions to U.S. Social Security	33,788.11
16—Life insurance	1,229.16
17—Employer's contribution to Pension Plan	127,883.07
18—Disability insurance	2,283.42
19—Employer's contribution to Group insurance	13,431.06
20—Accidental death and dismemberment	(67.16)
21—Workmen's Compensation	16,623.00
	\$1,281,988.92
Purchase of soles (for operations in Peru)	10,000.00
Purchase of sueres (for operations in Ecuador)	10,000.00
Cash in bank	860,749.18
Cash on hand	300.00
	\$861,049.18
Less reserves	
Group Insurance	2,834.01
Pension	(2,418.34)
Deposits	425.00
TOTAL	\$2,196,762.34

COSTA RICAN COLON ACCOUNT**Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1977	₡ 637.21
Cash in bank	₡ 637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT**Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1977	S/298,965.94
Purchase of sueres with dollars	259,000.00
TOTAL	S/557,965.94

Disposition of Funds

Advances	S/ 40,000.00
Project expenditures	
1) By project	
C. Collection, compilation and analysis of catch statistics	S/ 91,701.67
F. Tuna tagging	25.00
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	206,001.72
2) By budget object	
01—Salaries	114,300.00
02—Travel	66,764.24
03—Transportation of things	15,866.00
04—Communications	20,837.75
05—Rents and utilities	33,830.55
06—Printing	18,066.00
07—Contractual services	20,473.00
08—Supplies and material	7,565.85
09—Equipment	
13—Tag rewards	25.00
Cash in bank	297,728.39
TOTAL	220,237.55
	S/557,965.94

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1977	S/o. 660,279.13
Purchase of soles with dollars	1,800,000.00
TOTAL	2,460,279.13

Disposition of Funds

Advances	S/o. 15,600.00
1) By project	
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	860,392.02
2) By budget object	
01—Salaries	682,856.02
02—Travel	70,328.00
04—Communications	5,231.00
05—Rents and utilities	34,500.00
08—Supplies and materials	198.00
15—Employer's contribution to Social Security	67,279.00
Cash in bank	860,392.02
TOTAL	1,584,287.11
	S/o.2,460,279.13

INTER-AGENCY COOPERATION

During 1978 the scientific staff continued to maintain close contact with university, governmental and private research organizations and institutions on both the national and international level. This contact enables the staff to keep abreast of the rapid advances and developments taking place in fisheries research and oceanography throughout the world. Some aspects of these relationships are described below.

The Commission's headquarters are located on the campus of Scripps Institution of Oceanography in La Jolla, California, one of the major world centers for the study of marine science and the headquarters for many state and federal agencies involved in fisheries, oceanography and ancillary sciences. This situation provides the staff an excellent opportunity to maintain daily contact with scientists of these organizations.

Also in 1978 the Commission maintained close working relationships with fishery agencies and institutes of its member countries as well as similar institutions in other parts of Asia, Europe, Latin America and the Pacific Islands.

The very cordial and productive relationship which this Commission has enjoyed with the International Commission of the Conservation of Atlantic Tunas, the Comision Permanente del Pacifico Sur, The South Pacific Commission, the Food and Agriculture Organization of the United Nations and other international bodies, continued during the year.

Members of the staff have participated throughout the year in numerous scientific meetings at the national and international level, and have served on many panels, working parties and advisory groups. They have also held faculty positions at several universities and in some cases have taught courses in their fields of special competence at these universities.

In 1977 the IATTC, in cooperation with the Centre National pour l'Exploration des Océans, the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, and the Service de la Peche de la Polynésie Francaise, initiated an investigation to learn more about the relations of skipjack of various parts of the eastern and central Pacific Ocean by means of tagging in the Marquesas Islands. The first cooperative tagging cruise was conducted aboard a French research vessel during September-November 1977, and the results were reported in the Commission's annual report for 1977. In 1978 this cooperative research effort was continued, first by means of the charter (4 months) of a U.S. tuna baitboat which fished in the Marquesas, Tuamotu and Society Islands during the period February to May, and then again by the charter of a small fishing schooner which commenced tagging for a period of 6 to 12 months in the Marquesas Islands in December. The results of the tagging work in 1978 are described later in this report.

FIELD OFFICES

In addition to its headquarters at La Jolla, California, the Commission maintains field offices in several important tuna industry centers.

An office with a permanent staff of two is maintained in Terminal Island, California. The staff members there are concerned primarily with the collection and compilation of catch and effort statistics and landing records and the measurement of tunas. They also recover tuna tags, and collect such other biological, statistical, and general fishing information as is necessary.

The Commission has a similar office in Mayaguez, Puerto Rico with two full-time employees who, in turn, employ seasonal assistance. These employees also regularly visit Ponce, the other principal tuna port in Puerto Rico.

One Commission technician is stationed in Ensenada, Baja California, Mexico's principal tuna port. He devotes most of his time to the measurement of tunas, but also collects other scientific data on the fishery.

One technician is stationed in Panama, where he collects logbook records of vessels which transfer their catches to freezer vessels in that country and of vessels which pass through the Panama Canal to unload in Atlantic ports or to fish in the Atlantic Ocean after having fished in the eastern Pacific Ocean. He also devotes some of his time to the measurement of tunas in Panama, and travels to Puntarenas, Costa Rica three or four times a year to collect tuna statistics there.

The Commission has two staff members in Manta, Ecuador. Ecuador's sizeable tuna industry is centered there, and Salinas and Guayaquil, the other two principal ports, are fairly accessible to Manta. The Commission personnel in Ecuador concentrate their effort chiefly on the collection of catch statistical data, but also devote time to measuring tunas and studies of tuna baitfish. These staff members also collect tuna statistics in Colombia and Venezuela from time to time.

In Peru the Commission employs one full-time member who is stationed in Coishco. He collects catch statistical data and other biological and fishing information at Coishco and Paita, the two principal tuna ports.

PUBLICATIONS AND REPORTS

The prompt and complete publication of research is one of the most important elements of the Commission's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community and the public at large are currently informed of the research findings by the Commission's scientific staff. The publication of basic data, methods of analysis, and the conclusions therefrom afford an opportunity for critical

review by other researchers, and this insures the soundness of the conclusions reached by the Commission's staff, as well as enlisting the interest of other scientists in the Commission's research.

The Commission publishes the research of its staff, and of cooperating scientists, in its Bulletin series. During 1978, one additional publication was issued in this series, in English and Spanish:

Suzuki, Z., P. K. Tomlinson and M. Honma. 1978. Population structure of Pacific yellowfin tuna (English and Spanish). IATTC, Bulletin, Vol. **17**(5): 273-442.

One additional Commission Internal Report was also prepared in 1978: Klawe, W. L. 1978. World catches of tunas and tuna-like fishes in 1975. IATTC, Internal Report No. 11.

In addition to this bulletin and report, four papers by staff members were published in other periodicals:

173. Bayliff, William H. 1978. The eastern Pacific tuna fisheries in 1977. *Pacif. Fish. Rev. (The Fishermens News)*, **34**(2): 31, 33, 35-39.
174. Stevenson, Merritt and Y. Ikeda. 1978. Time series analysis of NOAA-4 sea surface temperature (SST) data. *Remote Sensing of Environ.* **7**: 349-360.
175. Klawe, W. L. 1978. Estimates of catches of tunas and billfishes by the Japanese, Korean and Taiwanese longliners from within the 200 mile economic zone of the member countries of the South Pacific Commission. *South Pacific Commission, Occasional Paper*, **10**: 41 pages.
176. Joseph, J. 1978. Tuna fisheries around the world: Their development, conservation and management. *New Zealand, Min. Agric. and Fish., Fish. Res. Div., Occasional Paper*, **15**: 57-62.

THE FISHERY IN 1978

RESUME

During 1978 vessels of 18 nations (Bermuda, Canada, Colombia, the Congo, Costa Rica, Ecuador, Japan, Korea, Mexico, Netherlands Antilles, New Zealand, Nicaragua, Panama, Peru, Senegal, Spain, U.S.A. and Venezuela) fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack, along with smaller quantities of other tunas. The three primary types of gear used to make the yellowfin and skipjack catches, in order of importance, were purse seine, pole and line, and longline.

Because of heavy exploitation the yellowfin fishery has been under international management since 1966, but it has not been demonstrated

that there is a need to implement conservation measures for the other species of tunas taken in the eastern Pacific fishery. The area in which the yellowfin conservation program applies, referred to as the Commission Yellowfin Regulatory Area (CYRA), is shown in Figure 1.

At its 35th meeting in October 1977 the Commission was unable to arrive at an agreement concerning a yellowfin conservation program in 1978, but did so subsequently (March 1978), expressing again its desire to continue the experimental fishing program (begun in 1969) which was designed to ascertain empirically the average maximum sustainable yield of yellowfin tuna from the CYRA. Accordingly it established a quota of 175,000 short tons (all tonnages referred to in this report are short tons unless indicated otherwise) of yellowfin for 1978, and made provision for increasing the amount by two successive increments of 20,000 and 15,000 tons if it was believed that such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also established several special allowances for yellowfin caught during the closed season: 1) 6,000 tons each for the tuna fleets of Panama and Nicaragua, 2) 7,500 tons for the Costa Rican fleet, 3) 6,000 tons for the small vessels of each of the other countries participating in the conservation program, and 4) a 15% incidental catch allowance. Finally, the Commission established a special provision allowing flag vessels of countries which meet certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin to fish unrestrictedly for yellowfin tuna until the aggregate catch of this species by each of such countries taken during all of 1978 reaches 26,500 tons.

At its 36th meeting, held in October 1978, the Commission staff recommended that the quota for 1979 be set at 165,000 tons with provision to increase it by successive increments to a total of as much as 210,000 tons at the discretion of the Director of Investigations. This recommendation was not acted on during the October meeting and is still pending approval.

During 1965 through 1978 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean increased from 46,743 to 186,791 tons.

During 1978 this fleet captured 182,032 tons of yellowfin and 184,601 tons of skipjack in the CYRA. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 15,711 tons of yellowfin and 3,116 tons of skipjack. Also, about 26 vessels which had participated in the CYRA fishery in 1978 also fished in the Atlantic Ocean and caught 11,242 tons of yellowfin and 9,468 tons of skipjack there.

As required by the Commission's resolution, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the expected catch by vessels which are in port or at sea at that time with permission to fish without restriction until loaded,

reaches the quota for the year minus the portion reserved for the 15% incidental catch and special allocations for small boats and newly-constructed vessels. The closure data during 1978 was May 6 (0001 hours). The corresponding dates for the previous years were September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969, March 23, 1970, April 9, 1971, March 5, 1972, March 8, 1973, March 18, 1974, March 13, 1975, March 27, 1976, and July 7, 1977. The extended open season during 1977 was due to a sharp reduction of effort, and thus of catch, during early 1977.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

Catches of yellowfin, skipjack and bigeye from the CYRA, by the eastern Pacific tuna fleet, 1961 through 1978, are shown in part A of Table 1. The catch figures for yellowfin and skipjack are essentially complete except for insignificant amounts taken by some individual sports and artisanal fisheries. However, the bigeye totals do not include longline catches of this species. Surface catches of the same three species from the area west of the CYRA and east of 150°W are also shown in this part of Table 1. The totals do not include longline catches of any of these species.

The eastern Pacific tuna fleet is defined here as those vessels which have fished in the CYRA all or part of the year for yellowfin, skipjack or bluefin. Some of these vessels, such as the larger seiners and baitboats, fish almost exclusively for these species whereas others, particularly the smaller vessels, may spend most of the year fishing for other species of tunas. For example, most of the jig (troll) vessels on the U.S. West Coast normally fish for albacore, but may enter the tropical tuna fishery when albacore fishing is poor. Also some vessels which are outfitted primarily for fishing species other than tunas occasionally change their fishing gear temporarily to participate in the fishery for yellowfin, skipjack or bluefin. For example, some small seiners which normally carry nets designed to fish for anchovies, sardines or mackerel sometimes rig their vessels temporarily to fish for tunas. When these smaller vessels are fishing for albacore, mackerel, bonito, black skipjack or species other than tunas, the Commission includes their catches in its statistical system only if some part of their catch for the year consists of yellowfin, skipjack or bluefin from the CYRA.

The catches of other tunas or tuna-like species (bluefin, bonito, albacore and black skipjack) taken by the eastern Pacific tuna fleet in the eastern Pacific are shown in part B of Table 1. The bluefin and albacore totals do not include catches of this species made by longliners; also it should be kept in mind that substantial amounts of bonito, albacore and black skipjack are taken by sportsmen and/or by vessels which are not considered part of the eastern Pacific tuna fleet. For example, in 1978 the total catch of albacore taken by the U.S. surface fleet in the eastern Pacific

was about 18,500 tons, of which the eastern Pacific tuna fleet (defined above) landed only 1,368 tons.

The catches of yellowfin, skipjack and bigeye taken by the eastern Pacific tuna fleet in the western Pacific and Atlantic Ocean are shown in Table 1, Part B. (These figures, of course, represent only a small fraction of the total amount of these species taken in these two areas because other fleets fish there also.)

Finally it will be noted that part B of Table 1 includes columns labeled "OS," which signifies other species. This category includes *inter alia* Atlantic little tuna, Atlantic blackfin tuna and bullet or frigate tuna (*Auxis*) caught by the eastern Pacific tuna fleet, together with small quantities of fish unrelated to tunas.

The preliminary estimate of the yellowfin catch from the CYRA in 1978 is 182,032 tons, which is about 20,927 tons below the 1977 CYRA catch and 9,795 tons below the average annual catch of the previous five years. Included in the CYRA catch are about 14,172 tons of yellowfin that were taken from the experimental fishing areas outlined in Figure 1 and described in the Commission's resolution detailing the yellowfin conservation program for 1978 (see page 11). The preliminary estimate of the skipjack catch from the CYRA in 1978 is 184,601 tons, the largest catch of this species ever taken in this area. The record catch of skipjack from the CYRA is more than double the 1977 catch and 84,839 tons greater than the average catch during the previous five years. The skipjack catch from the CYRA includes 6,226 tons captured in the experimental areas. The preliminary estimate of the combined yellowfin and skipjack catch from the CYRA in 1978 (366,633 tons) is 70,987 tons greater than the catch in 1977 and 75,044 tons greater than the average of the previous five years.

The preliminary estimate of the yellowfin and skipjack catch from the area between the CYRA boundary and 150°W in 1978 is 15,711 tons and 3,116 tons, respectively, a combined total of 18,827 tons, which is the lowest catch from this area since the fishery began in 1968, despite relatively normal weather conditions.

The combined catch of all the species from all ocean fishing areas shown in Table 1 (443,046 tons) during 1978 was 67,932 tons greater than that of 1977 and 53,319 tons above the annual average catch for the previous five years.

The annual catches of yellowfin and skipjack from the CYRA in 1978 are listed by flag of vessel in the upper part of Table 2. The percentage of the total CYRA catch taken by each country is also given. Landings by country of landing are shown in the lower portion of Table 2. Landings are the amounts of fish unloaded during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is that in which the fish were

unloaded from the fishing vessel or, in the case of transshipments, the country that received the transshipped fish. During 1978 the CYRA catch was made by vessels from 18 countries and it was landed in 14 countries.

The geographical distribution of the 1978 yellowfin catch made by purse seiners in the eastern Pacific Ocean is shown in Figure 2. The most productive yellowfin areas were in the Gulf of California, west of southern Baja California, offshore of Central America, the Panama Bight, and the Gulf of Guayaquil. The yellowfin catch areas west of the CYRA were about the same as during previous years, but less productive. About 69% of the eastern Pacific yellowfin catch was taken between the equator and 15°N.

The geographical distribution of the 1978 skipjack catch is shown in Figure 3. The areas of highest skipjack catch were near the southern tip of Baja California, off Central America, the Panama Bight, and the Gulf of Guayaquil. About 85% of the logged skipjack catch was taken between the equator and 15°N.

The logged catches of yellowfin and skipjack taken during unregulated and regulated trips from the CYRA are shown in Table 3 by six latitudinal areas in the CYRA for 1974-1978. Catches made in the experimental fishing areas are included in the CYRA catches during 1974 and 1975 but excluded from those of 1976, 1977 and 1978. The catches shown represent the combined catches of purse seiners and baitboats as tabulated from log-book records. During unregulated trips in 1978 about 61% of the yellowfin and 73% of the skipjack catch was taken between 5°N and 15°N. During regulated trips the area north of 20°N produced the highest yellowfin catch, and the largest skipjack catch was taken between the equator and 5°N. About 75% of the combined catch of yellowfin and skipjack in the CYRA was taken between the equator and 15°N.

THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

The Commission maintains records of gear, flag and tuna carrying capacity for most of the vessels that fish for tunas in the eastern Pacific Ocean. Records are not maintained for individual longline vessels which fish in the CYRA nor for canoes and other small craft which land tunas in various Pacific coast ports.

Vessels are grouped by size class based on their carrying capacity of yellowfin and skipjack as follows: class 1, less than 51 tons; class 2, 51-100 tons; class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; and class 6, 401 or more tons. The landings records of each vessel are reviewed annually and carrying capacities are revised when necessary. Owners' or builders' estimates of capacity are used for new vessels. For smaller day-trip baitboats and some of the small jig boats, the capacity stated by the owners or captains is used. If the registered net tonnage is known the carrying capacity is estimated from the ratio of these two

parameters from other vessels of the same type. If information is unavailable a capacity of 25 tons is assigned to the vessel. Vessels which sink or leave the fishery after fishing in the eastern Pacific Ocean during the year are included in the fleet for the entire year. Vessels changing flag are listed under the new flag if a fishing trip is started under the new flag during the year.

The number of vessels and carrying capacity of the eastern Pacific Ocean tuna fleet is shown in Table 4 by flag, gear and size class. (Colombia is omitted from the table because her tuna catches are made by canoes or other small vessels of which the Commission does not keep track.) During 1978, vessels of 18 nations participated in the eastern Pacific tuna fishery. Korea had two vessels, both baitboats, operating in the fishery for the first time. In terms of capacity the 1978 fleet was composed of 96.8% seiners, 2.6% baitboats, 0.5% jigboats and 0.1% bolicheras. In terms of the number of vessels, seiners made up 71.1%, baitboats 17.7%, jigboats 9.0% and bolicheras 2.2%.

The fleets of the People's Republic of Congo, Costa Rica, Ecuador, Netherlands Antilles and Peru increased in capacity during 1978; those of Bermuda, Canada, Mexico, New Zealand, Nicaragua, Panama, Senegal and Venezuela remained about the same; and those of Spain and U.S.A. decreased. The number and the tonnage of vessels under the Netherlands Antilles flag doubled over that in 1977. The capacity of U.S.A. flag vessels decreased by 5,920 tons due mainly to loss by sinkings; also a few vessels changed to the flags of other nations. The total fleet capacity increased by 3,709 tons in 1978.

The number of vessels and the carrying capacity of the international fleet which fished in the eastern Pacific Ocean during each year between 1965 and 1978 and the change in capacity from the previous year is shown below:

Year	Number of Vessels	Capacity	Change in capacity
1965	282	48,712	
1966	250	46,305	- 2,407
1967	244	46,488	+ 183
1968	265	58,756	+12,268
1969	264	63,656	+ 4,900
1970	285	73,822	+10,166
1971	357	95,324	+21,502
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	392	184,872	+15,452
1977	354	183,082	- 1,790
1978	367	186,791	+ 3,709

After a slight decline in 1977, the total fleet capacity has begun to increase again, but at a much lower rate than in the decade from 1967 to 1976. It is expected that present and planned new construction will increase the fleet capacity again in 1979.

RESEARCH IN 1978**ABUNDANCE OF TUNAS AND SUCCESS OF FISHING****Recent trends in the catch per standard day's fishing**

The catch per standard day's fishing (CPSDF) is used by the Commission's staff as an index of relative apparent abundance of yellowfin and skipjack, as well as an index of relative fishing success. The CPSDF is calculated from logbook records which are collected from most of the vessels fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean. The CPSDF is influenced by temporal and spatial changes in the availability and vulnerability of the fish, as well as variability in the distribution of fishing effort. Some of these changes can be estimated and adjusted for; the others are assumed to average out over the long term. Since the early 1960's the major share of the yellowfin and skipjack catch has been taken by purse seiners; therefore the CPSDF of those vessels is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDFs (short tons) for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1978 in the CYRA are shown in Figures 4 and 5. Annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal lines. The data for 1978 are preliminary.

Yellowfin CPSDF

Until 1966 there was no restriction on yellowfin fishing, and all logbook records which met certain criteria for species composition and accuracy were used to compute the CPSDF. Starting in 1966, when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to calculate the CPSDF. Since 1962, the CPSDF has been adjusted for changes in the portion of sets which are successful to correct for changes in gear efficiency.

For the period of years shown the yellowfin CPSDF was highest in early 1960, at the time when purse seining first became the dominant method of fishing. As fishing effort increased the CPSDF declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962. The CPSDF remained low in 1963, but increased in the early part of 1964. In the latter half of 1964 the CPSDF declined to a level not greatly above that of mid-1963 and remained at about that level through 1965. In 1966 the CPSDF began to increase, and this upward trend continued in 1967 and 1968 as the fishery expanded offshore. The CPSDF did not, however, reach the levels attained in the early months of 1960 and 1961. In 1968, 1969 and 1970 the annual values remained fairly constant at a moderately high level; this was followed by a sharp decline in 1971, a good year for skipjack. In 1972 the CPSDF increased substantially and remained near the 1968-1970 level for the first four months of the year. There was a steady decline in the annual CPSDF from 1972 through 1975, when the index reached the lowest point

since 1965. In 1976 the annual CPSDF was up slightly from 1975. In 1977 the CPSDF was low for the first three months of the year. This may have been largely due to most of the U.S.-flag seiners remaining in port, linked with a dispute over regulations concerning fishing on schools of yellowfin associated with porpoise. When these vessels returned to sea the CPSDF improved substantially. In 1978 the CPSDF was low all year. The preliminary estimate of the annual CPSDF is the lowest of the entire 19-year series. The CYRA tuna fishery in 1978 was unusual in that the catch of skipjack reached an all-time high and the average size of both yellowfin and skipjack was the smallest ever recorded. Also the catch of yellowfin associated with porpoise was much lower than usual. All of these factors may have contributed to the low CPSDF in 1978.

From 1967 through 1975 there was very little unregulated fishing effort in the last half of the year. Beginning in 1976 the amount of unregulated fishing effort has increased in the last half of the year due to the increased size of the experimental area (see Figure 1), which is open to unrestricted yellowfin fishing all year, and to the late closure of the unregulated season in 1977 and 1978. Despite this, there was considerably more fishing effort in the first half than in the last half of 1976-1978. Since the early part of the year is the season when yellowfin abundance is usually highest, as can be seen from the monthly CPSDF for 1960-1965 in Figure 4, it is possible that annual abundance has been overestimated in the years during which the yellowfin catch quota was in effect in relation to the years before there was any limitation on yellowfin catch. To examine this the CPSDF has been calculated from the cumulative catch and effort for the first four months of each year; these values are represented by the horizontal dashed lines in Figure 4. The January-April values of the CPSDF are much higher than the annual values in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two values are much closer together, and in 1969, 1973, 1974, 1977 and 1978 the annual values are slightly higher than the January-April values. The CPSDF for the first four months and the CPSDF for the whole year show the same trends of high and low points over the 19-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 5 for 1960-1978. From 1966 on the data from unregulated and regulated trips have been combined to compute the index. In most years between 1960 and 1973 the CPSDF was low in the early part of the year, highest in the middle of the year and low again at the end of the year. In more recent years, however, peaks in the CPSDF occurred early and late in the year with the low point of the year occurring in August. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis, in 1963, 1967 and 1971. In 1972 the annual CPSDF fell to the lowest level since 1960, and in 1973 it was only slightly higher.

The annual CPSDF increased in 1974 and 1975 and declined again in 1976 and 1977. In 1978 the annual CPSDF increased substantially, nearly reaching the level attained in 1971.

Catch per ton of carrying capacity

The catch per ton of carrying capacity (CPTCC) serves as an index to examine trends in economic efficiency of different sizes of vessels from year to year. The CPTCC is calculated by summing the catch for a size class of vessel from all ocean fishing areas and all regulation statuses and dividing by the total tons of carrying capacity for each size class. This is done for each species caught and for all species combined. The vessels used include all vessels of the international CYRA purse-seine fleet of 101 or more tons of carrying capacity which made at least one unregulated trip in the CYRA each year. The vessels have been grouped into the following size classes: class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; class 6, 401-600 tons; class 7, 601-800 tons; class 8, 801-1000 tons; class 9, 1001-1200 tons; class 10, 1201 tons and above.

The CPTCC for 1961-1978 is shown in Table 5 by size class and for all size classes combined for yellowfin, skipjack, other species and all species combined. "Other species" includes bigeye, bluefin, bonito, albacore and black skipjack. The figures for 1978 are preliminary. The 1978 CPTCC, all size classes combined, for yellowfin is 1.13, the lowest in the 18-year series. The highest value in the series is 3.44, which occurred in 1961. The 1978 CPTCC, all size classes, for skipjack is also 1.13, the highest value since 1971. The highest skipjack CPTCC in the series is 2.75 which occurred in 1967. The 1978 CPTCC, all size classes, all species, is 2.38; the second lowest in the series. The highest value in the series is 5.48 (1967) and the lowest is 2.03 (1977). In 1978 the all-species combined CPTCC was the highest for class 5 (3.16) and lowest for class 10 (1.97).

Standardization of catch rates

The purpose of this study is to improve the yellowfin abundance estimates which are based on catch rates. The index that is currently used by the Commission, the catch per standard day's fishing, uses day's fishing as the measure of effort, and standardizes the effort of vessels with different capacities using an *ad hoc* procedure. The major differences in the current work are that fishing effort is defined as the elapsed time between successful sets, and that catch rates are standardized for a range of vessel characteristics, environmental conditions and fishing mode, using a general linear model.

One of the prerequisites for this work was the inclusion of data for past years in the computerized logbook data system. During the year data back to 1970 were added to the system, and we are now able to get catch rate estimates back to 1970 with the new procedure.

The vessel characteristics used are capacity (0-499 tons, 600-999 tons, and 1000 tons and over), vessel speed, vessel age, and net length and depth, while the environmental variables are sea-surface temperature and wind speed. The fishing mode is a classification of the 5° area-month strata as those in which more than two-thirds of the catch of yellowfin or skipjack was taken from porpoise-associated schools, those in which two-thirds or more was from log or school-fish sets, or those in which neither type predominated. This classification was further divided by area, that is inside or outside the CYRA. Because some categories in the final classification have few or no observations only three (school-fish and log strata inside the CYRA, porpoise strata inside the CYRA, porpoise strata outside the CYRA) are used in the linear model.

The effects of these factors on the logarithm of the catch rates of yellowfin were estimated using the data from 1970 to 1978. The data for 1978 are not yet complete, and consequently estimates are provisional. After variables which did not have important effects were eliminated the analysis of variance shown in Table 6 was obtained. In this table the sum of squares for each factor is that by which the residual sum of squares would increase if that factor were removed from the model.

The estimable parameters of interest in estimating relative abundance are contrasts of year and year-stratum type interactions, and these are shown with the catch per standard day's fishing inside the CYRA in Figure 6. In each case the estimates are relative to the catch rates in 1970.

All of the panels in Figure 6 show declining catch rates over the period, though the pattern of decline is different in each case. The most consistent decline is for porpoise strata inside the CYRA, which has been falling steadily since 1970. The catch rate in porpoise strata outside the CYRA has only declined slightly since 1973. Exploitation of the outside area began in the late 1960's, though it was not until 1972 that the catch reached 40,000 tons. The large drop in the catch rate for school fish and log strata in 1971 and subsequent recovery in 1972 seems to be too large a fluctuation to be caused only by a change in abundance. It is likely that this shows a change in availability that was not associated with the factors used in the standardization model.

Some preliminary work on using vertical temperature profiles as an environmental variable has been undertaken. Vertical temperature profiles were obtained from U.S. National Oceanographic Data Center tapes of expendable bathythermograph observations. A computer program was written to extract estimates of the average depth of the 23°C and 15°C isotherms for 5°square-month strata for 1972 to 1976. The initial analysis examined the effect of isotherm depth on catch rates, without taking into account the effects of the vessel characteristics. This suggested that the effect of thermal profiles on catch rates was a little more marked than the effect of sea-surface temperature.

Bluefin studies

During the period 1973-1978 the bluefin catch by the eastern Pacific tuna-fleet has ranged from 11.6 to 5.1 thousand tons. Almost all of the catch is made by purse seiners along the west coast of Baja California and southern California between about 23° and 35°N. Catches have been made in all months of the year, but most of the catch is made during May through October.

The Commission has collected logbook information on the catch and effort directed toward bluefin tuna for several years in conjunction with the collection of logbook data on yellowfin and skipjack. In 1977 a computer program was prepared to extract and summarize bluefin data from the logbook data bank. To date the logbook data for 1973 through 1978 have been processed. The Commission has collected length-frequency samples of bluefin since 1973.

Since nearly all of the bluefin catch is made north of 23°N and in May through October it was decided to use the logged catch and effort data from this area-time stratum to compute an estimate of bluefin catch per unit of effort. In some years, however, there is little or no bluefin catch made in May or October. Therefore, it was tentatively decided to use the catch and effort data of May through October, but to start with the first month in this period in which 100 tons or more bluefin catch were logged and to end with the last month in this period in which 100 or more tons of bluefin catch were logged. The estimates of bluefin catch per unit of effort and the months used to compute the index are given below:

Year	Months used	Catch per day (tons)
1973	6-9	3.18
1974	6-9	1.93
1975	6-10	3.00
1976	5-10	3.29
1977	5-10	2.05
1978	6-9	1.78

In 1978 the bluefin season started late and ended early. There was no catch recorded in May, and only a few tons were caught in October.

The annual length-frequency distributions of bluefin for 1973-1978 are shown in Figure 7. During this period the average weight of bluefin ranged from 18.6 pounds (8.4 kg) in 1973 to 56.6 pounds (25.7 kg) in 1977. The average weight in 1978 was 28.2 pounds (12.8 kg).

POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS

Tuna tagging

The Commission's tagging program in the Marquesas, Tuamotu, and Society Islands, and the results of the first tagging cruise in those areas, are described in the Commission's annual report for 1977.

The second tagging cruise was conducted aboard the chartered bait-boat *Mary K.* during February-April 1978. During this cruise the following numbers of fish were tagged:

	Yellowfin	Skipjack	Total
Marquesas Islands	276	106	382
Marquesas to Tuamotu Islands	5	4	9
Tuamotu Islands	70	231	301
Tuamotu to Society Islands	2	235	237
Society Islands	258	421	679
Total	611	997	1,608

The lengths of the tagged skipjack ranged from 41 to 61 cm, and those of the yellowfin from 41 to 102 cm; the great majority of the latter were 50 to 70 cm long. The numbers of schools seen per hour of searching were as follows: Marquesas Islands, 0.18; Tuamotu Islands, 0.29; Society Islands, 0.37. Although the incidence of schools was lowest in the Marquesas Islands, scattered fish were seen frequently there. Mixed yellowfin and skipjack schools were the most common, but a few yellowfin schools were also seen. The schools tended to be larger in the Tuamotu and Society Islands. Several schools of about 200 tons of skipjack were seen in these two island groups, and one school of about 200 tons of yellowfin was seen in the Society Islands. In general, it was difficult to approach the schools and keep them near the boat.

For the third cruise the combination baitboat-troller *Cornucopia* was chartered, beginning in December 1978. This vessel will continue to work in the area for 6 to 12 months. During December 10 yellowfin and 43 skipjack were tagged in the Marquesas Islands. In addition to tagging, the Commission's staff had planned to anchor rafts in several locations in the hope of attracting tunas to them. Such rafts have been used successfully near the Philippine Islands and Hawaiian Islands. The first raft was anchored in December at 7°51.2'S-140°01.5'W in 26 fathoms (48 m). Two additional rafts will be anchored at other locations during January 1979.

Baitfish have proven to be scarce in all three island groups. The principal species caught are Marquesas sardines, *Sardinella marquesensis*, and faia, *Upeneus vittatus*, in the Marquesas Islands, and ouma, *Mulloidichthys samoensis*, mullet, *Neomyxus chaptalli*, and sprat, *Spratelloides atrofasciatus*, in the Society Islands. No bait has been caught in the Tuamotu Islands, but milkfish, *Chanos chanos*, were obtained from the Service de la Pêche de la Polynésie Française at Rangiroa.

There have been no returns of tagged fish from the first or third cruises, but 10 returns of tagged skipjack have been received from the second cruise. Seven of these fish were released near the Society Islands and recaptured in the same area by the *Mary K.* after only four days at liberty. The data for the other three are as follows:

Release		Recapture		Miles traveled	Days at liberty
Area	Date	Area	Date		
between Tuamotu and Society Isls.	Mar. 23	Society Islands	May 6	115	45
between Tuamotu and Society Isls.	Mar. 23	Tuamotu Islands	June 22	122	92
Tuamotu Islands	Mar. 18	Society Islands	July 14	187	119

A tagging trip aboard the chartered purse seiner *Enterprise* was conducted during the period of October 7 through December 23, 1978. Fishing took place mostly between 5°S and 5°N and between the coast and 90°W. The numbers of fish tagged were as follows: yellowfin, 973, skipjack, 12; bigeye, 161. Most of the yellowfin were less than 50 cm long. Some of the bigeye were less than 50 cm and some were between about 80 and 100 cm in length.

There were two tag returns of special interest during the year, both from skipjack. The data are as follows:

Release			Recapture		
Date	Area	Length	Date	Area	Length
Nov. 17, 1975	Roca Partida	54 cm	Jul. 24, 1978	21°53'N-157°39'W	805 mm
Jun. 9, 1976	21°18'N-111°03'W	44 cm	Jan. 28, 1978	13°50'N-158°40'E	unknown (6.7 kg)

A total of 26 tagged skipjack have now been released in the eastern Pacific and recaptured in the central or western Pacific. The first fish above was released by the chartered baitboat *Karen Mary* and recaptured by the Hawaii-based baitboat *Sea Queen*. It was at liberty 981 days, which is, as far as can be determined, the greatest time at liberty ever recorded for a tagged skipjack. The previous record was 858 days, for a fish released near Roca Partida in April 1960 and recaptured near Hawaii in August 1962. The second fish above was released by the chartered baitboat *Mary K.* and recaptured by the Japanese baitboat *No. 38 Seisbu Maru*. The fish was at liberty 599 days and traveled a net distance of 5,116 nautical miles. Dr. Kazuo Fujino of Japan, on the basis of studies of the biochemistry of samples of skipjack blood taken at many localities in the Pacific Ocean, has hypothesized that there are at least two subpopulations of this species in the Pacific Ocean, a western Pacific subpopulation and an eastern and central Pacific subpopulation. The boundary between the two subpopulations in the northern hemisphere occurs in the area between Japan and the Bonin and Mariana Islands in the northern winter and at about 165°E in the northern summer. Hence this recapture does not give any evidence that the hypothesis is incorrect.

Subpopulation studies

During the past decade an important facet of the Commission's research program has been studies directed toward the identification of stock structure for both yellowfin and skipjack tuna. The studies have been concerned primarily with the eastern Pacific, but not limited to that area. Serological studies both alone and in conjunction with morphometric studies have been carried out on over 14,000 yellowfin tuna from the eastern Pacific and 1,600 yellowfin tuna from the western Pacific. A smaller number of skipjack and bigeye tuna were collected from the same areas, and also from the Atlantic Ocean. Samples were composed of approximately

200 fish. Prior to 1978 the transferrin system was the major genetic system analyzed. During late 1977, and in 1978, serum samples were re-analyzed and an additional enzyme system, the PGI system, was identified. Hence it is now possible to classify samples on the basis of two enzyme systems, instead of just one. Thus the data bank was increased from one locus and two alleles to two loci with two alleles at one locus (the transferrin system); and four alleles at the second locus (the PGI system).

In 1978, the Commission altered the course of these studies in two important ways. First, the extensive sampling and field program conducted over the last decade was considerably diminished. Second, an intensive analysis of the data base and an appraisal of the results and the ongoing program was intensified. Dr. Gary D. Sharp, under whose supervision the data were collected, began a concluding analysis of the data. A considerable portion of the data was analyzed and summarized before Dr. Sharp left to take another position. Consulting scientists, Dr. Douglas Chapman, Dean of the College of Fisheries of the University of Washington, and Dr. John R. Calaprice, formerly with the Fisheries Research Board of Canada and the University of California at Santa Barbara, were given the task of reviewing certain aspects of the data, analysis, results and ongoing program. So far the analysis and the results as well as the review indicate that:

1. there are various forms of genetic heterogeneity within yellowfin and skipjack;
2. the limited number of useful polymorphisms and the difficulties of sampling have combined to make the task of completely unravelling details of the population structure of at least yellowfin with the methods now employed very difficult at best, and possibly even unattainable;
3. additional forms of analytical and statistical methods should be brought to bear on the program before altering present management models.

While it has been possible to make a case for statistical heterogeneity in the species, the management implications of these findings remain unclear. The main problem remains that of determining the origin and extent of this heterogeneity.

The analysis and review of 1978 again points out the need for a broader approach to the problem of stock differentiation. Simulation studies of the data on hand which were initiated in 1978 are being continued and evaluated, as is the feasibility of employing other techniques of assessing stock variation.

The examination of possible alternative methods of characterizing individual tuna in a manner useful for subpopulation studies was com-

menced during 1978. Variation in the chemical composition in the scales of salmon, the body composition of insects, and the feathers of wildfowl has been used to identify individuals of these species as to the area of geographic origin. The chemical "finger printing" is carried out electronically and the data in computer compatible format is easily dealt with. The techniques and methodology were developed at the research station of the Fisheries Research Board of Canada at Nanaimo B. C., where it is now employed on stock studies of various species of salmon and the Pacific herring.

Dr. Calaprice, who developed the technique while an employee of the Fisheries Research Board of Canada, has been engaged to conduct a pilot study to determine if chemical variation among yellowfin is extensive enough to support subpopulation studies. The Fisheries Research Branch of the Canadian Department of the Environment has agreed to make time available for these preliminary analyses at its Nanaimo station. A pilot sampling program has been designed, and 30 samples of yellowfin collected from approximately 2°N to 32°N have been collected and prepared for analysis. The analysis is expected to continue into mid-1979.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Size composition of the 1978 yellowfin, skipjack, and bigeye catch

Length-frequency samples of yellowfin and skipjack have been collected by Commission personnel from catches of baitboats and purse seiners since 1954. Information obtained from these samples has been used to make estimates of growth rate, mortality, yield per recruit and year-class abundance. The results of these studies have been reported on in several bulletins and annual reports of the Commission.

Over 700 yellowfin and over 600 skipjack length-frequency samples from the 1978 eastern Pacific tuna catch were measured by Commission personnel at ports of landing in California, Puerto Rico, Peru, Ecuador, Panama and Mexico.

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA during 1973-1978 are shown in Figure 8. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin taken in the CYRA in 1978 is 12.8 pounds (5.8 kg), which is the lowest ever recorded. In 1978 very small yellowfin were present in the catch in numbers never before seen; 16 percent of the yellowfin measured were less than 46 cm in length. In the five years previous to 1978 the percentage of fish less than 46 cm in the catch ranged from 1.7 to 6.5 (46 cm corresponds to a weight of about 4¼ pounds or 1.9 kg).

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled from catches made between the western boundary of the CYRA and 150°W longitude during 1973-1978 are shown in Figure 9. The preliminary esti-

mate of the average weight of yellowfin from this area for 1978 is 67.8 pounds (30.8 kg). This is about 10 pounds (4.5 kg) higher than the average weight for 1977, but lower than the average weights for 1973-1976.

The annual length-frequency distributions for skipjack sampled from catches made in the eastern Pacific Ocean during 1973-1978 are shown in Figure 10. The preliminary estimate of the average weight of skipjack for 1978 is 5.6 pounds (2.5 kg). As with yellowfin, this is the lowest average weight yet recorded. The low average weight of skipjack, however, was not caused by a large proportion of extremely small fish in the catch (there was a higher percentage of very small fish in the 1977 catch) but by the lower proportion of large fish in the catch. In 1978 only 10.3 percent of the skipjack measured were 55 cm or above; in contrast the average for 1973-1977 is 38.3 percent.

Commission personnel have collected length-frequency samples of bigeye for several years. The number of samples collected has been small because the surface fishery catch of bigeye in the eastern Pacific Ocean has been very small in comparison with the catches of yellowfin and skipjack. In recent years, however, the bigeye catch has increased. In the 1960's the bigeye catch by the surface fishery seldom exceeded 1,000 tons per year. In the early 1970's the bigeye catch ranged from about 1,000 to 3,000 tons per year. From 1975 through 1978 the bigeye catch ranged from 4.2 to 12.0 thousand tons. The number of bigeye length-frequency samples has increased as a result of the increased catch. In 1978, 60 length-frequency samples were collected. The annual length-frequency distributions of bigeye sampled from purse-seine catches made in the CYRA during 1975-1978 are shown in Figure 11. The proportion of very small bigeye in the 1978 catch was much less than the proportion of very small yellowfin in the 1978 catch, but it was higher than in the previous three years. The percent of bigeye measured which were below 46 cm in length for 1975-1978 are as follows: 1975, 0.2; 1976, 1.4; 1977, 2.7; 1978, 5.2.

Feeding habits of yellowfin

Two studies in recent years of tuna energetics have given estimates of the caloric requirements for maintenance, swimming, and growth of yellowfin and skipjack. The sum of these parameters represents the total energy utilized per day, or the consumption rate in terms of calories. However, these are indirect estimates of daily food ration, since actual rates of caloric consumption have not been estimated directly from field studies. One aspect of the Commission's study of feeding habits is to measure the caloric values of major forage items of yellowfin in order to estimate the amount of food energy the fish ingest per day.

Fresh specimens of food organisms commonly found in yellowfin stomachs were collected at night during a recent IATTC tagging cruise by

dipnetting organisms attracted to a bright light. Specimens collected in this manner and slightly digested organisms retained from stomach samples are being used for caloric value determinations made with a semimicro bomb calorimeter.

It is standard practice to express caloric values on an ash-free, dry-weight basis. Although for this study caloric values of tuna forage are needed only on a wet weight basis, a measure of the inorganic (ash) fraction of body weight is necessary in order to make standardized comparisons among species. Therefore, ash determinations have been made on subsamples of the material used in the calorimeter. Samples have been incinerated and the weight of the residue used to calculate the percent ash, which was then used to correct the dry weight caloric value.

Table 7 contains preliminary mean caloric values for some yellowfin food organisms. The values may not be precise, as a few minor problems need to be worked out. One problem has been the incomplete combustion of samples inside the bomb unit of the calorimeter, recognized by the appearance of carbon deposits but adjustments are being made for this. A second problem is that if more than 25% of the dry weight of an organism is carbonate a significant underestimate of caloric value will result from endothermic reactions occurring during combustion in a calorimeter. Solutions to these problems are being worked on.

There are several published reports containing caloric values of marine organisms. Of the 21 forage groups found in stomach samples of yellowfin tuna caught in offshore areas of the eastern Pacific, 15 groups have been reported on in the literature and/or have been analyzed in our laboratory. Specimens of two more groups are soon to be analyzed. If specimens of certain categories cannot be obtained for calorimetry, we will use grand means presented in the literature.

In determining caloric consumption rates over the various time and area strata represented in the samples, calories per gram of wet weight will be multiplied by the volume of each food category in the stomachs. This requires a conversion factor from volume (milliliters) to weight (grams). Subsamples of organisms removed from stomach samples in various states of digestion were weighed, and the volume measured by the displacement of water in a graduated cylinder. Preliminary results indicate that a 1:1 volume to weight conversion may be appropriate. For example, a portunid crab, *Euphylax dovii*, in a fairly advanced state of digestion had a volume to weight ratio of 0.9026, while an intact specimen (preserved) had a ratio of 1.003.

Some 2,790 stomach samples have been processed to date. A preliminary graphical analysis of diversity was conducted during the early part of the year. The volume of each food category was calculated and plotted as a percent of the total volume of all stomach contents within a sample

and within several samples grouped in various ways. Graphical representations of species diversity were made for 2,012 samples grouped by area, months, year, and yellowfin fork length.

Sampling areas established in 1970 at the beginning of the stomach sampling program are shown in Figure 12. (The hatched region along the coast of the Americas corresponds to the 13 sampling areas of a previous Commission study of feeding habits of inshore-caught yellowfin.) Figure 13 shows the 23 categories of food organisms, including "unidentified fish" and "miscellaneous," identified from stomach samples processed to date. The samples taken during 1970 from all areas are combined in Figure 13 to give an overview of the diversity and relative importance of fish, cephalopods, and crustaceans ingested in the offshore areas. The overall pattern of feeding habits was similar in 1970 and 1971, facilitating between-year comparisons.

The single most important component in the diet of yellowfin are the scombrids (tunas and mackerels), of which over 95% are estimated to be bullet or frigate tuna *Auxis rochei* or *A. thazard*. They comprise 60% and 51% by volume of the stomach contents of the 1970 and 1971 samples, respectively. In the inshore areas, however, yellowfin were found to ingest an average of only 5.6% *Auxis* sp.

Areas 14, 15, 19, and 22 are not represented in the 1970 or 1971 samples. Considering just stomach samples from 1970, species diversity is very similar in Areas 18, 20 and 22, but differs considerably in Areas 16 and 17. Area 17 is the only sampling area in which the dominant prey organisms is not *Auxis* sp. It is also the only offshore area where yellowfin utilize high percentages of cephalopods and crustaceans. The presence of Clipperton Island at 10°18'N-109°13'W may explain the unusual fauna that the tunas utilize in Area 17. Area 16 is the only offshore area in which the man-of-war fishes or rudder-fishes, family Nomeidae, are components of the yellowfin's diet. They appear in large concentrations (up to 500 individuals) in the stomachs, second only to *Auxis* sp. in terms of volume. It is interesting to note that although nomeids appear in stomach from only Area 16, larval distribution records of several nomeids extend over Areas 16-22.

The yellowfin sampled from Areas 18, 20 and 22, though separated geographically, had similar feeding habits in 1970. All were found to have ingested large percentages, by volume, of *Auxis* sp. (79%, 90%, and 71%, respectively) followed far behind by flying fishes, family Exocoetidae, (10%, 5%, and 13%, respectively). About 2.5% pelagic crabs, family Portunidae, were found in the samples from Area 20, whereas they did not occur in the samples from the other four areas represented.

Significant amounts of red crabs, *Pleuroncodes planipes*, were found in the stomachs from Area 22 in 1970. No red crabs were reported from this

area of the Pacific by the EASTROPAC expeditions during February 1967 and March 1968.

In an effort to examine temporal differences in yellowfin feeding habits, diversity graphs were made for each month for the samples caught in Area 16 during May through November, 1970. Beginning in August, and continuing through November, the principal forage shifted from pelagic fish, *Auxis* sp., to mesopelagic fishes, Nomeidae and Gonostomatidae. *Vinciguerria lucetia*, the principal gonostomatid in the samples, is known to occur below 200 m during the day and to undergo vertical migrations at night. Perhaps as 1970 progressed there was a change in the degree to which *Auxis* aggregated near the surface, possibly due to changes in oceanographic conditions, and yellowfin began searching deeper areas of the water column and utilizing mesopelagic fishes. The presence of butterfishes, family Stromateidae, in the stomachs also suggests that yellowfin may feed over a large depth range. Strometeids have been taken in midwater trawls in large numbers.

Feeding preference of different size yellowfin was examined by separating the samples from Area 16 in 1970 into four arbitrary fork-length categories, less than 66 cm, 66-85 cm, 86-115 cm, and over 115 cm. The diversity graphs show an inverse relationship between utilization of cephalopods and crustaceans, by volume, and yellowfin fork length, and a direct relationship between *Auxis* volume in the stomachs and yellowfin fork length.

Tuna otolith studies

A tetracycline-injection experiment was carried out in 1976 to test the hypothesis that each increment deposited on the saggital otoliths of yellowfin and skipjack is equivalent to one day. The details of this experiment are discussed in the Commission's annual reports for 1976 and 1977. If the hypothesis could be verified a method would be available to determine the absolute age of these fish. The experimental results, however, are ambivalent. For yellowfin of 40 to 110 cm one increment is equivalent to one day for fish at liberty up to 389 days. For skipjack, however, increments for fish of 43 to 64 cm underestimate time by approximately 24% for fish at liberty up to 240 days. Three conclusions follow from these results. First, the rate of increment deposition outside the specified fork-length ranges is unknown; second, the reason why skipjack did not record one increment per day is also unknown; third, there is no assurance that a total increment count from the point of original growth to the otolith tip is an accurate measure of age. The problem of age determination of these species is therefore unresolved, but the direction of future work is indicated by what follows.

Total increment counts have been used successfully to establish the age of two wild species of Hawaiian fish, but the results were verified only

by means of length frequency modal analysis. Laboratory experiments have demonstrated, however, that the rate of increment deposition is subject to environmental conditions. Reduced temperature, and possibly reduced photoperiod, lower the growth rate and increment count. Alternately, a severe disruption of the normal photoperiod may lead to a doubling and quadrupling of the expected number of increments. Starvation experiments in larval anchovy, *Engraulis mordax*, indicate that reduced food availability lowers the number of increments in the smaller larvae. Aside from the effects of manipulated light, these results lead to the suspicion that increments are an accurate record of time and growth only if the available food and temperature are nearly ideal. Under more extreme conditions the rate of increment deposition may only mirror growth rate and not time. If the tetracycline experiment is interpreted on the basis of these laboratory results it is possible that the skipjack experienced a period of reduced growth, whereas the yellowfin did not.

The environmental history of the yellowfin and skipjack which are caught by the fishing fleet is presently unknown. Consequently, a laboratory experiment designed to test the effect of food and temperature on the increments of a related species, such as Pacific mackerel, would be theoretically useful, but the results would have limited practical application. A more direct approach is to obtain the total increment count on a large sample of fish and compare the estimated ages with those predicted by length-frequency analysis. A sample of yellowfin otoliths (200) is available, and the preparation of total increment counts is already in progress. The ability to estimate age more rapidly than by counting increments will also be investigated by means of morphometric data collected on the same sample of fish. Work on the use of a fiber optic as a rapid method of counting will be held in abeyance until the results of the present work are available.

TUNA-PORPOISE INVESTIGATION

At the Commission's 33rd meeting in October 1976, it was agreed that the IATTC should concern itself with the problems arising from the tuna-porpoise relationship in the eastern Pacific Ocean. As its objectives it was agreed that, "[1] the Commission should strive to maintain a high level of tuna production and [2] also to maintain porpoise stocks at or above levels that assure their survival in perpetuity, [3] with every reasonable effort being made to avoid needless or careless killing of porpoise." At its 34th meeting in June 1977 the IATTC agreed that the specific areas of involvement would be (1) monitoring population sizes and mortality incidental to fishing through the collection of data aboard tuna purse seiners, (2) aerial surveys and porpoise tagging, (3) analyses of indices of abundance of porpoises and computer simulation studies and (4) gear and behavioral research and education.

The Commission received supplemental funds for the porpoise investigation at the latter part of September 1978. Recruitment of scientific personnel and preparation for training biologists for data collection cruises aboard flag vessels of member nations began immediately. The first training session was held from December 4-16, with trainees from Canada, Costa Rica, Mexico, Nicaragua and Panama. They were instructed in the identification of the major species of porpoise encountered in the tropical tuna fishery, porpoise school-size estimation, porpoise behavior, purse-seine gear and fishing operations, observations to be made at sea, record keeping, and shipboard etiquette. The trainees seconded to the Commission by the United States had made porpoise trips previously under the porpoise observer program of the National Marine Fisheries Service, and therefore did not require a complete training course. Thus a separate training session regarding observations to be made at sea under the Commission's program was held for the U.S. trainees on December 19 to December 21.

Additional training sessions are scheduled to be held during April and August of 1979 at Panama, Ensenada (Mexico), and San Diego. Placement of the first group of biologists aboard flag vessels of their respective nations began shortly after the training session so that data collection could commence during the first fishing trips of 1979. The sampling scheme involves splitting the 1979 calendar year into three intervals of approximately equal length. The numbers of trips to be made by biologists from participating countries in each of the three intervals are as follows:

PARTICIPATING COUNTRIES

	Canada	Costa Rica	Mexico	Nicaragua	Panama	U.S.A.	France*	Japan*	Total
Interval I	1	1	2	1	1	6	0	0	12
Interval II	2	2	7	1	2	16	0	0	30
Interval III	2	2	7	1	2	22	0	0	36

*No porpoise observation trips are scheduled for flag seiners of France or Japan because none are anticipated to fish in the eastern Pacific Ocean during 1979.

The first group of biologists make up the interval-I sample, which is considered to be a pilot survey to test procedures and to collect preliminary information of porpoise mortality. A total of 12 trips are scheduled for interval I and 33 trips each for intervals II and III.

The allocation of trips to countries was done using a scheme designed to minimize the variance of the estimate for the total kill of porpoise: that is, the number of sampled trips per country is proportional to the product of the estimated number of trips and the standard deviation of the kill per trip for the vessels of the given country. Available kill data were used in determining the kill per trip for U.S. flag vessels; however, for the other participating nations kill data are not available, so these had to be estimated in accordance with assumptions relating U.S. kill rates to those of the rest of the fleet.

Work is underway on the computer programming for the maintenance of the data that is to be collected at sea. This involves the designing of data files and computer programs for data entry, editing and analysis. It is anticipated that preliminary versions will be working by the time the biologists return from the fishing trips of interval I.

During the year IATTC employees participated in informal workshops discussing the analysis of data collected during aerial surveys of the U.S. National Marine Fisheries Service. This involvement is expected to continue in the future.

In the coming year we expect to appoint three additional scientists who will be responsible for computer simulation of management techniques for the tuna-porpoise complex, gear and behavior studies, and biological research.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Survival of skipjack larvae and sea temperatures

Metabolic rate in fishes increases by a factor of about 2.2 for every 10°C increase in temperature. A temperature correction based on this relationship was used to estimate the relative time required for skipjack larvae to reach the post-larval stage at various temperatures. The apparent mortality rate of skipjack larvae has been estimated from length frequencies in plankton-net hauls to be 30% per day. Increased metabolic and growth rates in warmer water will reduce the time spent in the vulnerable larval stage, and presumably increase the chance of a larva surviving to the post-larval stage where mortality is probably considerably less because of increased ability to dodge predators by swimming faster.

Mean values of sea-surface temperature (SST) in the skipjack spawning area between 180° and 130°W and 10°N to 20°S for the November-February period were calculated for the years 1959-1960 to 1977-78. Areas north of 10°N were excluded as being too cold for significant spawning during the northern winter. For the 19-year period the mean SST was 27.4°C, the highest value was 28.4°C in 1972-1973, and the lowest was 26.4°C in 1975-76.

If it requires 20 days for larvae to reach the post-larval stage at a temperature of 27.4°C, and the mortality is 30% per day, then, out of a million larvae hatched, 800 will survive. According to the metabolic temperature correction a decrease of 1°C will increase the time required to 21.68 days resulting in a survival of 440 larvae, while an increase of 1°C will decrease the time to 18.45 days resulting in a survival of 1,390 larvae. If increased avoidance of the net by larger larvae occurs then the real mortality rate must be less than 30% per day. Using a mortality rate of

20% per day yields a survival of 11,500 larvae per million at the mean temperature, 7,900 larvae with a 1°C decrease, and 16,400 larvae with a 1°C increase. The amplitude of survival varies by a factor of 3 using a 30% mortality rate, and by a factor of 2 using a 20% rate.

Sea temperatures in the central Pacific spawning area may also influence the skipjack at other life stages: for example, it is possible that the number of fish which spawn increases with temperature, resulting in an increased number of eggs; and the incubation time of the eggs is dependent upon temperature. SST's may also be related to other oceanic variables that could ultimately determine the abundance of recruits to the fishery, such as: the effects of upwelling and convergence on concentrations of food and predators; the extent of habitats limited by temperature and oxygen concentration; and the strength of the North and South Equatorial countercurrents and their possible influence in the migration of young fish into the fishery. Whether the effects of these proposed variables on recruitment can be separated remains to be seen, but the metabolic temperature effect on larval survival must also be considered.

Age 1+ skipjack and the Southern Oscillation

The Southern Oscillation (S.O.) refers to the fluctuations in the differences in atmospheric pressure between the Easter Island high-pressure cell and the Indonesian low-pressure cell. A modified S.O. index has been calculated from data from Tahiti, Easter Island, Hilo (Hawaii), and Darwin (Australia). The effects of the S.O. extend into the northern hemisphere and as far west as the Indian Ocean. Stronger tradewinds and lower sea-surface temperatures (SST's) in the central and eastern tropical Pacific are associated with a strong S.O.; weaker tradewinds and higher SST's are associated with a weak S.O.

Three environmental indices have been tested for correlation with indices of skipjack abundance; mean monthly SST's in the area 180°-130°W and 10°N-20°S during November-February (a preliminary index to be expanded to include the 12-month July-June period and latitudinal changes by season in the presumed spawning area); mean monthly area with SST's favorable for skipjack larvae (>28°C, 82°F) between 180° and 130°W in both hemispheres for the July-June period; and the S.O. index for the April-March period, shifted 3 months ahead of the period for SST's and areas >28°.

From growth studies it appears that in most years the largest age group of skipjack taken in the fishery is composed of fish between 12 and 24 months old (age 1+). Age 1+ skipjack captured in any year (January-December) are assumed to have been spawned approximately 18 months earlier during a 12 month period (July-June) of the previous two years. For example age 1+ fish captured in 1977 are assumed to have been

spawned during the period July 1975-June 1976 in the presumed spawning area between 180° and 130°W.

Two indices of year-class abundance have been calculated. Both are the logarithm of the number of age 1+ fish captured per day by seiners (standardized to size-class 3). The first index is based on logged catches and logged effort in the Pacific east of 150°W. This includes much effort directed primarily toward yellowfin in areas where skipjack are seldom caught. In an attempt to eliminate some of the effort on yellowfin the second index is based on logged catches east of 150°W and logged effort in 22 5-degree areas where most of the skipjack has been caught, using only those areas and quarters with a minimum of 100 standardized class-3 days of fishing, and a minimum of 200 tons of skipjack. Annual values for the two measures of effort are surprisingly well correlated ($r = 0.91$) for the 1961-78 period, so that the index based on 22-area effort may not be much better than that based on all effort.

These two indices were tested for correlation with the S.O. index, SST's and areas $>28^\circ$, and the correlation coefficients (r) are given below for the fishing years 1962-78 (1961 was excluded because there were no data for 1959 for area $>28^\circ$).

	Logarithm of fish per day			
	Based on total effort		Based on 22-area effort	
	r	p	r	p
S.O. index				
April-March	-0.60	**	-0.58	**
SST, 180°-130°W, 10°N-20°S				
November-February	0.50	*	0.47	n.s.
Area $>28^\circ$, 180°-130°W, 30°N-30°S				
July-June	0.42	n.s.	0.44	n.s.
Area $>28^\circ$, 180°-130°W, 0°-30°S				
July-June	0.50	*	0.47	n.s.

* $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.02$

Correlation coefficients are similar for both indices of abundance. They are significant at the 2% level for the S.O. index; at the 5% level for SST's when total effort is used but not when 22-area effort is used; and not significant for the area $>28^\circ$ for both hemispheres (30°N-30°S). Because there are many more islands between 180° and 130°W south of the equator than north of it, and skipjack spawning and larvae may be more concentrated around islands, more spawning may occur south of the equator. For indices of abundance and the area $>28^\circ$ south of the equator (0°-30°S) the coefficient is significant at the 5% level when total effort is used but not when 22-area effort is used.

Correlation coefficients were greater with the S.O. index than with SST's or areas $>28^\circ$. This may indicate that some other effects of pressure changes, such as mixing, zonal currents and convergences may also

influence the main incoming year class of skipjack. Annual plots of catch rate based on 22-area effort and the S.O. index are shown in Figure 14. Plotting the catch rate (number of fish per day) on a logarithmic scale is equivalent to calculating the logarithm of the catch rate.

The S.O. index during 1977-78 was 5.0 mb, the third lowest in 18 years and suggests that the catch rate of age 1+ fish in 1979 may be high if this relationship is maintained. SST's and the area $>28^{\circ}$ south of the equator, however, were average for the same period, suggesting a moderate incoming year-class in 1979. The correlations, though significant, remain weak, explaining only 34% of the variability when the S.O. index is used and only 22% when SST is used, so predictions cannot yet be made with any degree of confidence.

Catch rates of skipjack by age

Catch rates of skipjack based on the effort in the 22 selected 5-degree areas are shown for three age groups in Figure 15. Catch rates of age 2+ fish have shown no series of anomalous years and, with the exception of 1961 and 1971, have fluctuated between 100 and 330 fish per day (f/d). Catch rates of age 1+ fish from seiners ranged from 970 to 2,950 f/d from 1961 to 1970, but dropped to 150 to 760 f/d from 1971 to 1977. Much of this decline can be attributed to poor catches of age 1+ fish in market-measuring area 6, where a considerable proportion of the eastern Pacific skipjack catch had been captured in earlier years. For the 1961-69 period in area 6 the mean annual logged catch of age 1+ skipjack by the monitored fleet was 9.1 million fish; for the 1970-77 period it was down to 3.4 million fish in spite of the increase in fleet size and capacity. In 1978 about 14 million age 1+ fish were logged in area 6, comparable to catches in 1963 and 1967. This is reflected in the increased rate of age 1+ fish in 1978 (Figure 15).

Low catch rates of age 1+ fish in 1972, 1973, 1975 and 1977 may be attributed, in part, to the effects of the S.O. and related oceanic conditions in the spawning area during the early life of the corresponding year classes. Figure 14 shows points for 1971-1974 falling far below the regression line, suggesting that an additional but unknown factor has influenced these years classes over a 4-year period. Catch rates of 0+ fish also dropped for this series of years (Figure 15). The catch rate of 0+ fish increased to a maximum of 290 f/d in 1977 and remained at a high value of 240 f/d in 1978.

There is no correlation between catch rates of age 2+ fish in one year and catch rates of age 1+ fish in the previous year, as might be expected since they probably belong to the same year class; nor is there a correlation between rates of age 1+ fish and catch rates of age 0+ fish in the previous year. There is no correlation between catch rates of age 0+ or age 2+ fish and the environmental indices discussed in the previous section.

Relation between tuna catches and vertical temperature structure

During 1974 Dr. Gary D. Sharp, formerly of the Commission staff, conducted a study of the relationship of the catches of yellowfin off Central America relative to the vertical thermal structure of the ocean. This study was based upon (1) data on temperature profiles collected with expendable bathythermographs by tuna vessels and research vessels and summarized by the U.S. National Oceanographic Data Center and (2) tuna vessel logbook data and yellowfin length-frequency data collected by the Tuna Commission. The average depths of the 15°C (59.0°F) and 23°C (73.4°F) isotherms were plotted for the first six months of 1973, along with data on the catches per day and catches per set of yellowfin in non-porpoise-associated and porpoise-associated schools during March, April, and May of that year. The fish in non-porpoise-associated schools are mostly small (less than 70 cm), while those in porpoise-associated schools are mostly medium to large. The 15° isotherm corresponds approximately to the bottom of the thermocline, the layer of water with a strong temperature gradient which separates the water of the relatively warm mixed layer and the relatively cold water which extends to the bottom. The approximate minimum temperature in which small yellowfin are captured is 23°. In the eastern tropical Pacific Ocean this usually occurs within the thermocline, about 2/3 of the way above its bottom. The study showed that during January and February 1973 the 23° isotherm was below 46 m (25 fathoms), the approximate minimum depth to which a 73-m (40-fathom) purse seine extends, and the 15° isotherm was below 73 m, the maximum depth to which a 73-m purse seine extends. During March through June, however, the depths of the 23° and 15° isotherms were less than 46 and 73 fathoms, respectively. Thus the fish could not escape beneath the bottom of the shallowest part of a 73-m net without entering water colder than 23° nor beneath its deepest part without entering water colder than 15°. The catch data for non-porpoise-associated fish tended to support the hypothesis that they would be reluctant to enter the colder water to escape beneath the nets, as the catches were poor in January and February, but much better in March through May. The improved catches during the latter period do not seem to have been due to immigration of fish into the area, for large numbers of small yellowfin, which were difficult to catch, were reported to have been seen there during January and February. The catches of porpoise-associated fish exhibited a somewhat different pattern, being relatively low in March and April, but increasing in May. This is not unexpected, however, as larger yellowfin are not so reluctant to enter cold water.

The results of this study are of direct practical importance to fishermen, as information on the depths of the 15° and 23° isotherms may prove useful for predicting where and when good catches of small yellowfin are likely to be made. In addition, the results are pertinent to the Commis-

sion's analyses of catch, effort, and catch per unit of effort, as it is necessary to make adjustments for factors which affect the efficiency of the effort. Accordingly, a more detailed study was initiated during 1978. This study is confined to the area bounded by 5°N latitude, 95°W longitude, 15°N latitude, and the coast of Central America. Temperature profile data have been collected since 1970, and logbook data and length-frequency data are available for all those years, but during 1978 only the January-May data for 1971 through 1975 were analyzed. In general, the results tended to confirm those of the earlier study. In addition, a negative relationship between catches of porpoise-associated fish and differences in depth between the 15° and 23° isotherms (a measure of the strength of the thermocline) was observed.

The data strongly suggest a relationship between the catchability of yellowfin and the vertical temperature structure of the water. Other possibilities should be considered, however. For example, the same vessels fish for both porpoise-associated fish and non-porpoise-associated fish, for both yellowfin and skipjack, and in both the area in question and other areas; also they change quickly from one mode to another, depending on which is the most profitable. This tends to make it difficult to interpret the effort and CPDF data. Also, during the early years of the period in question vessels tended to avoid the larger fish, as these contained higher concentrations of mercury and in some cases were not accepted by the canneries at that time. Finally, the variation in the vertical temperature profiles off Central America is only a minor feature of the changes in oceanographic conditions in the eastern Pacific Ocean. Such changes would tend to obliterate the effect of vertical temperature profiles, but the fact that they have apparently not is evidence that the profiles are important, and worthy of further study. It is planned to incorporate data for 1970 and 1976-1978 into this study during 1979.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1978 AND OUTLOOK FOR 1979

It is the responsibility of the staff of the Commission to monitor the fluctuations in abundance of the tropical tunas of the eastern Pacific Ocean and to assess the effects of man's activities on their abundance. Each year scientific information gathered by the staff is used to make recommendations for the management of these species. This is accomplished by presenting the information in background documents and orally at the meetings of the Commission. To disseminate this information to the general public it is summarized in this annual report.

YELLOWFIN

The status of yellowfin has been evaluated by the application of general production models and age-structured models. Considering first general

production models, when a population of fish is not exposed to a fishery it is at the maximum size that the environment permits. Lack of food, lack of suitable living space, presence of predators, *etc.*, prevent the population from growing beyond that maximum. Over the long run, gains to the population by recruitment and growth are balanced by losses due to natural mortality, and the population is said to be in equilibrium. There may be years of especially favorable environmental conditions when the population is greater than normal and years of especially poor environmental conditions when the population is less than normal, but these can be temporarily ignored in this discussion.

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

The total catch would be the product of the CPUE and the total effort. If the fishing effort were relatively low, modest increases in effort would more than offset the corresponding decreases in CPUE, resulting in higher catches, but at higher levels of effort such would not be the case. At some intermediate level of effort the product would be at its maximum. If the object of management is to obtain the average maximum sustained yield (AMSY) of fish (which is the objective stated in the Commission's convention) the fishing effort should be maintained at that level. If the object is maximum profit the effort should be somewhat less (assuming that the price remains constant), and if the object is maximum employment of fishermen the effort should be somewhat higher. If the effort is less than

whatever optimum is selected the population is said to be underfished, and if the effort is greater than the optimum the population is said to be overfished.

It is easiest to consider the interrelationships of effort, catch, and CPUE at equilibrium conditions, but it must be recognized that such conditions are not always in existence. For example, if the population is at equilibrium near its maximum and the effort is suddenly increased the CPUE will gradually decrease for a period before a new equilibrium point is reached with a lower CPUE. The catches will be greater during the period of transition than they will be at the new point of equilibrium. Likewise, if the population is at equilibrium at a low level and the effort is suddenly decreased the CPUE will gradually increase for a period before a new equilibrium point is reached with a higher CPUE. The catches will be less during the period of transition than they will be at the new point of equilibrium.

The question arises as to whether or not general production models are applicable to the yellowfin tuna fishery in the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA). If so, the yellowfin which inhabit the CYRA must be a discrete population, *i.e.*, there must be relatively little interchange between these fish and those of the area outside the CYRA. If such models are applicable that fact can be detected only if (1) the perturbations caused by fluctuations in environmental conditions are not so great as to mask the perturbations caused by fluctuations in fishing effort, and (2) there are catch, effort, and CPUE data available for a wide range of levels of fishing effort, preferably including levels greater than optimum.

The extent of interchange of yellowfin between the CYRA and the area outside the CYRA has been studied, and the results are discussed in previous annual reports of the Commission. In summary, the results indicate that there is some intermixing of the fish inside and outside the CYRA, but that this is probably not sufficient to invalidate the use of the model. The effects of environmental conditions have also been studied and reviewed in previous annual reports. As far as can be determined, these effects balance out over fairly short periods of time, so they can be largely ignored without invalidating the use of the model. The model was first applied with baitboat catch, effort, and CPUE data for the period of 1934-1955, which furnished a wide range of less than optimum effort. These data indicated that, within the ranges of fishing effort for which data were available, the population conformed to the model. In 1960 and 1961, for the first time, the effort was greater than optimum, and the population responded in the ensuing years with lower CPUEs and catches, which gave further indication that the model was applicable.

Effort has been mentioned, but so far no mention has been made of the fact that there are different kinds of effort, *i.e.*, baitboat, purse-seine,

and longline effort, and effort by different sizes of vessels. In most cases the different kinds of effort data cannot simply be combined to obtain a value of the total effort. There are two alternatives. First, the data for only one type of gear, ordinarily the most prevalent one, can be considered. This will be called the standard type. The total catch by all types of gear, divided by the CPUE for the standard type, provides an estimate for the total effort in units of the standard type. Second, the efficiency of each type of gear relative to that of the standard type can be determined, and the standardized effort for each type can then be obtained by adjusting the raw effort data by the proper factor. Then the raw effort data for the standard type of gear and the standardized effort data for the other types can be summed to obtain the total standardized effort. The Commission's staff has used the first alternative and various combinations of the first and second alternatives. Unstandardized and standardized effort are measured in days of fishing and standardized days of fishing, respectively, and the corresponding CPUEs are catch per day's fishing (CPDF) and catch per standardized day's fishing (CPSDF).

Class 3 (vessels with capacities of 101 to 200 short tons) was selected as the standard size for purse seiners during the 1950's because at that time Class-3 purse seiners caught more tunas than did purse seiners of any other size. Since then many larger purse seiners have been built, and many smaller ones have sunk or are no longer active. The larger vessels fish in all areas, while the smaller ones fish almost entirely within a few hundred miles of the coast, and tend to fish more at the northern and southern ends of the range of yellowfin, and less in the area between southern Mexico and Colombia. Standardization involves comparison of the fishing success of vessels of different size classes when they are fishing in the same area-time strata. When there are no data for Class-3 purse seiners in an area-time stratum data for Class-6 vessels are used, and the net effect is almost equivalent to standardization to Class-6 vessels.

The fishery prior to the mid-1960's was pursued only in the inshore portion of the CYRA and in the vicinity of a few offshore islands and banks. During the mid- and late 1960's, however, the fishing fleet began to increase in size and to fish much further offshore. The inshore and offshore areas, termed Areas A1 and A2, respectively, are shown in Figure 16. If the interchange of fish between these two areas is instantaneous the AMSY of the two areas combined will be the same as that of Area A1 alone, but if there is no interchange the AMSY of the two areas combined will be the sum of the individual AMSYs of the two areas. Studies have shown that there is relatively slow interchange of fish between the two areas, so the AMSY for the entire CYRA is greater than that for Area A1, but less than the sum of the individual AMSYs. These studies are described in more detail in previous annual reports of the Commission.

Data for a large number of years which encompass a wide range of

effort are required to establish the AMSY and the corresponding effort and CPUE values. In 1968, after it had become apparent that the estimate of the AMSY calculated for Area A1 was not applicable to the entire CYRA, the Commissioners authorized the staff to undertake an experimental overfishing program so that an estimate of the AMSY for the CYRA could be obtained as quickly as possible. This was necessary because the effort had been relatively constant during the few years since the offshore expansion of the fishery had begun. When levels of effort in excess of optimum were reached the catch would be reduced, or at least would fail to increase. Then the effort could be reduced to increase the catch eventually (assuming that it had previously been reduced), and so on, until a sufficiently good estimate of the AMSY was obtained. This takes quite a bit of time, however, due to the fact that the population does not respond instantly to changes in fishing effort, and also because perturbations caused by environmental factors tend to make interpretation of the results more difficult. The experimental overfishing program is still in effect.

The present status of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, as determined from analysis of general production models, will now be discussed. There are many factors which have not been mentioned in this report which apparently affect the model. These have been discussed in previous annual reports of the Commission, so they will not be mentioned again here. Because of the complicated nature of the fishery and the rapid changes which have taken place in recent years there has been considerable experimentation in the selection and preparation of the data to be used and in the choice of the mathematical procedures to be employed for the analysis of the catch, effort, and CPUE data. Only the two methods which have been given the most emphasis in 1978 are discussed in this report. For both methods the logistic model, for which it is assumed that the equilibrium relationship between catch and effort is linear, was used. In Table 8 are listed the quotas and catch and CPUE data for the CYRA and the area outside the CYRA for 1967 through 1978.

For the first analysis (Case 1) the effort was standardized to Class-3 purse-seine days (vessels of 101 to 200 tons capacity). Only the data for 1967 through 1978 were used, as prior to 1967 the fishing effort was not as well dispersed over the CYRA as later; also major changes in the efficiency of the purse-seine vessels were apparently taking place in the earlier years. The AMSY is estimated to be 175 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 52 thousand Class-3 days. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the upper panel of Figure 17. All of the points, except those for 1967 and 1971, occur above the line. (In 1967 and 1971, large catches of skipjack were made, which diverted effort away from yellowfin, almost certainly reducing the catch of the latter species.) This occurrence of most of the points above

the line is not unexpected, as the line represents levels of catch which would be taken at equilibrium conditions, and during the period in question the effort was increasing, thereby reducing the accumulated stock by catching amounts of fish in excess of the net gain due to recruitment plus growth minus natural mortality. The catch cannot be expected to remain at its present level indefinitely if the effort continues to increase each year for, unless the trend is reversed, the stock will eventually be reduced to the extent that the catch will decrease no matter how much effort is exerted.

For the second analysis (Case 2) the CPDF for Class-6 purse-seine vessels (greater than 400 tons capacity) was employed as a measure of CPUE. This was first done because it had been observed that the CPDFs for the larger vessels had decreased more in recent years (1974 and 1975) than had those for smaller vessels. Since the larger vessels fish in more areas of the eastern Pacific Ocean and take a larger share (more than 85%) of the catch than do the smaller ones, the possibility exists that use of Class-6 data only will produce different estimates of the parameters. Also, CPDF for Class 6 is more meaningful to present-day fishermen and other representatives of the fishing industry. Only the data for 1968 through 1978 were employed. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the lower panel of Figure 17. In this case the AMSY is again estimated to be 175 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 22 thousand Class-6 days.

In each of the two cases the AMSY is estimated to be about 175 thousand tons. The 1976, 1977, and 1978 points in each case are located to the right of the highest point of the curve, which means that the effort has apparently exceeded the level necessary to achieve the AMSY. If the effort is maintained at the 1976-1978 levels for the next several years there are two possibilities. First, the catch could decrease, which would indicate that the stock of yellowfin in the CYRA probably changes in response to fishing in accordance with the general production model on the overfishing side of the curve, as well as the underfishing side of the curve. Second, the catch could remain approximately constant. If the latter occurs it could indicate either that the estimates of the parameters of the model are faulty or that the stock of yellowfin in the CYRA does not change in response to fishing in accordance with the general production model on the overfishing side of the curve. This can be determined only by continuation of the Commission's experimental overfishing program commenced in 1969.

The input to age-structured models consists of estimates of recruitment, growth, and fishing and natural mortality. Estimates of the rates of growth and mortality are obtained from analysis of data on the size composition of the fish in the catches, supplemented by tag return data and other data of various types. The Commission's staff has collected data on

the size composition of the catches of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean since 1954, and in addition has had access to the corresponding data collected during 1951-1954 by the California Department of Fish and Game.

Before commencing a discussion of the theory and results of the modeling, it is of interest to review the staff's estimates of the age structure of yellowfin.

Yellowfin which are recruited to the fishery apparently belong to two groups, the X group which enters the fishery during the first half of the year but does not contribute to it significantly until the second half, and the Y group which enters during the second half but does not contribute significantly until the first half of the following year. The X and Y groups are, on the average, about the same size.

The estimated weights of fish of different ages belonging to the X and Y groups caught during 1968 through 1978 are shown in Figure 18. These data are shown by cohorts (groups of fish recruited in the same year) in Figure 19. In Figure 18 in the top panel the bars correspond to age-1 fish of the 1968 cohort (X68 and Y68 fish), age-2 fish of the 1967 cohort (X67 and Y67 fish), age-3 fish of the 1966 cohort (X66 and Y66 fish), *etc.*, all caught during 1968. In Figure 19 in the top panel the bars correspond to age-1 fish of the 1968 cohort caught during 1968, age-2 fish of the 1968 cohort caught during 1969, age-3 fish of the 1968 cohort caught during 1970, *etc.*

Large catches of age-1 fish were made in 1973, 1974, and 1978. The question naturally arises as to whether these increased catches were due to increased recruitment, increased vulnerability of small fish resulting from average recruitment, or a combination of increased recruitment and increased vulnerability. In the first case large catches could be expected in subsequent years when the fish from the large recruitment were available as medium and large fish, but in the second case the reverse would be true due to scarcity of medium and large fish after the small ones were heavily exploited. It can be seen in Figures 18 and 19 that the catches of the Y73 cohort as age-2, -3, and -4 fish were below average, indicating that the recruitment of this cohort was about average, and the high catch in 1973 was due to increased vulnerability of these fish at age 1. For the Y74 cohort, however, the catch during 1974 at age 1 was even higher than had been the case for the Y73 cohort during the preceding year, and the catches of Y74 fish were about average, or a little above average, during the following three years. Accordingly, the recruitment of the Y74 cohort was well above average. The weight of the catch at age 1 exceeded the combined weight of the catches at ages 2, 3, and 4, which was not the case for any other cohort except the Y73 cohort, which indicates that the vulnerability of the fish of the Y74 cohort was high during 1974. It cannot be

determined until 1979 whether the large catch of age-1 fish of the Y group in 1978 was due to above-average recruitment or above-average vulnerability. In 1978, for the first time on record, age-1 fish of the X group made a significant contribution to the catch. As in the case of Y group, this could be due to above-average recruitment or above-average vulnerability, and there is no way to determine at this time which is the case. The age composition of the catch will be of particular interest in 1979, as the catches of age-1 fish of both the X and Y groups were high in 1978.

It appears in Figure 18 that there has been an increased dependence of the fishery upon age-1 fish in recent years. Examination of Figure 19 shows that the weights of fish caught of both the X and Y cohorts of 1976 and 1977 have been below average. It is likely, judging from the age distribution of the catches of fish of previous cohorts, that the catches of fish of the 1976 and 1977 cohorts will be relatively low during 1979. There has been greater apparent variability in recruitment during the 1973-1978 period than during the years previous to 1973. This may be due to reduced stock size resulting from the increased fishing effort in recent years, or it may be due to environmental factors. If it is due to reduced stock size the variability is likely to persist as long as the fishing effort remains high. If it is due to environmental factors it is likely that the variability will lessen in the future. Regardless of the cause, variability in recruitment tends to make management of the fishery more difficult.

Proceeding now to the yield-per-recruit model, a type of age-structured model, if a cohort of unexploited juvenile or young adult fish is present in an area its total weight first increases as the fish grow rapidly, while the losses due to natural mortalities are moderate. Later, however, when the fish grow older the growth rate becomes slower, while the natural mortality continues to be moderate. Thus the losses to the total weight due to natural mortality at that time are greater than the gains due to growth, and there is net loss to the total weight. Eventually the cohort disappears. The ideal way to obtain the maximum yield in weight from a cohort of fish would be to harvest each fish just before it died a natural death. This is not possible, of course. The next best alternative would be to harvest all the fish which had not died previously at the age or size ("critical age" or "critical size") at which the loss to the total weight by natural mortality exactly balances the gain to it by growth. This is possible for some animals, such as oysters or clams which are exposed at low tide and can be easily harvested at that time. When the manager of a bed of oysters or clams surveys it at frequent intervals and removes the individuals which have reached the critical size he is exerting an infinite amount of fishing mortality on the animals which have reached that size. It is obvious that this alternative is not practical for most species of fish.

Intuitively, it seems that if the second alternative is not possible the harvesting should begin on fish which have not yet reached the critical

size. This is the third alternative, and the only practical one for most species of fish. It is assumed, for the moment, that the age at entry (*i.e.*, the age corresponding to the minimum size of fish which are caught) can be efficiently controlled. If the fishing effort is high an age at entry only slightly less than the critical age would be selected, most of the fish caught would be close to the critical age, and the yield would be almost as high as it would be under the second alternative. If the fishing effort is lower an age at entry considerably less than the critical age would be selected, the fish caught would exhibit a wider range of ages and sizes, and the yield would be considerably less than it would under the second alternative (but still the maximum possible without increasing the effort).

It may be impossible, however, to control efficiently the age at entry. If so, the only way to manage the fishery is to control the effort. If the age at entry is greater than the critical age unlimited effort can be permitted, but if the age at entry is less than the critical age restriction of the effort may increase the yield.

Reliable estimates of growth and natural mortality are required to calculate the critical age and size. The estimates which the Commission's staff has obtained for yellowfin, particularly that for natural mortality, are not as reliable as desirable, but the critical size is estimated to be roughly 111 cm (62 pounds). Most fish caught by the baitboat fishery are considerably less than the critical size. When most of the tuna fleet converted from bait fishing to purse-seine fishing in the late 1950's and early 1960's the average size of the fish in the catch increased, many of them being approximately equal to or greater than the critical size. The average annual catch of yellowfin has been considerably greater during the period after the conversion to purse seining than during the previous period. As pointed out previously, the offshore expansion of the fishery during the mid- and late 1960's was an important factor in these increased catches, but the increase in the average size of the fish caught may also have been partially responsible for the increase.

So far it has not been mentioned that at least some of the individuals of a cohort of fish must be allowed to spawn at least once before they are harvested. If spawning occurs well before the fish reach the critical size there is probably no danger from this standpoint, but if spawning does not occur until after the fish have reached the critical size, and the fishing effort is high, there is a possibility that the spawners will be so reduced that the recruitment in subsequent years is reduced. (It should not be assumed, however, that a modest reduction in spawners will reduce the recruitment in subsequent years, as such does not appear to be the case for most species of fish.) The yield-per-recruit model, as described here, does not take the possibility of reduced recruitment into account, but this is an integral part of general production models.

Also, it has been mentioned that the growth of the individual fish may be slower or the natural mortality rate may be higher when a population of fish is dense than when it is less dense. Accordingly, the loss due to harvesting of some fish at less than the critical size may be at least partially compensated for by faster growth or lower natural mortality of the remaining fish. In addition, if the growth or natural mortality rates are affected by population density the critical age and size will vary according to population density. This complication is also not taken into account in the yield-per-recruit model as described here, but it is an integral part of general production models.

The object of management carried out according to analysis of the yield-per-recruit model is to obtain the maximum yield per recruit. The estimated relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit are shown in Figure 20. The Commission staff's estimates of yellowfin growth and natural and fishing mortality have been integrated to obtain the calculations which form the basis for this figure. Various combinations of fishing effort and size at entry give various yields per recruit, which are indicated by the curved lines. The top panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during the 1968-1972 period and an instantaneous natural mortality rate of 0.8; the middle panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during 1973-1978 and the same instantaneous natural mortality rate; the bottom panel is the same as the top panel except that an instantaneous natural mortality rate of 0.6 is substituted. The estimate of 0.8 is believed to be the most likely one, but that of 0.6 is included to determine how much higher the age of entry should be if the natural mortality rate is lower. The values in the horizontal scale are multiples of the fishing effort during the years in question, *i.e.*, 0.5, 1.0, and 2.0 in the top panel represent effort values half of, equal to, and twice the actual effort values for 1968-1972. The approximate weights of the catches of each age group corresponding to a multiplier of 1.0 are shown in the upper left corner of each panel. In all three panels the yield per recruit increases with increasing multipliers of fishing effort up to about 1.0 regardless of the size at entry. With multipliers greater than about 1.0 the yields per recruit remain about the same with lower sizes at entry, but continue to increase with greater sizes at entry. Except at levels of effort less than about half the corresponding current effort, the yield per recruit increases with increases in the size of entry. In the top panel, for example, the optimum size at entry is about 15 pounds with a multiplier of 1.0 and about 30 pounds with a multiplier of 2.0. The corresponding yields per recruit are 5.0 and 6.7 pounds, respectively. In the top panel, with an infinite amount of effort the optimum size at entry would be 62 pounds, the critical size, and the yield per recruit would be 7.6 pounds.

The above description contains the implicit assumption that alteration

of the age at entry does not change the fishing effort. Such would be the case if the fishery operates as follows. At first, when the age of entry was low, the vessels would search for schools of fish, finding some containing small fish and some containing large fish, and fishing on both. Later, when the age of entry was increased, the vessels would search in the same manner as before, but would fish only on the schools containing large fish. Hence the effort directed toward large fish would be the same in the second period as in the first. However, it is believed that if for any reason the age at entry for yellowfin were increased the fishermen would search less in the area-time strata containing a preponderance of small fish and more in those containing a preponderance of large fish, so the fishing effort on the larger fish would be increased. In general, this would tend to increase the yield per recruit.

The total catch of yellowfin has stayed roughly the same for the 1973-1978 period, while the effort has nearly doubled (Figure 17). The CPSDF has been reduced by about half during the same period. Accordingly, it seems unlikely that the AMSY can be much greater than about 175 to 210 thousand tons. However, the increased effort during the 1973-1978 period has not reduced the catch, so perhaps the curve expressing the relationship between catch and effort does not turn downward on its overfishing side as precipitously as the curve in Figure 17. If there were no information other than that used as input for the general production model the best decision, from a biological point of view, would be to set a catch quota of about 160 to 165 thousand tons. This would, if the estimates of the parameters of the model are correct, increase the population in one year to the level at which it is capable of producing the AMSY. On the other hand, since the catch has been maintained at about 190 to 200 thousand tons since 1973, the risks of doing damage to the stock by continuing with catch quotas of about 175 to 210 thousand tons appear to be low.

However, the size composition data are a source of concern with regard to continuing to fish with sufficient effort to ensure a catch equal to that of 1978. Tropical fish tend to have short life spans and moderate recruitment in each year. Temperate fish tend to have longer life spans and much more variable recruitment. For the latter there may be very low recruitment for a number of years, followed by one or two years of very high recruitment and then a number of additional years with very low recruitment. Thus one or two cohorts may support the fishery almost entirely alone for several years. Such being the case, the catches tend to vary considerably from year to year. Such highly variable recruitment would not be possible for a tropical species with a short life span because it would become extinct if there were virtually no recruitment for several years.

The recruitment of yellowfin seems to have become more variable in recent years, the Y74 and possibly the Y78 and X78 cohorts being strong

ones and the Y76, X76, Y77, and X77 apparently being weak ones. Also, the fishery seems to be becoming more dependent on age-1 fish, the catches of fish of this age being unusually high in 1973, 1974, and 1978. This is a cause for some concern. If this pattern continues the catches could become more variable, due to dependence on fish of only one cohort at a time, and would probably be reduced due to the harvesting of the majority of the fish at sizes considerably less than the critical size. Further, if there are nothing but weak cohorts for several consecutive years the catches would be so drastically reduced that severe economic hardship would be suffered by the majority of vessel owners and fishermen.

One way to reduce the dependence of the fishery upon age-1 fish would be to protect the fish less than a certain size from the fishery until they have had a chance to grow larger. This might be accomplished by (1) setting a minimum size limit, (2) prohibiting fishing in certain area-time strata in which small fish predominate, or (3) altering the opening date of the season in such a way that most of the vessels are subject to regulation at the time when small fish are most available. There are obstacles to such courses of action, however, for small and medium yellowfin are frequently mixed within schools, and skipjack are commonly associated in schools with small yellowfin. In the first case (minimum size limit) the fishermen would have the unfortunate choice of catching these schools and discarding large amounts of small yellowfin or passing the schools up and losing large amounts of skipjack and medium yellowfin. In the second and third cases the choice would be with the rulemakers; if the regulations were strict large amounts of skipjack and medium yellowfin might be lost, while if the regulations were lenient large amounts of small yellowfin might be caught. There is the possibility, however, that there are ways to achieve large savings of small yellowfin with relatively small losses of skipjack and medium yellowfin. The Commission's staff is not in a position at this time to estimate the impact of various schemes directed at saving small yellowfin.

Another way to reduce the dependence of the fishery upon age-1 fish would be to reduce the fishing effort in 1979, thereby allowing more of the age-1 fish to survive throughout that year and be available as age-2 fish in 1980, and so on. This would tend to make the age structure of the population revert to its condition of the 1960's and early 1970's, when age-2, -3 and -4 fish contributed most to the weight of the catch. The immediate result would be a reduction in the catch, but this would eventually increase again.

The management scheme which is provided for 1979 should be flexible. The age structure of the fish in the catch should be monitored from the start of the season. If age-2 and age-3 fish are relatively abundant the quota might be set at 210 thousand tons. If age-1 fish are again predominant the quota might be set at considerably less than that in an

attempt to reverse the trend toward dependence of the fishery on age-1 fish. Accordingly, it is recommended that the quota be set at 165 thousand tons, with provision for it to be increased incrementally to as much as 210 thousand tons, at the discretion of the Director of Investigations.

The fishery has operated in the area outside the CYRA (Figure 16, Area A3) since 1968 (Table 8). Essentially no fishing takes place there during the first half of the year, primarily because the weather is too bad. By the time the weather improves in May-June the CYRA is generally closed to unrestricted fishing, and many of the larger vessels of the international fleet move to the area outside the CYRA. Tagging experiments have indicated that the rate of mixing between this area and the area inside the CYRA is low, so the yellowfin of the area outside the CYRA, to date, have been considered separately from those of the area inside the CYRA.

In 1969 the CPDF for Class-6 purse seiners was greater than 20 tons, but since then the CPDFs have been remarkably constant, between 10 and 13 tons (Figure 21). In 1969, 1970, and 1971 the effort was less than 2.6 thousand days, and the catches less than 30 thousand tons. During the 1972-1976 period the effort and catches were nearly constant, the former between 3.5 and 4.1 thousand days and the latter between 41 and 51 thousand tons. In 1977 and 1978 the effort has been lower, and the catches have been between 15 and 20 thousand tons, but the CPDFs have been about the same as those for 1970-1976. In the lower panel of Figure 21 it is clear that the catch in the area outside the CYRA has remained proportional to the effort. If the logistic form of the general production model expresses adequately the relationship between catch and effort for the area outside the CYRA, as discussed earlier for the area inside the CYRA, then the fishery outside the CYRA appears to be operating on the underfishing side of the curve. Accordingly, at this time there appears to be no biological reason for placing limits on the catch or the intensity of fishing outside the CYRA.

SKIPJACK

The world catches of skipjack exceed those of any other species of tuna, and the same is the case for the Pacific Ocean (Figure 22). The skipjack catch of the western Pacific Ocean exceeds that of the eastern Pacific Ocean. The estimated annual average catch in the western Pacific Ocean during 1965-1972 was 234 thousand short tons. During 1973-1976, a period in which baitfishing activities, especially by Japanese vessels, expanded considerably, the estimated annual average catch was 416 thousand tons. The corresponding values for the eastern Pacific Ocean (east of 150°W) are 80 and 104 thousand tons, respectively. In the western Pacific Ocean skipjack are caught mostly by baitboats, but in the eastern Pacific

Ocean about 80 to 95 percent of the catch is taken by purse seiners. Only small amounts of skipjack are caught by longliners. The population structure of skipjack in the Pacific Ocean is not well understood. Studies of the biochemistry of its blood indicate that there are at least two subpopulations of skipjack in the Pacific Ocean, the western Pacific subpopulation and the central and eastern Pacific subpopulation(s). The western Pacific subpopulation results from spawning in the Philippine Sea and to a lesser extent near the Ryukyu and Bonin Islands. The fish of catchable size occur in the vicinity of Japan, the Ryukyu Islands, Taiwan, the Bonin Islands, the Mariana Islands, the western Caroline Islands, the Philippine Islands, Papua New Guinea, Australia, and New Zealand. The boundary between the range of this subpopulation and that of the central and eastern Pacific subpopulation(s) in the northern hemisphere appears to occur in the area between Japan and the Bonin and Mariana Islands in the west and 165°E in the east. The boundary seems to shift eastward in the spring and westward in the fall. Off northeastern Japan central and eastern Pacific fish have been observed to replace western Pacific fish within a few days in September, and the reverse has been observed east of the Izu Islands in late May and early June. More recent studies, however, indicate the presence of fish of the western Pacific subpopulation near the Hawaiian Islands. In the equatorial region the boundary appears to occur at about 165°E between the eastern Caroline Islands and the Marshall and Gilbert Islands and does not seem to shift very much seasonally. Very few data are available for the southern hemisphere, but the boundary is believed to occur near New Hebrides and New Zealand in the southern summer and further to the west in the winter. There are no data to determine the extent, if any, the western Pacific subpopulation penetrates the Indian Ocean.

Substantial fisheries for skipjack of the eastern and central subpopulation(s) occur in the northeastern Pacific Ocean near Baja California, the Revillagigedo Islands, and Clipperton Island, and in the southeastern Pacific Ocean near Central America, northern South America, Cocos Island-Brito Bank, and the Galapagos Islands. The area of very warm water off southern Mexico which separates the two areas is usually devoid of skipjack. In some years the distribution of skipjack has been continuous from north to south. In normal years tagging has shown that there is very little mixing of fish of the two areas. The fishery for skipjack in the eastern Pacific Ocean tends to take place closer to shore than that for yellowfin. In the Pacific Ocean there are lesser fisheries for skipjack near the Hawaiian Islands and French Polynesia (the Marquesas, Tuamotu, and Society Islands). Further to the west, in the area of mixing of subpopulations described previously, there are more substantial fisheries for skipjack.

The catch of skipjack in the eastern Pacific Ocean varies considerably from year to year (Figure 23). The catches for the northeastern and

southeastern areas are moderately well correlated with one another, but in some years, for example 1970, the catch has been above average in one area and below average in the other.

During the late 1950's large catches of skipjack were made south of 5°S, and from the late 1950's to the early 1970's large catches of this species were made close to shore off Ecuador and northern Peru. During the past few years, however, the center of abundance of the southern group seems to have shifted to Colombia and Central America.

Studies of the distribution of fish larvae have shown that there is very little spawning of skipjack east of 130°W. Also, length-frequency data indicate that most of the skipjack caught in the eastern Pacific are adolescents, which are probably mostly the result of spawning in the central or central-western Pacific. They apparently arrive in the eastern Pacific when they are about 1 to 1½ years old and return to the central or central-western Pacific when they are about 2 to 2½ years old. Evidence for the latter is provided by the fact that 25 skipjack tagged in the eastern Pacific have been recaptured near the Hawaiian and Line Islands and 1 other has been recaptured between the Marshall and Mariana Islands.

Little is known concerning the extent of heterogeneity within the eastern and central Pacific subpopulation(s). All of the 26 fish which migrated from the eastern Pacific to the central and western Pacific were both released and recaptured in the northern hemisphere. There are several possible explanations for this. First, fewer fish have been tagged in the southeastern Pacific than in the northeastern Pacific. Second, the southeastern Pacific is further from the fisheries of the central Pacific than is the northeastern Pacific. Third, the fisheries of the central Pacific which are closest to those of the southeastern Pacific (French Polynesia) are lesser than those of the central Pacific which are closest to those of the northeastern Pacific (Hawaiian Islands). It would be highly useful to know more about the extent of heterogeneity. For example, the question arises as to whether the fish of the northeastern Pacific, southeastern Pacific, and other areas come from (1) a single group of spawners or (2) from separate groups of spawners. If the former is the case then the portion of the total recruitment which migrates to each area is probably determined by oceanographic conditions, and the subpopulation could be managed only as a single unit. If the latter is the case the subpopulations could be managed separately.

General production models have been described above in the yellowfin section. It was pointed out that the model is not applicable unless the fish in question belong to a discrete population, *i.e.*, there must be relatively little interchange between the fish in the area under consideration, in this case the eastern Pacific Ocean, and those outside that area. Assuming that such models are applicable, if that fact is to be detected the perturba-

tions caused by fluctuations in environmental conditions must not be so great as to mask the perturbations caused by fluctuations in fishing effort, and there must be catch, effort, and CPUE data available for a wide range of levels of fishing effort, preferably including levels on the overfishing side of the curve.

The first condition is not met, as 26 skipjack tagged in the eastern Pacific Ocean have been recaptured in the central and western Pacific. The skipjack fishery of the eastern Pacific Ocean takes place mostly relatively near the coast, and most of the skipjack caught in this area apparently are the result of spawning in the central or central-western Pacific, which probably also supplies skipjack to the offshore portions of the eastern Pacific Ocean, the central Pacific Ocean, and parts of the western Pacific Ocean. Thus, unless there are separate spawning groups within the central Pacific, the amounts caught in the eastern Pacific Ocean may be determined more by the portions of the fish hatched in the central or central-western Pacific Ocean which migrate to the eastern Pacific Ocean, particularly relatively near the coast, than by the abundance of fish of the eastern and central Pacific subpopulation(s). This suggests that the best approach might be to study the entire eastern and central Pacific subpopulation(s). As pointed out previously, the eastern and central Pacific subpopulation(s) probably extend(s) from the coast of the Americas to the western Pacific Ocean, and in the latter area can be distinguished from the fish of the western Pacific subpopulation only by biochemical studies of the blood. Accordingly, sampling would have to be carried out at all times of the year in the area of mixing to determine the portions of fish of the different subpopulations in that area. Then the catch statistics and other data for the eastern and central Pacific subpopulation(s) would be studied as a unit.

Studies have been under way, on a modest scale, for several years to determine the effects of environmental conditions on the abundance, availability, and vulnerability to capture of skipjack in the eastern Pacific Ocean. One such study has been summarized in an earlier section of this report, and others have been described in previous annual reports of the Commission. The results have been less than satisfactory, but some of the confusion might be resolved if the Commission's biological and statistical studies could be made for the entire central and eastern Pacific subpopulation(s) instead of the portion of it (or them) which inhabit(s) the eastern Pacific Ocean during part of the life span. Usable catch, effort, and CPUE data are available for some parts of the range of the eastern and central Pacific subpopulation(s), but not for others. Also, as pointed out previously, there is the problem of separating the catches of fish of the western Pacific subpopulation from those of the eastern and central Pacific subpopulation(s).

In spite of the above difficulties, attempts have been made to compare

the effort and CPUE of skipjack in the eastern Pacific Ocean. The fishing effort has increased in recent years, due to increases in the size of the fleet. This has apparently not depleted the resource, however, as some of the greatest total catches have been made during the last few years. The relationship between purse-seine CPUE and effort in the CYRA, standardized to Class-3 units (vessels of 101- to 200-ton capacity), is shown in Figures 24 and 25. The former figure includes all 5-degree areas of the CYRA, while the latter includes only selected 5-degree areas where significant amounts of skipjack are caught. In neither case does there appear to be a significant relationship. There is a possibility, however, that such a relationship might be masked by the nature of the fishery. For example, in different years the availability of skipjack might differ, but the amount of effort directed toward that species might be proportional to the availability, resulting in equal CPUEs in each year. This could be the case if in years of high availability skipjack were present in more areas than in years of low availability, but the densities of fish within the areas were the same in all years. At this time the data do not furnish any evidence that this phenomenon could be masking the relationship between the abundance of skipjack and the fishing effort, but the question will continue to be examined as a part of the Commission's broad studies of fishing effort and CPUE as an index of abundance.

The types of data which are used for age-structured models, and the theory upon which these models are based, are discussed above in the yellowfin section. The size composition of skipjack samples taken in the CYRA during 1967 through 1978 is shown in Figure 26. Differences among years are apparent; the incidence of fish larger than 55 cm (about 7.8 pounds) was highest in 1971-1973 and lowest in 1978. During 1978 there were frequent comments about the high incidence of small skipjack. It can be seen from the figure, however, that the situation could be better described as a shortage of large fish relative to medium fish, rather than an overabundance of small fish relative to medium fish.

The yield-per-recruit approach to age-structured modeling has been discussed above for yellowfin. The situation for skipjack is somewhat different, in that the natural attrition of yellowfin consists only of natural mortality, whereas that for skipjack consists of both natural mortality and emigration to the central and western Pacific. The combined annual rate of natural mortality and emigration for skipjack is estimated from length-frequency and tagging data to be roughly 88 percent per year, as compared to approximately 55 percent for the natural mortality of yellowfin.

The rate of growth of skipjack has also been estimated from studies of length-frequency and tag return data. It is much more difficult to follow the progression of modal groups for skipjack than it is for yellowfin because the modal lengths of the former vary so erratically from month to month. Recruitment from the central Pacific and emigration in the

opposite direction is obviously largely responsible for this, but it also appears that the vulnerability of groups of fish of different sizes varies considerably from month to month within the eastern Pacific Ocean. Tagging data are also useful in this respect, but most of the returns are from fish which have been at liberty only a short period of time, and thus are of limited value. The few long-term returns which have been received have nearly all been from fish recaptured in the central Pacific Ocean, and the reason that there are so few of them is that the fishing intensity is low in that area. Thus the available estimates of growth of skipjack are not as good as those for yellowfin and not as good as desirable.

The estimated relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit are shown in Figure 27. The Commission staff's estimates of skipjack growth, natural mortality plus emigration, and fishing mortality have been integrated to obtain the calculations which form the basis for this figure. The top panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during 1967-1969, the middle panel is based upon rates estimated from data obtained during 1971-1973, and the lower panel is based upon rates estimated from data obtained during 1975-1977. The values in the horizontal scale are multiples of the fishing effort during the years in question, *i.e.*, 0.5, 1.0, and 2.0 in the top panel represent effort values half of, equal to, and twice the actual effort values for 1967-1969. Various combinations of fishing effort and size at entry give various yields per recruit, which are indicated by curved lines. For example, if the size at entry is fixed at 40 cm (about 2.7 pounds) the yield per recruit with a multiplier of 1 is between 1.00 and 1.10 pounds in the first panel and between 0.75 and 1.00 in the second and third panels. In general, the yields are highest with a size at entry of 35 cm (about 1.7 pounds) and fishing effort considerably greater than has been the case so far in the eastern Pacific Ocean. This is because the losses to the total weight of a cohort of fish by natural mortality and emigration exceed the gains to it by growth, even when the fish are only 35 cm long and presumably growing rapidly.

Neither the general production models nor the age-structured models applied so far indicate any need so far for the management of skipjack. The latter models indicate that the maximum yield per recruit from adolescent skipjack in the eastern Pacific Ocean can be obtained by fishing the individuals over 35 cm in length as hard as possible. Conceivably this could reduce the recruitment in subsequent years, but there is no evidence from the effort and CPUE data that this is so.

As pointed out previously, management should be directed toward all parts of a single stock, rather than a part of a stock, a mixture of several stocks, or a mixture of parts of several stocks. Accordingly, it is of prime importance to define the stocks or subpopulations of skipjack in the Pacific Ocean, which has not yet been satisfactorily done. The Tuna Commission

has recently increased its tagging of skipjack in the eastern Pacific Ocean and initiated tagging experiments in French Polynesia. A number of other organizations, especially the South Pacific Commission, have been tagging skipjack in large numbers in the western Pacific Ocean in recent years. Also, collection of blood samples for subpopulation identification is being carried out in the western Pacific. In addition, various organizations, particularly the Food and Agriculture Organization of the United Nations, are striving to obtain better catch and effort data for skipjack in the western Pacific. When these studies are further along it will be possible to ascertain better the status of the Pacific Ocean skipjack subpopulations with regard to fishing.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1978

INTRODUCCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical funciona bajo la autoridad y dirección de un convenio establecido originalmente por la República de Costa Rica y los Estados Unidos de América. El convenio, vigente desde 1950, está abierto a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973. Ecuador se retiró de la Comisión en 1968 y México en 1978.

Las obligaciones principales de la Comisión bajo el convenio son (a) estudiar la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de atún y especies afines del Océano Pacífico oriental para determinar las consecuencias que la pesca y los factores naturales tienen sobre su abundancia y (b) recomendar las medidas apropiadas de conservación para que las poblaciones de peces puedan mantenerse a niveles que permitan sostener capturas máximas constantes, cuando y si las investigaciones de la Comisión indican que tales medidas son necesarias.

Para llevar a cabo esta labor, se le ha asignado a la Comisión que realice una amplia variedad de investigaciones tanto en el mar como en el laboratorio. Las investigaciones las realiza un personal permanente de investigadores contratados internacionalmente por el Director de Investigaciones de la Comisión, quién a su vez es directamente responsable ante los delegados de esta entidad.

El programa científico se encuentra en su vigésimo octavo año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de las funciones y trabajos se describen en un informe anual bilingüe. Se publican otros artículos en revistas científicas exteriores de prensa y en publicaciones comerciales. Al final de 1978, la Comisión ha publicado 114 boletines, 176 artículos en revistas exteriores de prensa y 27 anuarios. Todos estos escritos han tenido una amplia divulgación mundial, encontrándose al alcance del examen crítico de la comunidad científica del orbe.

REUNIONES DE LA COMISION

La Comisión clausuró su XXXV reunión, celebrada en ciudad de México del 17 al 18 de octubre de 1977, sin acordar una resolución para la conservación del atún aleta amarilla en 1978. Sin embargo, se hicieron los preparativos para obtener dicho acuerdo por teléfono o cable en una

fecha más tarde. El 27 de marzo de 1978, el Director de Investigaciones de la Comisión, recibió el acuerdo unánime de la siguiente resolución:

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Reconociendo que la Comisión no tiene aún toda la información necesaria para establecer exactamente el nivel máximo de producción que la población pueda sostener, y

Considerando además que el programa experimental de pesca se ha concebido para determinar empíricamente el promedio de la producción máxima continuada de la población de atún aleta amarilla, al permitir capturas substancialmente superiores al máximo teórico pronosticado por el conocimiento actual, y

Reconociendo que el programa experimental de pesca no ha demostrado aún claramente que los niveles de captura no puedan sostenerse más allá de este máximo teórico,

Concluye que es deseable continuar durante 1978, con el programa experimental de pesca del aleta amarilla, y

Considerando que el acuerdo de la XXI Reunión Intergubernamental sobre la Conservación del Atún Aleta Amarilla recomienda ciertas medidas administrativas a la Comisión,

Recomienda por lo tanto a las Altas Partes Contratantes que adopten una acción conjunta para:

1) Establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total de aleta amarilla para el año civil de 1978, en 175,000 toneladas americanas en el ARCAA definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962 y modificada en el artículo 11 *infra*, siempre y cuando:

- a) que el Director de Investigaciones pueda aumentar este límite en no más de dos incrementos sucesivos, si de un nuevo examen de los datos disponibles, llega a la conclusión de que dicho aumento no constituye un peligro apreciable para la población; el primero de estos aumentos debe ser de 20,000 toneladas americanas y el segundo por la cantidad de 15,000 toneladas americanas;
- b) si se prevee que el índice de captura anual se reduce a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, medido en unidades de cerqueros, ajustado a los niveles de eficacia de los aparejos anteriores a 1962, según estimaciones del Director de Investigaciones, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA será reducida a fin que no exceda el cálculo entonces vigente del equilibrio de producción y se cerrará en la fecha que fije el Director de Investigaciones.

2) Reservar una porción de la cuota anual de aleta amarilla para permitir capturas incidentales por embarcaciones atuneras cuando pesquen en el ARCAA especies que normalmente se capturan entremezcladas con el aleta amarilla después de la clausura de la pesca irrestricta de esta especie. El monto de esta porción debe ser determinado por el Director de Investigaciones en la época en que la captura del atún aleta amarilla se aproxime a la cuota recomendada para el año.

3) Permitir a las embarcaciones entrar en el ARCAA durante la temporada irrestricta, que comienza el 1° de enero de 1978, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto por primera vez después de la clausura de la pesca irrestricta.

4) Clausurar la pesca del atún aleta amarilla en 1978, en la fecha en que la cantidad ya capturada más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en la mar con permiso para pescar sin restricción o que se hagan a la mar en conformidad al artículo 10, alcance 175,000, 195,000 o 210,000 toneladas americanas, si el Director de Investigaciones determina que pueden obtenerse estas cantidades menos la porción reservada para capturas incidentales en el artículo 2 *supra* y para las asignaciones especiales estipuladas en los artículos 6, 8 y 9 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones.

5) Permitir a toda embarcación a la que no se haya otorgado una concesión especial de conformidad con los artículos 6, 8 y 9 *infra*, que pescan atún en el ARCAA después de la fecha de veda de la pesca de atún aleta amarilla, desembarcar una captura incidental de esta especie, obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA en cada viaje iniciado durante dicha temporada de veda. La cantidad que se permite desembarcar a cada embarcación como captura incidental de atún aleta amarilla será determinada por el gobierno que regula las actividades pesqueras de esas embarcaciones; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de aleta amarilla obtenidas por todas las embarcaciones de un país que tengan ese permiso, no excederá el 15 por ciento de la captura combinada total, obtenida por esas embarcaciones, durante el período de tiempo que se les permite a éstas desembarcar capturas incidentales de atún aleta amarilla.

6) Permitir:

a)

- (1) Que embarcaciones con bandera de Panamá y Nicaragua con ciertas características que presenten problemas especiales debido a la capacidad, arte o técnicas pesqueras, puedan pescar sin restricción atún aleta amarilla hasta que dichas embarcaciones de estos países obtengan

- 6,000 toneladas americanas de esta especie durante la temporada de veda;
- (2) las embarcaciones con bandera de Costa Rica, debido a circunstancias similares a las referidas en el artículo 6(a) (1), pueden pescar sin restricción atún aleta amarilla hasta que esas embarcaciones obtengan 7,500 toneladas americanas de esa especie durante la temporada de veda.
 - (3) Aquellos gobiernos miembros de la Comisión a los que se refieren los artículos 6(a) (1) o 6(a) (2) que son países en vía de desarrollo con pesquerías que se encuentran en una etapa inicial de desenvolvimiento y que tienen la posibilidad durante 1978, de adquirir una o más embarcaciones pesqueras que presenten problemas especiales debido a su capacidad, arte o técnicas pesqueras, solicitar por medio de la Comisión un estudio sobre el problema específico y una recomendación para su solución. A no ser que todos los gobiernos miembros expresen su acuerdo con la solución propuesta, dicho gobierno, debe, en conjunto o individualmente, mediante la misma entidad, solicitar una reunión de un grupo especial de trabajo de todos los miembros de la Comisión con el propósito de encontrar una solución satisfactoria. Ambas solicitudes pueden ser transmitidas telegráficamente a todos los países miembros y su respuesta debe recibirse en 10 días.
- b) Las embarcaciones con bandera de cada uno de aquellos miembros de la Comisión a los que no se refiere el artículo 6(a) que son países en vía de desarrollo y cuyas pesquerías se encuentran en las primeras etapas de desenvolvimiento (es decir, cuya captura de atún en la zona del convenio en 1970 no sobrepasó 12,000 toneladas americanas y cuya captura total en 1969 no excedió de 400,000 toneladas métricas) que, debido a características de capacidad, arte o técnicas pesqueras, presentan problemas especiales, pescar sin restricción atún aleta amarilla hasta que la captura agregada de esta especie, obtenida durante todo el año de 1978, por cada uno de dichos países miembros, alcance 26,500 toneladas americanas.
- c) Las embarcaciones con bandera de aquellas naciones a las que no se refieren los artículos 6(a) o 6(b) que tienen menos de 400 toneladas americanas de capacidad, o que entraron a pescar atún aleta amarilla antes del 1 de enero de 1960, pescar sin restricción esta especie hasta que dichas embarcaciones de cada país obtengan 6,000 toneladas americanas de aleta amarilla durante la temporada de veda o que pesquen esta especie bajo tales restricciones como sea necesario para

limitar la captura de atún aleta amarilla de dichas embarcaciones de cada país, durante la temporada de veda a 6,000 toneladas americanas.

Debe permitírseles a las embarcaciones a las que se refieren los artículos 6(a), 6(b) y 6(c), desembarcar una captura incidental de atún aleta amarilla obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA, en cada viaje iniciado después de que se hayan capturado las cantidades referidas en los artículos 6(a), 6(b) y 6(c). Las embarcaciones designadas para tales pescas y la cantidad que la será permitida desembarcar como pesca incidental a cada embarcación será determinada por el gobierno que regule las actividades de pesca de la misma, a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de atún aleta amarilla obtenido por dichas embarcaciones de cada país con esta concesión, no exceda el 15 por ciento de la captura total obtenida por tales embarcaciones de cada país durante viajes iniciados después de que se hayan capturado las cantidades mencionadas en los artículos 6(a), 6(b) y 6(c).

7) Las especies referidas en los artículos 2, 5 y 6 son: atún barrilete, patudo o atún ojo grande, atún de aleta azul, albacora, barrilete negro, bonito, peces espada y tiburones.

8) Permitir, solo durante 1978, que se capturen 1,000 toneladas de atún aleta amarilla durante la temporada de veda por un barco o barcos de los Estados Unidos de América para continuar la investigación sobre la reducción de la mortalidad accidental de los delfines.

- 9) a) A fin de no limitar el desarrollo de sus pesquerías, aquellos países cuyos gobiernos acepten las recomendaciones de la Comisión, pero cuyas pesquerías de atún aleta amarilla no sean de importancia, quedarán exentos de sus obligaciones de cumplir las medidas restrictivas.
- b) En las condiciones actuales y de acuerdo con la información disponible una captura anual de 1,000 toneladas americanas de aleta amarilla constituye el límite máximo para disfrutar de la exención mencionada.
- c) Después de la clausura de la pesca de atún aleta amarilla, los gobiernos de las partes contratantes y los países cooperadores podrán permitir a las embarcaciones registradas bajo su bandera desembarcar atún aleta amarilla sin restricción en cualquiera de los países mencionados en los artículos anteriores 9(a) y 9(b), que disponga de instalaciones para enlatar atún hasta el momento en que el monto total del atún aleta amarilla desembarcado en ese país durante 1978, alcance las 1,000 toneladas americanas.

10) Solo para 1978, a fin de evitar congestiones en las maniobras de desembarque y en las instalaciones de elaboración cerca de la fecha de clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la suficiente preparación, cualquier barco que complete su viaje antes de la clausura o que se encuentre en puerto en la fecha de clausura y haya completado un viaje en el ARCAA durante 1977, puede zarpar para pescar libremente atún aleta amarilla dentro del ARCAA siempre y cuando el viaje se inicie dentro de los 30 días siguientes a la clausura.

11) Para 1978 solamente, excluir del ARCAA, sobre una base experimental, las tres zonas que se definen en la forma siguiente: (1) la zona comprendida por una línea que empieza a los 110° de longitud oeste y 5° de latitud norte que se extiende hacia el este a lo largo de los 5° de latitud norte hasta los 95° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 95° de longitud oeste hasta los 3° de latitud sur; desde ahí hacia el este a lo largo de los 3° de latitud sur hasta los 90° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 90° de longitud oeste hasta los 10° de latitud sur; desde ahí hacia el oeste a lo largo de los 10° de latitud sur hasta los 110° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de los 110° de longitud oeste hasta los 5° de latitud norte; (2) la zona comprendida por una línea que empieza a los 115° de longitud oeste y 5° de latitud norte que se extiende hacia el oeste a lo largo de los 5° de latitud norte hasta los 120° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de los 120° de longitud oeste hasta los 20° de latitud norte; desde ahí hacia el este a lo largo de los 20° de latitud norte hasta los 115° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 115° de longitud oeste hasta los 5° de latitud norte y (3) la zona comprendida por una línea que empieza a los 90° de longitud oeste hasta los 12° de latitud sur extendiéndose al este a lo largo de los 12° de latitud sur hasta los 85° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 85° de longitud oeste hasta los 15° de latitud sur; desde ahí hacia el este a lo largo de los 15° de latitud sur hasta los 80° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 80° de longitud oeste hasta los 30° de latitud sur; desde ahí hacia el oeste a lo largo de los 30° de latitud sur hasta los 90° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de los 90° de longitud oeste hasta los 12° de latitud sur. Debido a la falta de datos de estas zonas, se resuelve también:

- a) Instar a todos los gobiernos miembros a que tomen las medidas necesarias para garantizar que los datos obtenidos por las embarcaciones que pescan en esas zonas sean transmitidos a la Comisión;
- b) que si el personal de la Comisión determina que la pesca experimental en las zonas indicadas anteriormente está afectando en forma adversa el programa de administración de los recursos, se autorice al Director de Investigaciones

para convocar una reunión especial de la Comisión para examinar los datos y hacer las recomendaciones apropiadas.

12) Aunque se reconoce que el actual sistema regulatorio ha sido eficaz para conservar el recurso del atún aleta amarilla, se resuelve además que en virtud de las dificultades prácticas que se han suscitado por el actual sistema regulatorio, que fue implantado en circunstancias diferentes a la situación actual de la explotación atunera, urgir a todos los países miembros para que realicen estudios e investigaciones exhaustivas con el fin de fijar un nuevo sistema regulatorio para 1979, o lo más temprano que sea posible, que satisfaga las necesidades e intereses de todos los participantes en la pesquería del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental tropical.

13) Solicitar a los gobiernos miembros y colaborativos para que:

- a) adopten la legislación y reglamentación adecuadas, cuando éstas no existen, para prohibir y sancionar embarcaciones de su bandera que capturen el atún en contravención a las recomendaciones de la Comisión;
- b) aseguren que las maniobras de las embarcaciones de su bandera que pesquen atún en el Pacífico oriental tropical durante la época de veda establecida por la Comisión, sean registradas adecuadamente y por lo consiguiente supervisadas.

Con este propósito:

- (1) esas embarcaciones llenarán bitácoras diarias sobre las maniobras atuneras y esas bitácoras serán regularmente inspeccionadas por funcionarios autorizados del país de la bandera a que pertenecen;
 - (2) esas embarcaciones informarán al gobierno del país a que pertenecen, diariamente por radio en las frecuencias de 16565.0-12421.0 o 8281.2 KHZ cuando se hallen fuera del ARCAA e informarán inmediatamente por radio en las frecuencias de 16565.0-12421.0 o 8281.1 KHZ cada vez que entren o salgan del ARCAA;
 - (3) una embarcación que pesque tanto dentro como fuera del ARCAA en el mismo viaje durante una época de veda aplicable a tal embarcación se considerará que ha capturado todo el atún que lleve a bordo dentro del ARCAA, a menos que el atún capturado dentro y fuera del ARCAA se haya almacenado o identificado con el sello de un oficial debidamente autorizado por el país de bandera antes de que la embarcación traslade sus maniobras de pesca a una zona dentro o fuera del ARCAA, como sea el caso;
- c) inspeccionar, o hacer arreglos para que se inspeccionen, si se establecen acuerdos bilaterales, todos los desembarques y

- trasbordos de atún de embarcaciones de su bandera que estén pescando atún en el ARCAA durante la veda aplicable a tal embarcación. Los estados miembros que permiten tales desembarques o trasbordos dentro de su jurisdicción efectuados por embarcaciones abanderadas en otro país cooperarán con el país de bandera para efectuar una inspección adecuada;
- d) aplicar la legislación interna de cada país acorde con la gravedad de la violación para hacer cumplir las recomendaciones de la Comisión;
 - e) cooperar con los gobiernos miembros en apoyar el cumplimiento eficaz de esta recomendación considerando y tomando nota para la acción necesaria sobre los informes suministrados por otros gobiernos miembros con relación a la pesca del atún dentro del ARCAA;
 - f) prestar a los gobiernos miembros su colaboración en el examen del funcionamiento de estas recomendaciones.
- 14) Obtener mediante medidas apropiadas la cooperación de aquellos gobiernos cuyos barcos explotan la pesquería pero que no forman parte del Convenio para el establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical para poner en vigencia estas medidas de conservación.

La XXXVI reunión de la Comisión fue celebrada el 16, 17 y 18 de octubre de 1978, en Tokio (Japón) en el salón de conferencias del Ministerio de Relaciones Exteriores. Cada país miembro estuvo representado por uno o más delegados regulares. Además, había asesores de varios de los países miembros y observadores de Chile, Colombia, Ecuador, España, Nueva Caledonia, Nueva Zelanda, Perú, la República de China, la República de Corea, Venezuela y de la Comisión Permanente del Pacífico Sur.

Se aprobó la siguiente agenda:

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y aprobación de la agenda
3. Análisis de la investigación actual
4. El programa de los delfines de la Comisión
5. El año pesquero de 1978
6. Estudios analíticos sobre el atún aleta amarilla del Océano Pacífico oriental
7. Estudios analíticos del atún barrilete en el Océano Pacífico oriental
8. Programa recomendado de investigación y presupuesto para el AF 1980-1981
9. Consideraciones sobre un nuevo convenio o modificación del actual
10. Fecha y sede de la próxima reunión
11. Nombramiento de funcionarios
12. Otros asuntos
13. Clausura

El personal científico de la Comisión recomendó inicialmente una cuota reducida de captura de aleta amarilla de 165,000 toneladas para el año pesquero de 1979. La exposición razonada referente a esta cuota reducida se presenta en los documentos básicos de la reunión (quién esté interesado puede pedir estos documentos a la Comisión).

La vigesimosegunda reunión intergubernamental para la Conservación del Atún Aleta Amarilla fue celebrada el 16 de octubre en Tokio inmediatamente después de haberse aplazado la reunión de la CIAT. Como no se logró llegar a ningún acuerdo durante la reunión intergubernamental sobre los métodos de implantar la cuota de conservación, la Comisión no tomó ninguna decisión sobre la cuota de 1979, ni adoptó ninguna resolución sobre otros puntos importantes de la agenda que requerían voto. El Presidente aplazó la XXXVI reunión de la CIAT para una fecha futura y otro lugar que se ha de acordar mediante vía diplomática.

ADMINISTRACION

PRESUPUESTO

La Comisión recibió la suma total (\$1,225,498) de los fondos solicitados para realizar el programa regular de investigación de los tñidos en el año fiscal de 1977-1978. Además, la Comisión recibió \$500,000 de los \$572,560 solicitados en un presupuesto suplementario para subvencionar el proyecto especial de investigación atún-delfin acordado en la XXXIV reunión de junio 1977. Desafortunadamente, los fondos para este proyecto especial se recibieron solo un poco antes de finalizar el año fiscal, así que no fue posible emprender toda la investigación planeada sobre delfines. El trabajo que se llevó a cabo sobre este proyecto en 1978, se describe en este informe en la página 99.

En la XXXIII reunión, celebrada en Managua (Nicaragua), en octubre de 1976, la Comisión aprobó unánimamente el programa de investigación del año fiscal de 1978-1979 presentado por el Director de Investigaciones, como también la suma de \$1,230,224 para llevarlo a cabo. En la reunión siguiente, convocada en ciudad de México, en octubre de 1977, la Comisión aprobó un presupuesto suplementario de \$640,427 correspondiente a la investigación de los delfines en el año fiscal 1978-1979. Hasta el 31 de diciembre de 1978, la Comisión aún no había recibido noticias sobre la cantidad total de fondos que podría esperar en el año fiscal de 1978-1979.

DECLARACION FINANCIERA

Las cuentas financieras de la Comisión fueron revisadas cuatro veces durante el año por la firma pública de contabilidad de John W. Sutliff, San Diego (California). Se enviaron copias de los informes de contabilidad al Presidente y al gobierno depositario (E.U.A.). Sigue a continuación un resumen de las cuentas de fin de año correspondientes al año fiscal de 1977-1978.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

**Procedencia y Disposición de Fondos
1 de Octubre 1977 al 30 de Septiembre 1978**

CUENTA EN DOLARES (EEUU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable* (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1 de octubre 1977	\$ 366,041.84
EEUU	1,603,000.00
México	121,403.47
Canadá	31,717.00
Japón	22,925.00
Costa Rica	11,169.55
Panamá	1,250.00
Francia	500.00
Nicaragua	625.00
Entradas varias	38,130.48
TOTAL	\$2,196,762.34

*El saldo favorable incluye \$51,772.22 de obligaciones sin pagar.

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 33,714.91
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$234,614.74
B. Investigación de los peces de carnada	—
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	253,902.86
D. Biología del atún	463,599.50
E. Oceanografía	31,407.91
F. Marcado de atún	225,414.40
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	73,049.51
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	708,467.93
02—Viajes	60,832.22
03—Transporte de equipo	9,796.81
04—Comunicaciones	11,251.91
05—Renta y servicios públicos	5,350.59
06—Imprenta y encuadernación	29,446.06
07—Servicios por contrato	216,462.15
08—Provisiones y materiales	23,752.93
09—Equipo	12,534.86
13—Premios (recaptura de marcas)	8,922.80
15—Contribuciones al Seguro Social EEUU	33,788.11
16—Seguro de Vida	1,229.16
17—Contribución al plan de retiro	127,883.07
18—Seguro por incapacidad de trabajo	2,283.42
19—Contribución al seguro médico	13,431.06
20—Seguro por muerte accidental o mutilación	(67.16)
21—Seguro de indemnización	16,623.00
	\$1,281,988.92
Compra de soles (trabajos en el Perú)	10,000.00
Compra de sures (trabajos en el Ecuador)	10,000.00
Efectivo en el banco	860,749.18
En efectivo	300.00
	\$861,049.18
Menos reservas	
Combinación de seguros	2,834.01
Pensión	(2,418.34)
Depósitos	\$ 425.00
TOTAL	\$2,196,762.34

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre 1977	₡ 637.21
Efectivo en el banco	₡ 637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre 1977	S/298,965.94
Compra de sucres con dólares	259,000.00
TOTAL	557,965.94

Disposición de los fondos

Adelantos	40,000.00
Gastos por proyectos	
1) Por proyecto	
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	S/ 91,701.67
F. Marcado de atún	25.00
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	206,001.72
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	114,300.00
02—Viajes	66,764.24
03—Transporte de equipo	15,866.00
04—Comunicaciones	20,837.75
05—Renta y servicios públicos	33,830.55
06—Imprenta	18,066.00
07—Servicios por contrato	20,473.00
08—Provisiones y materiales	7,565.85
09—Equipo	
13—Premios (recaptura de marcas)	25.00
Efectivo en el banco	220,237.55
TOTAL	S/557,965.94

CUENTA EN SOLES (PERU)**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre de 1977	S/o. 660,279.13
Compra de soles con dólares	1,800,000.00
TOTAL	S/o.2,460,279.13

Disposición de los fondos

Adelantos	S/o. 15,600.00
Gastos por proyecto	
1) Por proyecto	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	860,392.02
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	682,856.02
02—Viajes	70,328.00
04—Comunicaciones	5,231.00
05—Renta y servicios públicos	34,500.00
08—Provisiones y materiales	198.00
15—Contribución al seguro social	67,279.00
Efectivo en el banco	1,584,287.11
TOTAL	S/o.2,460,279.13

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Los investigadores continuaron en 1978 teniendo un estrecho vínculo tanto al nivel nacional como internacional con instituciones y organizaciones investigadoras universitarias, gubernamentales y privadas. Esta relación hace que los investigadores se mantengan al frente de la evolución y rápido desarrollo que ocurren actualmente en la oceanografía y en la investigación pesquera mundial. Se describen a continuación algunos de los aspectos en este campo.

La casa madre de la Comisión se encuentra en los terrenos de Scripps Institution of Oceanography en La Jolla (California). Este es uno de los centros principales del mundo en cuanto a ciencias marinas, siendo el centro de muchas oficinas federales y estatales de pesca, oceanografía y ciencias subordinadas. Esto ofrece una excelente oportunidad para que el personal mantenga comunicación diaria con científicos de estos organismos.

Además en 1978, la Comisión mantuvo un estrecho vínculo de trabajo con las oficinas e institutos pesqueros de los países miembros y también con entidades similares en otros países de Asia, Europa, hispanoamérica y las islas del Pacífico.

Se continuó durante el año la relación muy cordial y productiva con la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, la Comisión Permanente del Pacífico Sur, la Comisión del Pacífico Sur, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y otros organismos internacionales.

Los investigadores han participado durante el año en numerosas reuniones científicas de nivel nacional e internacional y han trabajado en numerosos grupos, asambleas de trabajo y grupos asesores. Además, han desempeñado cargos en la facultad de varias universidades, ofreciendo en algunos casos cursos en ramos especializados.

En 1977, la CIAT en colaboración con el Centre National pour l'Exploitation des Océans, l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer y el Service de la Pêche de la Polynésie Française, iniciaron una investigación para estudiar más acerca de la relación que existe entre los barriletes de varias zonas del Océano Pacífico oriental y central, realizando experimentos de marcado en las Islas Marquesas. El primer crucero colaborativo de marcado se realizó a bordo de un barco francés de investigación en septiembre y noviembre de 1977, y los resultados se describieron en el informe anual de la Comisión de 1977. En 1978, se continuó este trabajo colaborativo de investigación, primero mediante el flete de un barco de carnada de los EEUU (4 meses) que pescó de febrero a mayo en las islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad, y luego al fletar por seis meses o un año una goleta pesquera que comenzó el marcado en diciembre en las islas Marquesas. Los resultados del trabajo de marcado en 1978 se describen más adelante en este informe.

OFICINAS REGIONALES

La Comisión, además de sus oficinas principales en La Jolla (California), tiene oficinas regionales en varios centros industriales, importantes de atún.

En Terminal Island (California), se encuentra una oficina con dos investigadores. El personal aquí se encarga principalmente en recolectar y recopilar las estadísticas de captura y esfuerzo, registrar los desembarques y medir atunes. Recuperan además las marcas de los atunes, y obtienen según sea necesario otra información biológica, estadística y de la pesca en general.

Existe una oficina similar en Mayaguez (Puerto Rico) con dos empleados permanentes que, a su vez, contratan ayuda temporal. También visitan regularmente Ponce, el otro puerto más importante de atún en Puerto Rico.

En Ensenada (Baja California), México, el puerto atunero más importante de ese país, se encuentra un técnico permanente. Dedicó la mayor parte de su tiempo en medir atunes, y además obtiene otros datos científicos de pesca.

En Panamá, se encuentra un técnico que obtiene los registros de bitácora de las embarcaciones que, en ese país, traspasan su carga a frigoríficos y de embarcaciones que pasan a través del Canal de Panamá para descargar en puertos del Atlántico o pescar en el Océano Atlántico después de haber pescado en el Océano Pacífico oriental. Dedicó también parte de su tiempo en medir atunes en Panamá y en obtener tres o cuatro veces al año estadísticas atuneras en Puntarenas (Costa Rica).

La Comisión tiene dos empleados en Manta (Ecuador). La considerable industria atunera del Ecuador se centraliza allí; Salinas y Guayaquil son los otros dos puertos importantes y se encuentran a una distancia conveniente de Manta. El personal de la Comisión en Ecuador trabaja principalmente en la obtención de datos estadísticos de captura, pero dedica también su tiempo en medir atunes y en estudiar los peces cebo. Obtienen también, de vez en cuando, estadísticas atuneras en Colombia y Venezuela.

En el Perú, la Comisión tiene un empleado permanente que se encuentra estacionada en Coishco; éste obtiene datos estadísticos de captura y otra información biológica y pesquera en Coishco y Paita, los dos puertos principales de atún.

PUBLICACIONES E INFORMES

La pronta y completa publicación de los resultados de investigación es uno de los elementos más importantes del programa científico de la Comisión. Por este medio los gobiernos miembros, la comunidad científica y el público en general se encuentran corrientemente informados de los

resultados científicos de los investigadores de la Comisión. La publicación de los datos básicos, métodos de análisis y resultados obtenidos, ofrecen la oportunidad de que sean revisados críticamente por otros investigadores, atestiguando así la validez de los resultados alcanzados por el personal científico de la Comisión, despertando al mismo tiempo el interés de otros investigadores en dicha investigación.

La Comisión publica la investigación de sus científicos y de los investigadores colaboradores en su serie de boletines. En 1978, se editó en esta serie una publicación en inglés y español.

Boletín, Volumen 17, Número 5—Estructura de la población del atún aleta amarilla del Océano Pacífico, *por* Z. Suzuki, P. K. Tomlinson y M. Honma.

Se preparó también otro Informe Interno de la Comisión en 1978:

No. 11—Capturas mundiales de atunes y peces afines en 1975, *por* W. L. Klawe.

Además del boletín y del informe, se publicaron en revistas exteriores de prensa cuatro artículos escritos por los investigadores de la Comisión:

173. Bayliff, William H. 1978. The eastern Pacific Tuna Fisheries in 1977. *Pacif. Fish. Rev. (The Fishermens News)*, **34**(2):31, 33, 35-39.
174. Stevenson, Merritt and Y. Ikeda. 1978. Time series analysis of NOAA-4 sea surface temperature (SST) data. *Remote Sensing of Environ.* 7:349-360.
175. Klawe, W. L. 1978. Estimates of catches of tunas and billfishes by the Japanese, Korean and Taiwanese longliners from within the 200 mile economic zone of the member countries of the South Pacific Commission. *South Pacific Commission, Occasional Paper*, 10-41.
176. Joseph, J. 1978. Tuna fisheries around the world: Their development, conservation, and management. *New Zealand Min. Agric. and Fish., Fish Res. Div., Occasional Paper*, 15:57-62.

LA PESCA EN 1978

RESUMEN

Las embarcaciones de 18 naciones, Antillas holandesas, Bermuda, Canadá, Colombia, el Congo, Corea, Costa Rica, Ecuador, España, EEUU, Japón, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Panamá, Perú, Senegal y Venezuela, pescaron atun en el Océano Pacífico oriental durante 1978. Estos barcos capturaron principalmente atún aleta amarilla y barrilete, junto con algunas pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales de arte usados en las capturas en orden de importancia fueron: redes de cerco, caña y sedal y palangres.

Debido a la fuerte explotación, la pesca de atún aleta amarilla ha estado desde 1966 bajo administración internacional, pero hasta ahora no ha habido necesidad de aplicar estas medidas de conservación a otras especies de atún obtenidas por la pesca en el Pacífico oriental. La zona en la que se aplica el programa de conservación de aleta amarilla, denominada Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA), se presenta en la Figura 1.

En la XXXV reunión convocada en octubre de 1977, la Comisión no llegó a un acuerdo referente al programa de conservación de 1978 para el atún aleta amarilla, pero luego en marzo de ese año expresó nuevamente el deseo de continuar con el programa experimental de pesca (iniciado en 1969) que fue concebido para averiguar empíricamente el promedio máximo constante de producción de aleta amarilla en el ARCAA. Por consiguiente, se estableció una cuota de 175 mil toneladas americanas (todo el tonelaje al que se refiere en este informe es en toneladas americanas, a no ser que se indique de otra manera) de aleta amarilla en 1978, y se adoptaron medidas para aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos, uno de 20 mil y otro de 15 mil toneladas si tal acción no implicaba ningún peligro para la población. La Comisión además estableció varias asignaciones especiales con respecto al aleta amarilla capturado durante la temporada de clausura: 1) 6 mil toneladas para cada una de las flotas de Panamá y Nicaragua; 2) 7,500 toneladas para la flota de Costa Rica; 3) 6 mil toneladas para las pequeñas embarcaciones de cada uno de los otros países que participan en el programa de conservación y 4) el 15% de captura incidental. La Comisión al final estableció una medida especial para embarcaciones de países que llenan ciertos requisitos especiales como se describe en la resolución para la conservación del aleta amarilla, permitiendo que pesquen sin restricción atún aleta amarilla hasta que el agregado de captura de esta especie obtenida por cada uno de estos países en 1978 alcance 26,500 toneladas.

En la XXXVI reunión, celebrada en octubre de 1978, el personal de la Comisión recomendó que se fijara la cuota de 1979 en 165 mil toneladas con la estipulación de aumentarla, según el criterio del Director de Investigaciones, mediante incrementos sucesivos hasta alcanzar un total de 210 mil toneladas. Esta recomendación no fue aceptada durante la reunión de octubre y sigue pendiente su aprobación.

Desde 1965 hasta 1978, la capacidad total de acarreo de la flota internacional que pesca atún en el Océano Pacífico oriental ha ascendido de 46,743 a 186,791 toneladas. El 1978, esta flota capturó 182,032 toneladas de aleta amarilla y 184,601 toneladas de barrilete en el ARCAA. Además de la captura en esta zona, las embarcaciones con cerco que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W capturaron 15,711 toneladas de aleta amarilla y 3,116 toneladas de barrilete. Además unos 26 barcos que

participaron en la pesca del ARCAA en 1978 pescaron también en el Atlántico y capturaron 11,242 toneladas de aleta amarilla y 9,468 de barrilete.

Conforme lo estipula la resolución de la Comisión, la pesca sin restricción de aleta amarilla en el ARCAA se termina en la época en que la cantidad capturada de esta especie, más la captura esperada de las embarcaciones que se encuentran en puerto o en la mar con permiso de pescar sin restricción, alcance la cuota del año, menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las asignaciones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construídos. La fecha de clausura en 1978 se hizo vigente el 6 de mayo a las 0001 horas. Las fechas correspondientes a la clausura en los años anteriores fueron: 15 de septiembre 1966, 24 de junio 1967, 18 de junio 1968, 16 de abril 1969, 23 de marzo 1970, 9 de abril 1971, 5 de marzo 1972, 8 de marzo 1973, 18 de marzo 1974, 13 de marzo 1975, 27 de marzo 1976 y 7 de julio en 1977. La prolongación de la temporada libre en 1977 se debió a una fuerte reducción del esfuerzo, y por lo tanto de la captura, a principios de 1977.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

Datos del Pacífico oriental

En la parta A de la Tabla 1, se presentan las capturas de aleta amarilla, barrilete y patudo del ARCAA obtenidas por la flota atunera del Océano Pacífico oriental desde 1961 a 1978. Las cifras de captura del aleta amarilla y barrilete se encuentran esencialmente completas con excepción de cantidades insignificantes obtenidas por algunas pescas individuales deportivas y artesanales. Sin embargo, la suma total de patudo no incluye las capturas palangreras de esta especie. Las capturas epipelágicas de estas tres especies en la zona al oeste del ARCAA y al este de los 150°W se indican también en esta parte de la Tabla 1. Los totales no incluyen las capturas palangreras de ninguna de estas especies.

La flota atunera del Pacífico oriental está formada por aquellos barcos que han pescado aleta amarilla, barrilete o aleta azul en el ARCAA todo el año o parte de éste. Algunos de estos barcos, como son los cerqueros de gran porte y los barcos de carnada, pescan casi exclusivamente estas especies mientras otros, especialmente los de pequeño porte, pescan, en su mayoría durante todo el año otras especies de atún. Por ejemplo, la mayoría de los caceros (pesca con curricán) pescan normalmente albacora en la costa occidental de los EEUU, pero a veces pescan atún tropical cuando la pesca de albacora es pobre. Además, algunos barcos que se encuentran equipados principalmente para pescar otras especies que no son atunes, cambian ocasionalmente los aparejos pesqueros para participar en la pesca de aleta amarilla, barrilete o aleta azul. Por ejemplo, algunos pequeños cerqueros que normalmente llevan redes para pescar anchovetas,

sardinias o caballas, algunas veces equipan temporalmente sus embarcaciones para pescar atunes. Cuando estos barcos de pequeño porte están pescando albacora, caballas, bonito, barrilete negro u otras especies que no sean atunes, la Comisión solo incluye sus capturas en el sistema estadístico si durante el año alguna parte de sus capturas consiste de aleta amarilla, barrilete o aleta azul del ARCAA.

Las capturas de otros atunes o especies afines (aleta azul, bonito, albacora y barrilete negro) obtenidas por la flota atunera del Pacífico oriental en esta misma región se presentan en la parte B de la Tabla 1. La suma total de aleta azul y albacora no incluye las capturas de estas especies obtenidas por embarcaciones palangreras; además, debe tenerse en cuenta que la pesca deportiva obtiene cantidades substanciales de bonito, albacora y barrilete negro, como también otras embarcaciones que no se consideran como parte de la flota atunera del Pacífico oriental. Por ejemplo, en 1978 la captura total de albacora obtenida por la flota epipelágica de los EEUU en el Pacífico oriental fue de unas 18,500 toneladas de las cuales la flota atunera antes mencionada descargó solo 1,368 toneladas.

En la parte B de la Tabla 1 se presentan las capturas de aleta amarilla, barrilete y patudo obtenidas por la flota atunera del Pacífico oriental en el Pacífico occidental y en el Océano Atlántico. (Naturalmente que esta cifras representan solamente una pequeña fracción de la cantidad total de estas especies capturadas en estas dos zonas ya que otras flotas pescan también allí.)

Finalmente, se observará que la parte B de la Tabla 1 incluye columnas marcadas "OE," que significa otras especies. Esta categoría incluye, entre otras, bacoreta del Atlántico, atún aleta negra del Atlántico y melvas (*Auxis*) capturados por la flota atunera del Pacífico oriental, junto con pequeñas cantidades de peces no relacionados a los atunes.

La estimación preliminar de captura de aleta amarilla en el ARCAA en 1978, es de 182,032 toneladas, que es unas 20,927 toneladas inferior a la captura de 1977 en el ARCAA y 9,795 toneladas inferior al promedio anual de captura de los cinco años anteriores. Se incluyen en la captura del ARCAA unas 14,172 toneladas de aleta amarilla obtenidas en las zonas experimentales de pesca indicadas en la Figura 1 y descritas en la resolución de la Comisión en que se detalla el programa de conservación de 1978 (véase página 69). La estimación preliminar de la captura de barrilete en el ARCAA en 1978 es 184,601 toneladas, la captura más grande de esta especie que jamás se haya obtenido en esta zona. Esta captura récord de barrilete en el ARCAA es algo más del doble que la de 1977 y 84,839 toneladas superior al promedio de captura de los cinco años anteriores. La captura de barrilete en el ARCAA incluye 6,226 toneladas obtenidas en las zonas experimentales. La flota obtuvo buenas capturas de barrilete durante casi todo el año. La estimación preliminar (366,633 toneladas) de

la captura combinada de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA en 1978 es 70,987 toneladas superior a la captura de 1977 y 75,044 toneladas superior al promedio de los cinco años anteriores.

La estimación preliminar en 1978 de la captura de aleta amarilla y barrilete en la zona que se encuentra entre el límite del ARCAA y los 150°W es de 15,711 y 3,116 toneladas, respectivamente, siendo la combinación total de 18,827 toneladas que es la captura más baja obtenida en esta zona desde que se inició la pesca en 1968, a pesar de que las condiciones meteorológicas fueron relativamente normales.

La captura combinada de todas las especies en todas las zonas de pesca en 1978, indicada en la Tabla 1 (443,046 toneladas) fue 67,932 toneladas superior a la de 1977 y 53,319 toneladas superior al promedio anual de captura de los cinco años anteriores.

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA en 1978 se enumeran por abanderamiento de barco en la parte superior de la Tabla 2. Se anota también el porcentaje de la captura total en el ARCAA obtenido por cada país. Los descargues por país de desembarque se presentan en la parte inferior de la Tabla 2. Los descargues son las cantidades de peces desembarcadas durante el año civil, omitiendo el año de captura. El país de desembarque es aquel en el que se descargaron los peces del barco pesquero o, en el caso de trasbordos, el país que recibió los peces trasbordados. La captura en el ARCAA en 1978 fue obtenida por embarcaciones de 18 países y se descargó en 14 países.

En la Figura 2 se presenta la distribución geográfica de la captura de aleta amarilla obtenida en 1978 por embarcaciones cerqueras en el Océano Pacífico oriental. Las zonas más productivas de aleta amarilla se localizaron en el Golfo de California, al oeste de la parte meridional de Baja California, fuera de la costa a lo largo de la América Central, en el Panamá *Bight* y en el Golfo de Guayaquil. Las zonas de captura de aleta amarilla al oeste del ARCAA fueron aproximadamente iguales a las de los años anteriores, pero menos productivas. Cerca del 69% de la captura de aleta amarilla en el Pacífico oriental fue obtenida entre la línea ecuatorial y los 15°N.

En la Figura 3 se presenta la distribución geográfica de la captura de barrilete en 1978. Las zonas de mayor captura de barrilete se localizaron cerca al extremo meridional de Baja California, a la altura de la América Central, en la zona del Panamá *Bight* y en el Golfo de Guayaquil. Cerca del 85% de la captura registrada de barrilete fue obtenida entre la línea ecuatorial y los 15°N.

Las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete obtenidas durante viajes reglamentados y sin reglamentar en el ARCAA, se presentan en la Tabla 3, por seis zonas latitudinales del ARCAA, desde 1974 a 1978. Las

capturas obtenidas en las zonas experimentales de pesca se incluyen en las capturas del ARCAA durante 1974 y 1975, pero se excluyen de las de 1976, 1977 y 1978. Las capturas indicadas representan las capturas combinadas de embarcaciones cerqueras y de carnada según se han tabulado en los diarios de bitácora. Durante los viajes sin reglamentar de 1978, cerca del 61% de la captura de aleta amarilla y el 73% de la de barrilete fueron obtenidos entre los 5°N y 15°N. En los viajes reglamentados la zona al norte de los 20°N produjo la captura más grande de aleta amarilla, obteniéndose la captura más grande de barrilete entre la línea ecuatorial y los 5°N. Cerca del 75% de la captura combinada de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA se obtuvo entre la línea ecuatorial y los 15°N.

LA FLOTA ATUNERA DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

La Comisión mantiene archivos sobre las artes, banderas y capacidad de acarreo de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. No se tienen registros de barco individuales palangreros que pescan en el ARCAA ni de canoas y otras embarcaciones pequeñas que descargan atún en varios puertos de la costa del Pacífico.

Las embarcaciones se clasifican por clase de arqueado, basándose en su capacidad de acarreo, como sigue: clase 1, 50 toneladas o menos; clase 2, 51-100 toneladas; clase 3, 101-200 toneladas; clase 4, 201-300 toneladas; clase 5, 301-400 toneladas y clase 6 más de 401 toneladas. Se examinan anualmente los registros de desembarque de cada embarcación y se ajusta la capacidad de acarreo cuando es necesario. En embarcaciones nuevas se emplean los cálculos de la capacidad de acarreo de los propietarios o armadores. Para las pequeñas embarcaciones de carnada que realizan viajes diarios y algunos de los barcos con curricán, se emplea la capacidad declarada de sus dueños o capitanes. Si se conoce el tonelaje neto registrado se estima la capacidad de acarreo según la relación que tengan estos dos parámetros con otros barcos del mismo tipo. Si es imposible obtener esta información se asigna al barco una capacidad de 25 toneladas. Las embarcaciones que se van a pique o abandonan la pesca después de haber pescado durante el año se incluyen durante todo el año en la flota. Las embarcaciones que cambian de pabellón se enumeran bajo la nueva bandera si iniciaron por lo menos un viaje durante el año bajo esa bandera.

En número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota atunera del Pacífico oriental en 1978 se presenta en la Tabla 4 por bandera, arte y clase de arqueado. (En la tabla se omite a Colombia porque sus capturas son obtenidas por canoas y otros pequeños barcos que no están registrados en la Comisión.) En 1978, participaron en la pesca atunera del Pacífico oriental embarcaciones de 18 naciones. Corea participó por primera vez en la pesca con dos barcos de carnada. En términos de capacidad, la flota de 1978 estuvo formada el 96.8% por embarcaciones

con cerco, 2.6% por embarcaciones de carnada (clíperes atuneros), 0.5% por embarcaciones con curricán o caceros y 0.1% bolicheras. Con referencia al número de barcos, los cerqueros formaron el 71.1%, los de carnada el 17.7%, las embarcaciones con curricán el 9.0% y las bolicheras el 2.2%.

Las flotas de la República del Congo, Costa Rica, Ecuador, las Antillas holandesas y Perú aumentaron en capacidad durante 1978; las de Bermuda, Canadá, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Panamá, Senegal y Venezuela permanecieron aproximadamente iguales; las de España y los EEUU disminuyeron. El número de embarcaciones y el tonelaje de las Antillas holandesas se duplicó con referencia a 1977. La capacidad de las embarcaciones con bandera de los EEUU disminuyó en 5,920 toneladas debido principalmente a la pérdida por hundimiento; además, unas pocas embarcaciones cambiaron su bandera por la de otras naciones. La capacidad total de la flota aumentó en 3,709 toneladas en 1978.

A continuación se presenta el número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el Océano Pacífico oriental desde 1965 hasta 1978 y el cambio en la capacidad de acarreo con relación al año anterior.

Ano	Número de embarcaciones	Capacidad	Cambio en la capacidad
1965	282	48,712	
1966	250	46,305	- 2,407
1967	244	46,488	+ 183
1968	265	58,756	+12,268
1969	264	63,656	+ 4,900
1970	285	73,822	+10,166
1971	357	95,324	+21,502
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	392	184,872	+15,452
1977	354	183,082	- 1,790
1978	367	186,791	+ 3,709

Después de una pequeña reducción en 1977, la capacidad total de la flota ha empezado a aumentar de nuevo, pero a un nivel muy inferior al de la década de 1967 a 1976. Se espera que la construcción actual y la que se proyecta aumente de nuevo la capacidad de la flota en 1979.

INVESTIGACION EN 1978

ABUNDANCIA DE ATUNES Y RESULTADOS DE PESCA

Orientación actual de la captura por día normal de pesca

Los investigadores de la Comisión emplean la captura por día normal de pesca (CPDNP) como un índice de la abundancia relativa y aparente del aleta amarilla y barrilete, y también como un índice del éxito relativo de pesca. La CPDNP se calcula según los datos de bitácora que se obtienen

de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La CPDNP se encuentra afectada por los cambios temporales y geográficos de la disponibilidad y vulnerabilidad de los peces, como también por la variabilidad en la distribución del esfuerzo pesquero. Los resultados de algunos de estos cambios se pueden calcular y corregir; se supone que los otros se compensan a la larga. Desde principios de la década de los sesenta la mayor parte del atún aleta amarilla y barrilete ha sido capturada por embarcaciones con cerco; por consiguiente, la CPDNP de estas embarcaciones es el índice principal empleado para examinar los cambios en la abundancia relativa y aparente.

La CPDNP (toneladas americanas) mensual de aleta amarilla y barrilete obtenida en el ARCAA se presenta para 1960-1978 en las Figuras 4 y 5. Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales. Los datos de 1978 son preliminares.

CPDNP de atún aleta amarilla

No hubo restricción pesquera de aleta amarilla hasta 1966, y para calcular la CPDNP se emplearon todos los datos de bitácora de los barcos que llenan ciertos requisitos sobre la precisión de los datos y la composición de especies. A comienzos de 1966, cuando se establecieron las reglamentaciones, se emplearon solo los datos de viajes sin reglamentar para calcular la CPDNP. Desde 1962, se ha ajustado la CPDNP referente a los cambios en la porción de los lances positivos para corregir los cambios en la eficacia de las artes.

La CPDNP de aleta amarilla durante el período de años indicado fue superior a principios de 1960, en la época en que las artes con cerco llegaron por primera vez a ser el método dominante de pesca. A medida que aumentó el esfuerzo de pesca la CPDNP se redujo fuertemente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962. La CPDNP permaneció baja en 1963, pero aumentó en la primera parte de 1964. En el último semestre de 1964, la CPDNP se redujo hasta alcanzar un nivel no muy superior al de mediados de 1963 y permaneció más o menos al mismo nivel hasta 1965. En 1966, la CPDNP empezó a aumentar, y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968 a medida que la pesca se extendía mar afuera. Sin embargo, la CPDNP no alcanzó los niveles obtenidos en los primeros meses de 1960 y 1961. En 1968, 1969 y 1970, los valores anuales permanecieron más bien constantes a un nivel alto moderado; a esto siguió una fuerte reducción en 1971, un buen año para el barrilete. En 1972, la CPDNP aumentó substancialmente y permaneció durante los cuatro primeros meses del año aproximadamente al nivel de 1968-1970. Se presentó una reducción constante en la CPDNP desde 1972 a 1975, cuando el índice de captura alcanzó el punto más bajo desde 1965. En 1976, la CPDNP anual ascendió algo más que la de 1975. En 1977, la CPDNP fue baja durante los tres primeros meses del año. Puede que esto se deba

principalmente a que la mayoría de los cerqueros estadounidenses permanecieron en puerto a causa de una disputa sobre las regulaciones referentes a la pesca de cardúmenes de aleta amarilla asociados con delfines. Cuando estos barcos regresaron a la mar la CPDNP mejoró substancialmente. En 1978, la CPDNP fue baja durante todo el año. La estimación preliminar de la CPDNP anual es la más baja de toda la serie de 19 años. La pesca de atún en 1978 en el ARCAA fue excepcional debido a que la captura de barrilete alcanzó un máximo que nunca se había logrado y a que el promedio de talla tanto del aleta amarilla como del barrilete fue el más pequeño que jamás se haya registrado. Además, la captura de aleta amarilla asociada con delfines fue más baja que lo común. Puede que todos estos factores hayan contribuido en 1978 a la baja CPDNP.

Desde 1967 hasta 1975, hubo muy poco esfuerzo sin reglamentar en el último semestre del año. Desde principios de 1976, la proporción del esfuerzo de pesca sin reglamentar aumentó en el último semestre debido a la expansión de la zona experimental (véase Figura 1), que se encuentra libre todo el año a la pesca irrestricta de aleta amarilla y a la fecha retardada de clausura en 1977 y 1978 de la temporada sin reglamentar. A pesar de ésto, de 1976 a 1978 hubo mucho más esfuerzo de pesca en el primer semestre que en el último. Como la primera parte del año es la temporada en que la abundancia de aleta amarilla es comúnmente más alta, según puede verse por la CPDNP mensual desde 1960 a 1965 en la Figura 4, es posible que se haya sobreestimado la abundancia anual en los años en que la cuota de captura de aleta amarilla estuvo vigente con relación a los años anteriores a la reglamentación de captura de esa especie. Para examinar ésto, se ha calculado la CPDNP según la captura y el esfuerzo cumulativos de los cuatro primeros meses de cada año; estos valores se encuentran representados por líneas horizontales a puntos en la Figura 4. Los valores de enero a abril de la CPDNP son substancialmente más altos que los de la CPDNP anual de los años sin reglamentar de 1960-1965. En los años reglamentados los dos valores son mucho más similares, y en 1969, 1973, 1974, 1977 y 1978 los valores anuales son algo más altos que los valores de enero a abril. La CPDNP de los cuatro primeros meses y la CPDNP de todo el año presentan las mismas tendencias de puntos altos y bajos sobre el período de 19 años.

La CPDNP de barrilete

La CPDNP mensual de barrilete de 1960 a 1978 se presenta en la Figura 5. Desde 1966 en adelante, se han combinado los datos de los viajes reglamentados y sin reglamentar para calcular el índice de captura. En la mayoría de los años entre 1960 y 1973, la CPDNP ha sido baja a principios del año, alta a mediados del año y de nuevo baja a fines del año. Sin embargo, en los últimos años, los máximos en la CPDNP aparecen temprano y tarde en el año, apareciendo en agosto el punto más bajo del año. La

CPDNP de barrilete ha sido, con base anual, máxima en 1963, 1967 y 1971. En 1972, la CPDNP anual de barrilete se redujo al nivel más bajo desde 1960, y en 1973 el nivel fue ligeramente más alto. La CPDNP anual aumentó en 1974 y 1975, reduciéndose nuevamente en 1976 y 1977. En 1978, la CPDNP anual aumentó substancialmente, llegando casi al nivel obtenido en 1971.

Captura por tonelada de capacidad de acarreo

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) sirve como índice para examinar los cambios en la eficacia económica de las diferentes capacidades de los barcos de un año a otro. La CPTCA se calcula al sumar la captura de una clase de arqueo determinada en todas las zonas oceánicas de pesca y en todas las condiciones de reglamentación, dividiendo esta suma por el tonelaje total de la capacidad de acarreo de cada clase de arqueo. Esto se hace para cada especie y todas las especies combinadas. Las embarcaciones empleadas incluyen toda la flota cerquera internacional que pesca en el ARCAA de 101 o más toneladas de capacidad de acarreo que han realizado por lo menos un viaje sin reglamentar en esta zona cada año. Las embarcaciones han sido clasificadas de acuerdo a la clase de arqueo en la form siguiente: 3 clase 101-200 toneladas; 4 clase 201-300 toneladas; 5 clase 301-400 toneladas; 6 clase 401-600 toneladas; 7 clase 601-800 toneladas; 8 clase 801-1000 toneladas; 9 clase 1001-1200 toneladas; 10 clase más de 1201 toneladas.

La CPTCA de 1961-1978 se presenta en la Tabla 5 por clase de arqueo y por todas las clases combinadas de arqueo para el aleta amarilla, barrilete, otras especies y todas las especies combinadas. Las "otras especies" incluyen patudo, atún aleta azul, bonito, albacora y barrilete negro. Las cantidades de 1978 son preliminares. La CPTCA de 1978 (por todas las clases combinadas de arqueo) de aleta amarilla es 1.13, la más baja en la serie de 18 años. El valor más alto de la serie es 3.44 que apareció en 1961. La CPTCA de barrilete en 1978 por todas las clases de arqueo es también 1.13, el valor más alto desde 1971. La CPTCA más alta de barrilete en la serie es 2.75 que se obtuvo en 1967. La CPTCA en 1978, de todas las clases de arqueo, de todas las especies, es 2.38; la segunda más baja en la serie. El valor más alto en la serie es 5.48 (1967) y el más bajo 2.03 (1977). En 1978, la CPTCA de todas las especies combinadas fue más alta para la clase 5 (3.16) y más baja para la clase 10 (1.97).

Normalización de los índices de captura

Este estudio tiene por objeto mejorar las estimaciones de la abundancia del atún aleta amarilla que se basan en las proporciones de captura. El índice que usa actualmente la Comisión, la captura por días normales de pesca, emplea los días de pesca como medida del esfuerzo, y normaliza el esfuerzo de los barcos de diferentes capacidades usando un procedi-

miento *ad hoc*. La mayor diferencia en este trabajo es que el esfuerzo de pesca se define como el tiempo transcurrido entre lances positivos y se emplea un modelo general lineal para normalizar los índices de captura con respecto a varias características del barco, condiciones ambientales y moda de pesca.

Uno de los prerequisites en este trabajo fue que se incluyeran los datos de los años anteriores en el sistema computarizado de los datos de bitácora. Durante el año se agregaron al sistema los datos anteriores a 1970, y podemos ahora con el nuevo procedimiento obtener desde 1970 las estimaciones del índice de captura.

Las características del barco que se utilizan son la capacidad (0-499, 500-999 y 1000 toneladas o más), velocidad del barco, antigüedad del barco, longitud y altura de la red, mientras que las variables ambientales están formadas por la temperatura de la superficie del mar y la velocidad del viento. La moda de pesca es la clasificación de los estratos por mes y zona de 5° en los que se capturaron más de los terceras partes de aleta amarilla o barrilete en cardúmenes asociados con delfines, aquellos en los que dos terceras partes o más fueron de lances sobre objetos flotantes o cardúmenes de peces, o aquellos en que no predominó ninguno de los dos tipos. Esta clasificación se dividió aún más por zona, dentro o fuera del ARCAA. Como algunas categorías en la clasificación final tenían muy pocas observaciones o ninguna, se emplean solamente tres (los estratos de cardúmenes de peces u objetos flotantes en el ARCAA, los estratos del delfines en esta misma zona y los estratos de delfines fuera de la misma) en el modelo lineal.

Los efectos de estos factores en el logaritmo de los índices de captura del aleta amarilla se estimaron usando los datos de 1970 a 1978. Los datos de 1978 aún no están completos y por consiguiente estas estimaciones son provisionales. Después de que se eliminaron las variables que no tenían efectos importantes, se obtuvo el análisis de la varianza indicado en la Tabla 6. En esta tabla la suma de los cuadrados de cada factor es aquella en que la suma residual de los cuadrados aumenta si se saca ese factor del modelo.

Los parámetros estimables de interés para estimar la abundancia relativa son los contrastes de las interacciones anuales y del año-tipo de estrato, y estos parámetros se presentan en la Figura 6 junto con la captura por día normal de pesca en el ARCAA. En cada caso las estimaciones se relacionan a los índices de captura de 1970.

Todos los recuadros de la Figura 6 indican durante el período reducción en los índices de captura, aunque el patrón de reducción es diferente en cada caso. La reducción más constante se presenta en el estrato de los delfines en el ARCAA que desde 1970 empezó a reducirse constantemente. El índice de captura en el estrato de los delfines fuera del ARCAA se ha

reducido solo un poco desde 1973. La explotación de la zona exterior empezó a fines de la década de los sesenta, aunque no fue sino en 1972 que la captura llegó a 40 mil toneladas. La gran reducción de 1971 del índice de captura en los cardúmenes de peces y los estratos de logaritmos y la subsiguiente recuperación en 1972, parece una fluctuación demasiado grande para que haya sido causada solamente por un cambio en la abundancia. Es probable que ésto indique un cambio en la disponibilidad que no se asocia con los factores usados en la normalización del modelo.

Se ha emprendido algún trabajo preliminar usando perfiles verticales de temperatura como una variable ambiental. Los perfiles verticales de temperatura se obtuvieron de cintas magnéticas de observaciones de bati-termógrafos descartables del United States National Oceanographic Data Center. Se escribió un programa de cómputo para obtener las estimaciones del promedio de la profundidad de las isoterms de 23°C y 15°C por estratos de mes y cuadrados de 5° correspondientes a los años de 1972 a 1976. El análisis inicial examinó el efecto de la profundidad de la isoterma en los índices de captura sin tomar en cuenta los efectos de las características del barco. Esto indicó que el efecto de los perfiles termales sobre los índices de captura fue algo más marcado que el efecto de la temperatura superficial del mar.

Estudios sobre el atún aleta azul

La captura de atún aleta azul obtenida por la flota atunera del Pacífico oriental durante el período de 1973-1978 ha variado de 11.6 a 5.1 mil toneladas. Casi toda la captura es obtenida por los cerqueros a lo largo de la costa occidental de Baja California y al sur de California entre los 23°N y 35°N. Se han obtenido capturas durante todos los meses del año, pero la mayor parte se obtuvo de mayo a octubre.

La Comisión durante varios años, junto con los datos de bitácora del aleta amarilla y barrilete, ha obtenido información sobre la captura y el esfuerzo de pesca dirigido hacia el atún aleta azul. En 1977 se preparó un programa de cómputo para extraer y sumarizar los datos del atún aleta azul del archivo de bitácora. Hasta ahora se han procesado los datos de bitácora de 1973 a 1978. La Comisión ha obtenido desde 1973 muestras frecuencia-talla del aleta azul.

Como la mayoría de la captura de esta especie se obtiene al norte de los 23°N en los meses de mayo a octubre, se decidió emplear los datos registrados de la captura y el esfuerzo de este estrato de zona y tiempo para calcular una estimación de la captura por unidad de esfuerzo del atún aleta azul. Sin embargo, en ciertos años se pesca muy poco o no se pesca esta especie en mayo y octubre. Por consiguiente, se decidió usar tentativamente los datos de la captura y el esfuerzo de mayo a octubre, pero comenzando durante este período con el primer mes en el que se hubieran

registrado 100 o más toneladas de aleta azul y que el último mes (durante este periodo) fuera aquel en que se hubieran registrado 100 o más toneladas de captura de esta especie. Se describen a continuación las estimaciones de captura por unidad de esfuerzo del atún aleta azul y los meses empleados para calcular el índice:

Año	Meses empleados	Captura por día (toneladas)
1973	6-9	3.18
1974	6-9	1.93
1975	6-10	3.00
1976	5-10	3.29
1977	5-10	2.05
1978	6-9	1.78

La temporada de 1978 del aleta azul empezó tarde y terminó temprano. No se registró captura en mayo, y se pescaron solo unas pocas toneladas en octubre.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta azul desde 1973 a 1978 se presenta en la Figura 7. Durante este período de años el peso promedio de esta especie fluctuó de un peso bajo de 18.6 libras en 1973 a uno alto de 56.6 libras en 1977. El peso promedio en 1978 fue de 28.2 libras (12.8 kg).

ESTRUCTURA DE LA POBLACION Y MIGRACION

Marcado de atún

En el informe anual de 1977 se describió el programa de marcado de la Comisión en las islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad, además de los resultados del primer crucero en esas zonas.

El segundo crucero de marcado se realizó de febrero a abril de 1978 a bordo del barco de carnada fletado *Mary K.* Se marcó la siguiente cantidad de peces durante esa campaña:

	Aleta amarilla	Barrilete	Total
Islas Marquesas	276	106	382
Zona entre las Islas Marquesas y Tuamotu	5	4	9
Islas Tuamotu	70	231	301
Zona entre las Islas Tuamotu y Sociedad	2	235	237
Islas Sociedad	258	421	679
Total	611	997	1,608

La talla de los barriletes marcados varió de 41 a 61 cm y la del aleta amarilla de 41 a 102 cm; la gran mayoría de estos últimos median de 50 a 70 cm. El número observado de cardúmenes por hora de búsqueda fue: Islas Marquesas, 0.18; Islas Tuamotu, 0.29; Islas Sociedad, 0.37. Aunque la presencia de cardúmenes fue inferior en las Islas Marquesas, se vieron allí frecuentemente peces esparcidos. Los cardúmenes mezclados de aleta amarilla y barrilete fueron los más comunes, pero se vieron también algunos

pocos cardúmenes de aleta amarilla. Los cardúmenes fueron más grandes en las Islas Tuamotu y Sociedad que en las Islas Marquesas. En estos dos primeros grupos de islas se vieron varios cardúmenes de unas 200 toneladas de barrilete, y en las Islas Sociedad se vió un cardumen de unas 200 toneladas de aleta amarilla. En general, fue difícil aproximarse a los cardúmenes y mantenerlos cerca al barco.

Para el tercer crucero se fletó el *Cornucopia*, un barco que combina tanto la pesca de carnada como de arrastre; el viaje se inició en diciembre de 1978. Este barco continuará maniobrando en la zona de 6 a 12 meses. En diciembre se marcaron en las Islas Marquesas 10 aleta amarilla y 43 barriletes. Además del marcado, el personal de la Comisión había planeado anclar balsas en varias localidades con la esperanza de atraer con ellas a los atunes. Estas balsas se han usado con éxito cerca a las Islas Filipinas y del Hawai. La primera balsa se ancló en diciembre a los 7°51.2'S-140° 01.5'W en 26 brazas (48 m). En enero de 1979 se anclaron otras dos balsas en otras localidades.

La carnada ha sido escasa en los tres grupos de islas. Las principales especies capturadas han sido la sardina marquesana, *Sardinella marquesensis*, y faia, *Upeneus vittatus*, en las islas Marquesas, y ouma, *Mulloidichthys samoensis*, lisa, *Neomyxus chaptalli*, y sprat, *Spratelloides atrofasciatus*, en las Islas Sociedad. No se ha capturado carnada en las Islas Tuamotu, pero se obtuvieron bangos, *Chanos chanos*, del Service de la Pêche de la Polynésie Française en Rangiroa.

No han devuelto peces marcados del primer o tercer crucero, pero se recibieron 10 barriletes marcados del segundo. Siete de estos peces habían sido liberados cerca a las Islas Sociedad y recapturados en la misma zona por el *Mary K.* después de estar solo cuatro días en libertad. Los datos de los otros tres son:

Liberación		Recaptura		Millas recorridas	Días en libertad
Zona	Fecha	Zona	Fecha		
entre Tuamotu e Islas Sociedad	23 marzo	Islas Sociedad	6 mayo	115	45
entre Tuamotu e Islas Sociedad	23 marzo	Islas Tuamotu	22 junio	122	92
Islas Tuamotu	18 marzo	Islas Sociedad	14 julio	187	119

Se realizó un viaje de marcado a bordo del cerquero fletado *Enterprise* durante el periodo del 7 de octubre al 23 de diciembre 1978. La pesca tuvo lugar en su mayor parte entre los 5°S y 5°N, y entre la costa y los 90°W. La cantidad de peces marcados fue la siguiente: 973 aleta amarilla, 12 barriletes, 161 patudos. La mayoría del aleta amarilla medía menos de 50 cm. Algunos de los patudos medían menos de 50 cm y otros entre 80 y 100 cm.

Durante el año devolvieron dos marcas especialmente interesantes, ambas de barriletes. Los datos son los siguientes:

Liberación			Recaptura		
Fecha	Zona	Longitud	Fecha	Zona	Longitud
17 nov. 1975	Roca Partida	54 cm	24 julio 1978	21°53'N-157°39'W	805 mm
9 jun. 1976	21°18'N-111°03'W	44 cm	28 enero 1978	13°50'N-158°40'W	desconocida (6-7 k)

Hasta ahora se ha liberado un total de 26 barriletes marcados en el Pacífico oriental y se han recapturado en la región del Pacífico central u occidental. El primer pez antes mencionado fue liberado por el barco fletado de carnada *Karen Mary* y recapturado por el barco de carnada *Sea Queen* basado en Hawai. Estuvo en libertad 981 días, que según puede determinarse es el mayor tiempo que jamás se haya registrado para un barrilete marcado. El récord anterior fue de 858 días, correspondiente a un pez liberado cerca a Roca Partida en abril de 1960 y recapturado cerca al Hawai en agosto de 1962. El segundo pez mencionado fue liberado por el barco fletado de carnada *Mary K.* y recapturado por el barco de carnada japonés *No. 38 Seishu Maru*. El pez estuvo en libertad 599 días y recorrió una distancia neta de 5,116 millas náuticas. Dr. Kazuo Fujino del Japón, basado en los estudios bioquímicos de las muestras de sangre de barrilete obtenidas en varias localidades del Océano Pacífico, ha hipotetizado que existen por lo menos dos subpoblaciones de esta especie en el Océano Pacífico, una en el Pacífico occidental y otra en la región oriental y central del Pacífico. El límite en el hemisferio boreal entre las dos subpoblaciones aparece en la zona entre el Japón y las islas Bonin y Marianas en el invierno del norte y cerca a los 165°E en el verano septentrional. Por lo tanto esta recaptura no ofrece ninguna evidencia de que esta hipótesis sea incorrecta.

Estudios de las subpoblaciones

En el último decenio una fase importante del programa investigativo de la Comisión se ha orientado hacia la identificación de la estructura de la población tanto del aleta amarilla como del barrilete. Los estudios se han dedicado principalmente al Pacífico oriental, pero sin limitarlos allí solamente. Se han realizado solo estudios serológicos y también en conjunto con estudios morfométricos en más de 14,000 atunes aleta amarilla del Pacífico oriental y 1,600 aleta amarilla del Pacífico occidental. Se obtuvo un pequeño número de barriletes y patudos de zonas similares, como también del Océano Atlántico. Las muestras estaban formadas aproximadamente por 200 peces. Antes del 1978 el sistema de la transferina fue el principal sistema genético analizado. A fines de 1977 y en 1978, se volvieron a analizar las muestras de suero y se identificó otro sistema enzimático, el de la isomerasa fosfoglucoasa (IFG). Por consiguiente, es posible clasificar ahora las muestras basados en dos sistemas enzimáticos en lugar de uno. Así que el archivo de datos aumentó de un *locus* y dos aleles a dos *loci* con dos aleles en un *locus* (sistema de la transferina) y cuatro aleles en el segundo *locus* (el sistema de la IFG).

En 1978 la Comisión cambió el curso de estos estudios en dos formas importantes. Primero, redujo considerablemente el extenso programa experimental y de muestro. Segundo, realizó un análisis intensivo de los datos básicos e intensificó la evaluación de los resultados del programa emprendido. Dr. Gary Sharp, bajo cuya supervisión se colectaron los datos, procedió a hacer un análisis conclusivo de los mismos. Una gran parte de los datos fueron analizados y compendiados antes de la renuncia de Dr. Sharp quien aceptó otro cargo. Se les dió a los científicos consultantes, Dr. Douglas Chapman, Decano del College of Fisheries, University of Washington, y a Dr. John R. Calaprice, quien trabajaba antes con el Fisheries Research Board of Canada y en la Universidad de California en Santa Barbara, la tarea de examinar ciertos aspectos de los datos, análisis, resultados y progreso del programa emprendido. Hasta ahora el análisis y los resultados como también el examen indican:

1. Que efectivamente hay varias formas de heterogeneidad genética en las especies del aleta amarilla y barrilete.
2. Que tanto el número limitado de polimorfismos útiles y la dificultad del muestro se han combinado para hacer muy difícil y posiblemente inalcanzable la labor de desentrañar completamente los detalles de la estructura de la población, por lo menos la del atún aleta amarilla con los métodos empleados actualmente.
3. Que se debe aplicar otras formas de métodos analíticos y estadísticos al problema antes de cambiar los modelos actuales de administración.

Aunque ha sido posible determinar que existe heterogeneidad estadística de las especies, las implicaciones administrativas de estos hallazgos permanecen dudosas. El principal problema ha sido y sigue siendo poder determinar el origen y alcance de esta heterogeneidad.

El análisis y el examen de 1978 indica de nuevo la necesidad de una perspectiva más amplia sobre el problema de la diferenciación de la población. Se continúan y evalúan los estudios de simulación de los datos actuales iniciados en 1978, como también la posibilidad de emplear otras técnicas para calcular la variación de la población.

En 1978 se comenzó el examen de otros posibles métodos par diferenciar los atunes individuales de una manera conveniente para los estudios de las subpoblaciones. Se ha empleado la variación en la composición química de las escamas del salmón, la composición corpórea de los insectos y las plumas de las aves de cacería para identificar los individuos de estas especies en cuanto a la zona de su origen geográfico. Se toma la impresión de la "huella digital" química mediante un proceso electrónico y se procesan los datos para luego pasarlos por la computadora. Las técnicas y metodología fueron concebidas en la estación de investigación del Fisheries Research

Board of Canada en Nanaimo B.C., donde se emplea ahora en estudios de la población de varias especies de salmón y arenque del Pacífico.

Dr. Calaprice, quien concibió la técnica cuando trabajaba en el Fisheries Research Board of Canadá, ha sido contratado para realizar un estudio piloto con el fin de determinar si la variación química entre los atunes aleta amarilla es lo suficientemente extensa para permitir los estudios de las subpoblaciones. El Fisheries Research Branch del Canadian Department of the Environment ha acordado otorgar algún tiempo para los análisis preliminares en la Estación de Nanaimo. Se ha designado un programa piloto de muestro, y se han preparado para el análisis 30 muestras de aleta amarilla obtenidas cerca de los 2°N a 32°N. Se espera que el análisis continúe hasta mediados de 1979.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Composición de talla de la captura del aleta amarilla, barrilete y patudo en 1978

Los investigadores de la Comisión han obtenido desde 1954 muestras de la frecuencia-talla de los atunes aleta amarilla y barrilete capturados por barcos de carnada y cerqueros. La información obtenida según estas muestras se han empleado para estimar el índice de crecimiento, la mortalidad, el rendimiento por recluta y la abundancia de la generación de un mismo año. Los resultados de estos estudios han sido reportados en varios boletines e informes anuales de la Comisión.

En 1978 el personal de la Comisión midió en los puertos de descargue de California, Puerto Rico, Perú, Ecuador, Panamá y México la frecuencia-talla de más de 700 muestras de atunes aleta amarilla y más de 600 de barrilete, provenientes de capturas en el Pacífico oriental.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA durante 1973-1978 se presenta en la Figura 8. La estimación preliminar del peso promedio de esta especie obtenida en el ARCAA en 1978 es de 12.8 libras (5.8 kg), que es el más bajo que jamás se haya registrado. En 1978 aparecieron en la captura cantidades nunca vistas de atunes aleta amarilla muy pequeños; el 16 por ciento de estos atunes medía menos de 46 cm. En los cinco años anteriores a 1978, el porcentaje de peces en la captura de menos de 46 cm variaba de 1.7 a 6.5 (46 cm corresponde a un peso de unas 4¼ libras o 1.9 kg).

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en capturas obtenidas entre el límite occidental del ARCAA y los 150°W de longitud en 1973-1978, se presenta en la Figura 9. El cálculo preliminar en 1978 del peso promedio de esta especie en esta región es de 67.8 libras (30.8 kg). Es decir, unas 10 libras (4.5 kg) más que el peso promedio de 1977, pero inferior al peso promedio de 1973-1976.

La distribución anual frecuencia-talla del barrilete muestreado en capturas obtenidas en el Océano Pacífico oriental en los años de 1973-1978, se presenta en la Figura 10. El cálculo preliminar del peso promedio del barrilete en 1978 es 5.6 libras (2.5 kg). Como en el caso del aleta amarilla, este es el promedio más bajo que jamás se haya registrado. Sin embargo, el promedio bajo de peso del barrilete no fue debido a una alta proporción de peces extremadamente pequeños en la captura (hubo un porcentaje más alto de peces muy pequeños en la captura de 1977) pero a la baja proporción de grandes peces en la captura. En 1978 solo el 10.3 por ciento del barrilete medía 55 cm o más; en contraste, el promedio de 1973-1977 fue del 38.3 por ciento.

Durante varios años los investigadores de la Comisión han obtenido muestras frecuencia-talla de patudo. El número obtenido de muestras ha sido pequeño debido a que la captura de patudo, por la pesca epipelágica en el Océano Pacífico oriental ha sido muy pequeña en comparación a las capturas de aleta amarilla y barrilete. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado la captura de patudo. En los años sesenta la captura de patudo por la pesca epipelágica rara vez excedió 1,000 toneladas al año. A comienzo de los años setenta la captura de patudo fluctuó de 1,000 a 3,000 toneladas por año. De 1975 a 1978 la captura de patudo fluctuó de 4.2 a 11.5 mil toneladas. Como resultado del aumento en la captura, se ha incrementado el número de muestras frecuencia-talla de patudo. En 1978 se obtuvieron 60 muestras frecuencia-talla. La distribución anual frecuencia-talla del patudo muestreado de capturas cerqueras obtenidas en el ARCAA durante 1975-1978, se presentan en la Figura 11. La proporción de patudos muy pequeños en la captura de 1978 fue muy inferior a la proporción del aleta amarilla muy pequeño en la captura de 1978, pero fue superior a la de los tres años anteriores. El porcentaje medido de patudo con una longitud inferior a 46 cm correspondiente a 1975-1978, es el siguiente: 1975, 0.2; 1976, 1.4; 1977, 2.7; 1978, 5.2.

Hábitos alimenticios del atún aleta amarilla

En los últimos años se han realizado dos estudios sobre la energética de los atunes los cuales han producido estimaciones de los requerimientos calóricos para el mantenimiento, natación y crecimiento del atún aleta amarilla y barrilete. La suma de estos parámetros representa la energía total utilizada por día o el índice (tasa) de consumo en términos de calorías. Sin embargo, estas son estimaciones indirectas de la porción diaria de alimento, ya que en los estudios experimentales no se estimó directamente la porción actual del consumo de calorías. Un aspecto en este estudio de los hábitos alimenticios es medir los valores calóricos de los principales alimentos del aleta amarilla con el fin de estimar la cantidad de energía alimenticia que el pez ingiere diariamente.

Los ejemplares frescos de organismos alimenticios que se encuentran

comúnmente en los estómagos del aleta amarilla fueron obtenidos con un salabardo de noche, atrayéndolos con luz brillante, durante un reciente crucero de marcado de la CIAT. Los ejemplares obtenidos en esta forma y unos organismos apenas digeridos que se tenían de las muestras estomacales se están utilizando mediante una bomba semimicro calorimétrica para determinar los valores calóricos.

Se usa comúnmente expresar los valores calóricos basados en el peso seco por gramo libre de ceniza. Aunque en este estudio los valores calóricos del alimento de los atunes se necesitan solamente con base a un gramo húmedo de peso, es necesario obtener una medida de la fracción inorgánica (ceniza) con el fin de poder hacer estudios normales comparativos entre especies. Por consiguiente se están realizando con la bomba calorimétrica las determinaciones de las cenizas en submuestras del material usado. Se incineran las muestras y el peso del residuo se emplea para calcular el porcentaje de ceniza que se usará luego para corregir los valores calóricos del peso seco.

La Tabla 7 incluye los valores medios calóricos preliminares de algunos organismos alimenticios del aleta amarilla. Puede que los valores no sean precisos ya que hay que corregir algunos pequeños problemas. Uno de éstos ha sido la combustión incompleta de las muestras dentro de la unidad de la bomba calorimétrica reconocida por la aparición de los depósitos de carbono, pero se están haciendo las correcciones necesarias.

Otro problema es que si más del 25% del peso seco de un organismo se ha carbonatado resulta una subestimación significativa del valor calórico proveniente de reacciones endotérmicas que ocurren durante la combustión en una bomba calorimétrica. Se está tratando de solucionar estos problemas.

Se han publicado varios informes que incluyen valores calóricos de organismos marinos. De los 21 grupos de alimentos encontrados en las muestras estomacales del aleta amarilla capturado en alto mar en el Pacífico oriental, 15 grupos se encuentran representados en la literatura o han sido analizados en nuestro laboratorio. Los ejemplares de otros dos grupos se han de analizar pronto. Si no se pueden obtener ejemplares de ciertas categorías para medirlos calorimétricamente, se emplearán los medios generales presentados en la literatura.

Al determinar los índices del consumo calórico en los diversos estratos de tiempo y zona representados por las muestras, se multiplicarán las calorías de cada gramo de peso húmedo por el volumen de cada categoría de alimento en los estómagos. Esto requiere un factor de conversión del volumen (mililitros) a peso (gramos). Se están ponderando las submuestras de los organismos sacados de la muestra estomacal en varios grados de digestión, y se está midiendo el volumen en un cilindro graduado de acuerdo al desplazamiento del agua. Los resultados preliminares indican que probablemente sería apropiado una conversión de volumen a peso de

1:1. Por ejemplo, un cangrejo, *Euphyllax doyii*, en un estado avanzado de digestión tenía una razón de volumen a peso de 0.9026, mientras que un ejemplar intacto (conservado) tenía una razón de 1.003.

Se han procesado hasta ahora unas 2,790 muestras estomacales. A principios del año se realizó un análisis gráfico preliminar sobre las diferencias. Se calculó y graficó el volumen de cada categoría alimenticia como un porcentaje del volumen total de todo el contenido de los estómagos en una muestra y dentro de varias muestras agrupadas en diversas formas. Se realizaron representaciones gráficas sobre la diversidad de especies de 2,012 muestras agrupadas por zona, mes, año y longitud de horquilla del aleta amarilla.

Las zonas de muestreo establecidas en 1970 cuando principió el programa de muestreo de los estómagos se presentan en la Figura 12. (La región sombreada a lo largo de la costa de las Américas corresponde a 13 zonas de muestreo de un estudio anterior de la CIAT de los hábitos alimenticios de los atunes aleta amarilla capturados cerca a la costa.) La Figura 13 presenta 23 categorías de organismos alimenticios, incluso "peces sin identificar" y "misceláneos," identificados según las muestras estomacales procesadas hasta ahora. Se combinan las muestras obtenidas en todas las zonas durante 1970 en la Figura 13 para dar una perspectiva de la variedad e importancia relativa de los peces, cefalópodos y crustáceos ingeridos en las zonas de altura. El patrón general de los hábitos alimenticios fue similar en 1970 y 1971, facilitando las comparaciones entre los años.

El componente individual más importante en la dieta de estos atunes lo forman los escómbridos (atunes y caballas), de los que se estima que el 95% sean botellitas o melvas, *Auxis rochei* o *A. thazard*. Estas especies forman el 60% y el 51% por volumen del contenido estomacal de las muestras de 1970 y 1971, respectivamente. Sin embargo, en las zonas costeras se encontró que el aleta amarilla ingería en promedio solo 5.6% de *Auxis* sp.

Las zonas 14, 15, 19 y 22 no se encuentran representadas en las muestras de 1970 o 1971. Si se consideran solamente las muestras estomacales de 1970, la variedad de las especies es muy similar en las zonas 18, 20 y 22, pero se diferencia considerablemente en las zonas 16 y 17. La zona 17 es la única zona de muestreo en la que los organismos dominantes de presa no son *Auxis* sp. Es además la única zona de altura en la que los aleta amarilla se alimentan de altos porcentajes de cefalópodos y crustáceos. Se puede explicar la fauna inusitada que los atunes ingieren en la zona 17 por la localidad de la Isla Clipperton a los 10°18'N-109°13'W. La zona 16 es la única zona de altura en la que los fiatolos de la familia Nomeidae forman parte de la dieta del aleta amarilla. Aparecen en grandes concentraciones (hasta de 500 individuos) en los estómagos, solo secundarios a *Auxis* sp. en término de volumen. Es interesante observar que a pesar de

que se encuentran nomeidos en los estómagos solo en la zona 16, se tienen datos de que la distribución de larvas de varios nomeidos se extiende desde la zona 16 a la 22.

El aleta amarilla muestreado de las zonas 18, 20 y 22, aunque separado geográficamente, tenía hábitos alimenticios similares en 1970. Se encontró que todos habían ingerido grandes porcentajes (por volumen) de *Auxis* sp. (79%, 90% y 71%, respectivamente) quedándose bien atrás los peces voladores, familia Exocoetidae (10%, 5% y 13%, respectivamente). Se encontró cerca del 2.5% de cangrejos pelágicos, familia Portunidae, en las muestras de la zona 20, pero no aparecieron en las muestras de las otras cuatro zonas representadas.

En 1970 se encontraron cantidades significantes de cangrejos rojos, *Pleuroncodes planipes*, en los estómagos provenientes de la zona 22. En las expediciones de EASTROPAC de febrero 1967 a marzo 1968 no se recibieron informes de cangrejos rojos en esta zona del Pacífico.

En un trabajo realizado para examinar las diferencias temporales en los hábitos alimenticios del aleta amarilla, se hicieron diferentes gráficos mensuales de las muestras obtenidas de mayo a noviembre de 1970 en la zona 16. Desde el comienzo de agosto hasta noviembre, el alimento principal de los atunes cambió de peces pelágicos, *Auxis* sp., a mesopelágicos, Nomeidae y Gonostomatidae. Se conoce que *Vinciguerria lucetia*, el gonostomátido principal en las muestras, aparece debajo de los 200 metros durante el día, realizando desplazamientos verticales de noche. Posiblemente según adelantaba el año de 1970, se originó un cambio en la cantidad congregada de *Auxis* cerca a la superficie, debido tal vez a cambios en las condiciones oceanográficas, y el aleta amarilla empezó a buscar zonas más profundas de la columna de agua alimentándose de peces mesopelágicos. La presencia de pámpanos, familia Stromateidae, en los estómagos indica también que el aleta amarilla se alimenta sobre un amplio margen en la profundidad. Se han capturado stromateidos en grandes cantidades en arrastres de aguas medias.

Se examinaron los alimentos preferidos del aleta amarilla de diferentes tallas, separando en 1970 las muestras de la zona 16 en cuatro categorías arbitrarias de longitud de horquilla, 0-65 cm, 66-85 cm, 86-115 cm y más de 115 cm. La diversidad de los gráficos indica una relación inversa entre la utilización por volumen de cefalópodos y crustáceos y la longitud de horquilla del aleta amarilla, y una relación directa entre el volumen de *Auxis* en los estómagos y la longitud de horquilla del aleta amarilla.

Estudio de los otolitos de los atunes

En 1976 se realizó un experimento con inyecciones de tetraciclina para probar la hipótesis de que cada incremento depositado en los otolitos sagitales del aleta amarilla y barrilete equivalía a un día. Los detalles de

este experimento se discuten en los Anuarios de la Comisión de 1976 y 1977. Si se puede comprobar esta hipótesis, se podrá obtener un método para determinar la edad absoluta de estos peces. Sin embargo, los resultados experimentales son ambivalentes. Para el aleta amarilla de 40 a 110 cm un incremento equivale a un día para peces que están en libertad hasta 389 días. No obstante, para el barrilete se subestima el tiempo en un 24% en los incrementos de peces de 43 a 64 cm que se encuentran hasta 249 días en libertad. A continuación se ofrecen tres deducciones de estos resultados. Primero, se desconoce la rapidez de la formación de los incrementos fuera de los límites especificados longitud-horquilla; segundo, se desconoce también la razón por la cuál no se registró en el barrilete un incremento diario; tercero, no existe ninguna seguridad que el cálculo del número total de incrementos desde el punto original de crecimiento al borde del otolito sea una medida precisa de la edad. Por consiguiente, no se ha resuelto el problema de la determinación de la edad de estas especies, pero se indica la orientación de los trabajos futuros por lo siguiente.

Se ha empleado con éxito el número de los incrementos para establecer la edad de dos especies nativas de peces hawaianos, pero los resultados fueron verificados únicamente mediante el análisis modal frecuencia-talla. Sin embargo, los experimentos en el laboratorio han indicado que la rapidez de la formación de los incrementos está sujeta a condiciones ambientales. Una reducción en la temperatura y posiblemente en el fotoperíodo reduce la rapidez del crecimiento y el número de los incrementos. Por otra parte, es posible que una seria interrupción en el fotoperíodo normal conduce a duplicar o cuadruplicar el número esperado de incrementos. Los experimentos de desnutrición en larvas de anchoveta, *Engraulis mordax*, indican que al reducirse la alimentación se reduce el número de los incrementos en las larvas más pequeñas. Fuera de los efectos de las variaciones de luz, estos resultados conducen a sospechar que los incrementos son una prueba apropiada del tiempo y crecimiento solo si la alimentación disponible y la temperatura son aproximadamente ideales. Bajo condiciones más extremas la rapidez de la formación de los incrementos puede solamente reflejar el índice de crecimiento y no el tiempo. Si se interpreta el experimento de tetraciclina basados en estos resultados de laboratorio es posible que los barriletes pasaron por un período retardado de crecimiento, mientras que éste no ocurrió en los aleta amarilla.

No se conoce actualmente la historia ambiental del aleta amarilla y barrilete que han sido capturados por la flota pesquera. Así que sería teóricamente conveniente realizar un experimento de laboratorio para probar el efecto de la alimentación y temperatura en los incrementos de una especie afín como la caballa, pero los resultados tendrían una aplicación práctica limitada. Otro método más directo sería obtener el número de los incrementos de una gran muestra de peces y comparar la edad estimada con la pronosticada por el análisis de la frecuencia-talla. Se tiene

una muestra de otolitos de aleta amarilla (200) y se está ya adelantando en la preparación del cálculo de los incrementos. Se ha de investigar también, mediante los datos morfométricos obtenidos de la misma muestra, la posibilidad de estimar la edad más rápidamente que por el número de los incrementos. El empleo de una fibra óptica como un método rápido de cálculo se mantendrá en suspenso hasta que se tengan los resultados de este trabajo.

INVESTIGACION ATUN-DELFIN

En la XXXIII reunión de la Comisión celebrada en octubre de 1976, se acordó que la CIAT participaría en el estudio de los problemas ocasionados por la relación atún-delfín en el Océano Pacífico oriental. Se acordó que sus objetivos serían: “[1] mantener la producción atunera a un alto nivel; [2] mantener las poblaciones de delfines a niveles o sobre niveles que garanticen su supervivencia a perpetuidad, [3] trabajar en cuanto sea posible para evitar la muerte innecesaria o por descuido de los delfines en las maniobras de pesca.” En la XXXIV reunión celebrada en junio de 1977, la CIAT acordó que los puntos específicos de participación serían: (1) vigilar la magnitud de las poblaciones y la mortalidad incidental a la pesca, mediante la recolección de datos a bordo de embarcaciones atuneras de cerco, (2) realizar reconocimientos aéreos y marcado de delfines; (3) analizar los índices de la abundancia de los delfines y hacer estudios computarizados de simulación y (4) proceder al entrenamiento e investigación sobre las artes y el comportamiento de los delfines.

La Comisión recibió a fines de septiembre de 1978 fondos suplementarios para la investigación de los delfines. Inmediatamente después comenzó el reclutamiento del personal científico y la preparación para entrenar biólogos con el fin de que obtuvieran datos a bordo de embarcaciones de naciones miembros. La primera sesión de entrenamiento tuvo lugar del 4 al 16 de diciembre. Se presentaron para este curso de entrenamiento de dos semanas personas de Canadá, Costa Rica, México, Nicaragua y Panamá. Se adiestraron en la identificación de las especies principales de delfines que se encuentran en la pesca atunera tropical, en los métodos para estimar la magnitud de los cardúmenes de delfines, el comportamiento de los delfines, sobre las artes cerqueras y las maniobras de pesca, las observaciones que harían a bordo, mantenimiento de los récords y la etiqueta que debían observar a bordo.

Como las personas adiestradas que fueron asignadas a la Comisión por los Estados Unidos habían realizado anteriormente viajes bajo el programa de observadores de delfines del National Marine Fisheries Service, no fue necesario que hicieran el curso completo. Así que del 19 al 21 de diciembre se llevó a cabo una sesión aparte de entrenamiento sobre las observaciones que debían hacerse a bordo bajo el programa de la Comisión.

Se han programado otras sesiones para abril y agosto de 1979 que tendrán lugar en Panamá, Ensenada (México) y San Diego.

Poco tiempo después de la sesión de entrenamiento, se hicieron los trámites para embarcar el primer grupo de biólogos en embarcaciones que llevaran el pabellón de su país para empezar la recolección de datos durante los primeros viajes pesqueros de 1979. El proyecto de muestreo incluye dividir el año civil de 1979 en tres intervalos aproximadamente de una misma duración. En la tabla siguiente se presenta el número de viajes que han de realizar los biólogos de los países participantes en cada uno de los tres intervalos.

PAISES PARTICIPANTES

	Costa								
	Canadá	Rica	México	Nicaragua	Panamá	EEUU	Francia ¹	Japón ¹	Total
I Intervalo	1	1	2	1	1	6	0	0	12
II Intervalo	2	2	7	1	2	16	0	0	30
III Intervalo	2	2	7	1	2	22	0	0	36

¹No se han programado viajes de observación para las embarcaciones con cerco de Francia y Japón, ya que no se anticipa que pesquen en el Océano Pacífico oriental tropical en 1979.

El primer grupo de biólogos representa la muestra del I intervalo, que se considera como un reconocimiento experimental para probar los métodos y obtener la información preliminar de la mortalidad de los delfines. Se han proyectado en total 12 viajes en el I intervalo y unos 33 viajes tanto para el II como III intervalo.

Se asignaron los viajes a los países empleando un esquema designado para minimizar la varianza en el cálculo de la mortalidad total de los delfines; es decir, el número de viajes por país es proporcional al producto del número de viajes estimado y a la desviación normal de la mortalidad/viaje de las embarcaciones de un país determinado. Se emplearon los datos de mortalidad que se tenían para determinar la mortalidad/viaje de las embarcaciones estadounidenses; sin embargo, no se tienen datos de la mortalidad de las otras naciones participantes, así que éstos se han de estimar de acuerdo a las suposiciones de las proporciones de mortalidad de los EEUU con relación al resto de la flota.

Se está trabajando en un programa computarizado para archivar los datos que se han de obtener a bordo. Esto implica el establecimiento de archivos para datos y programas computarizados de los datos de entrada, su corrección y análisis. Se espera que versiones preliminares ya estén funcionando cuando los biólogos regresen de sus viajes en el I intervalo.

Durante el año los empleados de la CIAT participaron en grupos informales de trabajo en los que se discutió el análisis de los datos obtenidos durante los reconocimientos aéreos del U. S. National Marine Fisheries Service. Se espera que siga esta participación en el futuro.

Esperamos poder contratar en el próximo año otros tres científicos que tendrán a su cargo el programa computarizado de simulación y los métodos administrativos de la investigación múltiple atún-delfín, artes, comportamiento y biología.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL ATUN

Temperatura del mar y supervivencia de las larvas de barrilete

El índice metabólico de los peces asciende aproximadamente por un factor de 2.2 por cada aumento de temperatura de 10°C. Basados en esta relación se corrigió la temperatura para estimar el tiempo relativo necesario en el que las larvas de barrilete llegaran a la etapa postlarval a varias temperaturas. El índice aparente de mortalidad de las larvas de barrilete se ha calculado en un 30% al día según los datos frecuencia-talla de los arrastres de las redes de plancton. El aumento en el índice metabólico y de crecimiento en aguas cálidas reducirá el tiempo gastado en la etapa vulnerable larvaria y aumentará la posibilidad de que la larva sobreviva la etapa postlarval en la que se supone que la mortalidad es considerablemente inferior porque son más hábiles en esquivar los depredadores al nadar más rápidamente.

Se calcularon los valores medios de la temperatura superficial del mar (TSM) en la zona de desove del barrilete entre los 180°W y los 10°N a 20°S durante el período noviembre-febrero en los años de 1959-60 a 1977-78. Se excluyeron las zonas al norte de los 10°N por ser demasiado frías para que hubiera un desove importante durante el invierno del norte. En el período de 19 años la media de la TSM fue 27.4°C, el valor más alto fue 28.4°C en 1972-73 y el más bajo 26.4°C en 1975-76.

Si se necesitan 20 días para que las larvas alcancen la etapa postlarval a una temperatura de 27.4°C, y la mortalidad es 30% al día, entonces, del millón de larvas que nacen, sobrevivirán 800. De acuerdo a la corrección de la temperatura metabólica la reducción de 1°C aumentará el tiempo a 21.68 días, lo que resultaría en una supervivencia de 440 larvas, mientras que el aumento de 1°C disminuiría el tiempo a 18.45 días, lo que resultaría en una supervivencia de 1,390 larvas. Si las larvas más grandes tratan de evadir aún más la red, entonces el índice real de mortalidad debe ser inferior al 30% diario. Si se emplea un índice de mortalidad del 20% diario, resulta en una supervivencia de 11,500 larvas por millón a una temperatura media, 7,900 larvas al reducirse 1°C y 16,300 larvas al aumentar 1°C. La amplitud de supervivencia varía por un factor de 3 al usar el índice de mortalidad del 30% y por un factor de 2 al emplear el índice del 20%.

La temperatura del mar en la zona de desove del Pacífico central puede influir también en otras etapas del ciclo vital del barrilete: por ejemplo, es

posible que aumente el número de peces que desovan de acuerdo al aumento de la temperatura, lo que resultaría en un incremento en el número de huevos y el tiempo de incubación de los huevos depende de la temperatura. Puede también que la TSM se relacione con otras variables oceánicas que pueden finalmente determinar la abundancia de los reclutas en la pesca, como son: el efecto del afloramiento y convergencia en la concentración del alimento y depredadores; la amplitud de los lugares que habitan limitada por la temperatura, las concentraciones de oxígeno y la fuerza de las contracorrientes ecuatoriales norte y sur, y su posible influencia en el desplazamiento a la pesca de peces jóvenes. Queda por determinar si los efectos de estas variables propuestas en el reclutamiento pueden separarse, pero debe también considerarse el efecto de la temperatura metabólica en la supervivencia de las larvas.

La oscilación austral y el barrilete de 1+ años

La oscilación austral es la fluctuación de las diferentes presiones atmosféricas entre el centro de alta presión de la Isla de Pascua y el centro de baja presión de Indonesia. Se ha calculado un índice modificado de la O.A. según los datos de Tahití, Isla de Pascua, Hilo (Hawai) y Darwin (Australia). Los efectos de la O.A. se extienden hacia el hemisferio norte y tan lejos al oeste como el Océano Indico. Los fuertes vientos alisios y la baja temperatura superficial del mar (TSM) en la región central y oriental del Pacífico tropical se asocian con una fuerte O.A., y los vientos alisios débiles y las altas temperaturas de la superficie del mar se asocian con una O.A. débil.

Se han ensayado tres índices ambientales para correlacionarlos con los índices de la abundancia de barrilete: la media mensual de la TSM en la zona de los 180°-130°W y 10°N-20°S de noviembre a febrero (un índice preliminar que se ha de ampliar para incluir el período de 12 meses julio-junio y los cambios latitudinales por temporada en la zona presumible de desove); la media mensual en ambos hemisferios para el período de julio-junio de zonas con TSM favorables para las larvas de barrilete (>28°C, 82°F) entre los 180° y 130°W; y el índice de la O.A. del período abril-marzo, 3 meses más temprano del período de las TSM y de las zonas de >28°.

Según los estudios de crecimiento parece que en la mayoría de los años el grupo de barrilete de más edad obtenido en la pesca está formado por peces entre 12 y 24 meses de edad (1+ años). Se supone que el barrilete de 1+ años capturado en cualquier año (enero-diciembre) ha nacido aproximadamente 18 meses antes durante el período de 12 meses (julio-junio) de los dos años anteriores. Por ejemplo, se supone que los peces de 1+ años capturados en 1977 nacieron durante el período de julio 1975 a junio 1976 en la zona presumible de desove entre los 180° y 130°W.

Se han calculado dos índices de abundancia para una generación. Ambos son el logaritmo de la cantidad de peces de 1+ años capturados diariamente por cerqueros (normalizados a la clase 3 de arqueo). El primer índice se basa en las capturas y en el esfuerzo registrado en el Pacífico al este de los 150°W. Esto incluye mucho esfuerzo dirigido principalmente hacia el aleta amarilla en zonas en las que rara vez se pesca barrilete. El segundo índice se basa (al tratar de eliminar parte del esfuerzo sobre el aleta amarilla) en las capturas registradas al este de los 150°W y en el esfuerzo anotado de 22 zonas de 5 grados en donde se ha pescado la mayoría del barrilete, empleando solo aquellas zonas y trimestres con un mínimo de 100 días de pesca de embarcaciones de la clase 3 normal de arqueo, y un mínimo de 200 toneladas de barrilete. Los valores anuales de las dos medidas del esfuerzo se correlacionan sorprendentemente bien ($r = 0.91$) durante el período de 1961-1978; puede por lo tanto que el índice que se basa en el esfuerzo de las 22 zonas no sea mucho mejor que el basado en todo el esfuerzo.

Se ensayaron estos dos índices para correlacionarlos con el índice de la O.A., la TSM y las zonas de $>28^{\circ}\text{C}$, y se presentan los coeficientes de correlación (r) en la tabla correspondiente a los años de pesca de 1962 a 1978 (se excluyó 1961 porque no se tenían datos de 1959 correspondientes a la zona de $>28^{\circ}\text{C}$).

	Logaritmo de la cantidad de peces por día			
	basado en el esfuerzo total		basado en el esfuerzo de las 22 zonas	
	r	p	r	p
Índice de la O.A. abril-marzo	-0.60	**	-0.58	**
TSM, 180°-130°W, 10°N-20°S noviembre-febrero	0.50	*	0.47	n.s.
Zona de $>28^{\circ}\text{C}$, 180°-130°W, 30°N-30°S julio-junio	0.42	n.s.	0.44	n.s.
Zona de $>28^{\circ}\text{C}$, 180°-130°W, 0°-30°S julio-junio	0.50	*	0.47	n.s.

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.02$

Los coeficientes de correlación son similares en ambos índices de abundancia. Son significantes al nivel del 2% en el índice de la O.A.; al nivel del 5% en la TSM cuando se emplea el esfuerzo total pero no cuando se usa el esfuerzo de las 22 zonas; y no son significantes con relación a la zona de $>28^{\circ}\text{C}$ de ambos hemisferios (30°N-30°S). Es posible que haya más desove al sur del ecuador, debido a que se encuentran mucho más islas entre los 180° y 130°W al sur del ecuador que al norte, concentrándose más el desove de barrilete y las larvas alrededor de las islas. Con respecto a los índices de la abundancia y la zona de 28°C al sur del ecuador (0°-30°S), el coeficiente es significativo al nivel del 5% cuando se emplea el esfuerzo total pero no cuando se usa el esfuerzo de las 22 zonas.

Los coeficientes de correlación fueron superiores con relación al índice

de la O.A. que con la TSM o las zonas de $>28^{\circ}\text{C}$. Esto puede indicar que algunos otros efectos de los cambios de presión, como la mezcla, las corrientes zonales y las convergencias pueden también influir en la generación principal entrante de barrilete. Los gráficos anuales de los índices de captura basados en el esfuerzo de las 22 zonas y en el índice de la O.A. se presentan en la Figura 14. Cuando se grafica el índice de captura (número de peces por día) en una escala logarítmica ésto equivale a calcular el logaritmo del índice de captura.

El índice de la O.A. durante 1977-1978, fue de 5.0 mb, el tercero más bajo en 18 años lo que indica que el índice de captura de peces de 1+ años puede ser alto en 1979 si se mantiene esta relación. Sin embargo, la TSM y la zona de $>28^{\circ}\text{C}$ al sur del ecuador fueron promediadas durante el mismo período, lo que indicó una generación entrante moderada en 1979. Las correlaciones, aunque son significativas, permanecen débiles, explicando solo el 34% de la variabilidad cuando se emplea el índice de la O.A. y solo el 22% cuando se usa la TSM, así que no se pueden hacer aún pronósticos con ningún grado de confiabilidad.

Índices de captura del barrilete, por edad

Los índices de captura del barrilete basados en el esfuerzo de las 22 zonas seleccionadas de 5° se presentan por tres grupos de edad en la Figura 15. Los índices de captura de peces de 2+ años no indican una serie de años anómalos y, con excepción de 1961 y 1971, han fluctuado entre 100 y 330 peces por día (p/d). Los índices de captura de peces de 1+ años de embarcaciones cerqueras fluctuaron de 970 a 2,950 p/d desde 1961 a 1970, pero se redujo variando de 150 a 760 p/d desde 1971 a 1977. La mayoría de esta reducción puede atribuirse a capturas pobres de peces de 1+ años (medidas del mercado) de la zona 6 en donde en años anteriores se había obtenido una proporción considerable de la captura de barrilete del Pacífico oriental. Durante el período de 1961 a 1969 en la zona 6, el promedio registrado de captura de barriletes de 1+ años, obtenido por la flota regulada fue 9.1 millones de peces; durante el período de 1970-77 se redujo a 3.4 millones de peces a pesar del aumento de la flota y su capacidad. En 1978 se registraron cerca de 14 millones de peces de 1+ años en la zona 6, siendo comparable a las capturas de 1963 y 1967. Esto se refleja en el aumento del índice de captura de peces de 1+ años en 1978 (Figura 15).

Las bajas proporciones de captura de peces de 1+ años en 1972, 1973, 1975 y 1977 puede atribuirse, en parte, a los efectos de la O.A. y a las condiciones oceánicas relacionadas en la zona de desove durante la primera etapa del ciclo vital de estas generaciones. La Figura 14 presenta los puntos de 1971-1974 muy por debajo de la línea de regresión, lo que indica que otro factor desconocido ha afectado durante 4 años estas generaciones. Los índices de captura de los peces 0+ se redujeron también durante esta

serie de años (Figura 15). El índice de captura de peces 0+ aumentó a un máximo de 290 p/d en 1977 y permaneció con un valor alto de 240 p/d en 1978.

No existe correlación entre los índices de captura de peces de 2+ años en un año y los índices de captura de peces de 1+ años en el año anterior, como podría esperarse ya que teóricamente pertenecen a la misma generación; ni tampoco hay correlación entre los índices de captura de peces de 1+ años y los índices de peces de 0+ en el año anterior. No existe correlación entre los índices de captura de peces 0+ o de 2+ años y los índices ambientales discutidos en la sección anterior.

Relación entre las capturas de atún y la estructura vertical de temperatura

En 1974 Dr. Gary D. Sharp, quién antes formaba parte del grupo de investigadores de la Comisión, hizo un estudio sobre la relación que existe entre las capturas del atún aleta amarilla que se encuentra a la altura de la América Central y la estructura termal vertical del océano. Este estudio se basó (1) sobre los datos de los perfiles de temperatura obtenidos con batitermógrafos descartables por barcos atuneros y de investigación y sumariados por el U. S. National Oceanographic Data Center y (2) en los datos de bitácora de barcos atuneros y los datos frecuencia-talla del aleta amarilla obtenidos por la Comisión del Atún. Se graficó el promedio de profundidad de las isotermas de 15°C (59.0°F) y 23°C (73.4°F) correspondiente a los primeros seis meses de 1973, junto con los datos de las capturas por día y capturas de aleta amarilla por lance en cardúmenes asociados y no asociados con delfines durante marzo, abril y mayo de ese año. Los peces en cardúmenes no asociados con delfines eran en su mayoría pequeños (menos de 70 cm), siendo que aquellos de cardúmenes asociados con delfines eran por lo general de talla mediana a grande. La isoterma de los 15° corresponde aproximadamente al fondo de la termoclina que es una capa de agua con un fuerte gradiente de temperatura que separa el agua relativamente cálida de la capa mixta y el agua relativamente fría que se extiende hasta el fondo. La temperatura mínima aproximada a la que se captura atún aleta amarilla pequeño es 23°. En la Océano Pacífico oriental tropical esto ocurre habitualmente en la termoclina a una profundidad más o menos equivalente a un tercio de la distancia entre la superficie de ésta y el fondo de la misma. El estudio demostró que durante enero y febrero de 1973 la isoterma de 23° se encontraba por debajo de los 46 m (25 brazas), la profundidad mínima aproximada a la que llega una red de cerco de 73 m (40 brazas), y que la isoterma de 15° se encontraba por debajo de los 73 m, la profundidad máxima a la que llega una red le cerco de 73 m. Sin embargo, de marzo a junio la profundidad de las isotermas de 23° y 15° fue inferior a 46 y 73 brazas, respectivamente. Así que los peces no podían escaparse por debajo de la parte de la red de 73 m que se

encontraba a la profundidad mínima sin penetrar en aguas con una temperatura inferior a 23°, ni por debajo de la parte de la red que se encontraba a la profundidad máxima sin penetrar en aguas con una temperatura inferior a 15°. Los datos de captura de peces no asociados en cardúmenes con delfines tienden a apoyar la hipótesis de que no estaban dispuestos a penetrar en aguas más frías para poder escaparse por debajo de la red, ya que las capturas fueron pocas en enero y febrero, pero mejoraron bastante de marzo a mayo. No parece que la mejora en las capturas durante este último período se deba al desplazamiento de peces a estas zonas, porque se recibieron informes que se habían visto grandes cantidades de aleta amarilla pequeños en enero y febrero. Las capturas de peces asociados con delfines exhibieron un patrón algo diferente, siendo relativamente bajas en marzo y abril, pero aumentaron en mayo. Sin embargo, esto no es inesperado ya que los aleta amarilla más grandes no les importa penetrar en aguas más frías.

Los resultados de este estudio son de una importancia directa y práctica para los pescadores, ya que la información de la profundidad de las isothermas de 15° y 23° puede ser útil para pronosticar dónde y cuándo se pueden lograr buenas capturas de pequeños atunes aleta amarilla. Además, los resultados son importantes para los análisis de captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo de la Comisión, ya que es necesario ajustar la eficacia del esfuerzo de acuerdo a los factores que la afectan. Por consiguiente, se inició un estudio más detallado en 1978. Este estudio se ha confinado a la zona limitada por los 5° de latitud norte, 95° de longitud oeste, 15° de latitud norte y la costa de la América Central. Desde 1970 se han obtenido datos de los perfiles de temperatura, y se tienen los datos de bitácora y los datos frecuencia-talla de todos esos años, pero en 1978 solo se analizaron los datos de enero a mayo de 1971 a 1975. Los resultados, en general, tienden a confirmar los del primera estudio. Se observó, además, una relación negativa entre las capturas de peces asociados con delfines y las diferencias de la profundidad entre las isothermas de 15° y 23° (una medida de la fuerza de la termoclina).

Los datos indican claramente una relación entre la capturabilidad del aleta amarilla y la estructura vertical de la temperatura del agua. Sin embargo, deben considerarse otras posibilidades. Por ejemplo, los mismos barcos pescan (1) tanto peces asociados como no asociados con delfines, (2) tanto atún aleta amarilla como barrilete y (3) tanto en la zona de que se trata como en otras; además cambian rápidamente de una forma a otra, depende cuál sea más productiva. Esto hace que sea más difícil poder interpretar los datos del esfuerzo y de la CPDE. Además, durante los primeros años del período del que se trata las embarcaciones trataron de evitar los grandes peces, ya que estos contenían mayores concentraciones de mercurio y en algunos casos en esa época no eran aceptados por las enlatadoras. Finalmente, la variación de los perfiles verticales de temperatura a la altura

de la América Central es solo una pequeña característica de los cambios en las condiciones oceanográficas del Océano Pacífico oriental. Estos cambios podrían eliminar el efecto de los perfiles verticales de temperatura, pero el hecho de que ésto no ha sucedido indica que los perfiles son importantes y vale la pena seguir estudiándolos aún más. Se espera en 1979 poder incorporar los datos de 1970 y 1976-1978 en este estudio.

CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1978 Y PERSPECTIVAS PARA 1979

Los investigadores de la Comisión del Atún tienen la responsabilidad de vigilar las fluctuaciones en la abundancia de los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental y determinar las consecuencias que tiene la intervención del hombre sobre su abundancia. La información científica obtenida cada año por los investigadores se utiliza para recomendar la conservación de estas especies y se presenta oralmente y mediante documentos básicos en las reuniones de la Comisión. Con el fin de divulgar esta información se compendia en este informe anual.

ATUN ALETA AMARILLA

La condición del atún aleta amarilla se calcula mediante la aplicación de modelos generales de producción y de la estructura de la edad. Si se consideran primero los modelos generales de producción, cuando una población de peces no ha sido expuesta a la pesca se encuentra su óptima magnitud según lo permiten las condiciones ambientales. La falta de alimento, de espacio habitable conveniente, la presencia de depredadores, *etc.*, impide que la población se desarrolle más allá de ese máximo. A la larga, el aumento de la población mediante el reclutamiento y crecimiento se compensa por la pérdida debida a la mortalidad natural, y se dice que la población se encuentra equilibrada. Puede que haya años con condiciones ambientales especialmente favorables en las que la población es superior a lo normal y años con condiciones ambientales especialmente pobres cuando la población es inferior a lo normal, pero éstas se pueden ignorar temporalmente en este análisis.

Si una o más embarcaciones pesqueras empiezan a pescar sobre la población la captura por unidad de esfuerzo (por ejemplo, la captura por día de búsqueda), que se supone sea proporcional a la magnitud de la población, sería inicialmente bastante alta, ya que la población estaría a su máximo. El aumento de la población seguiría incluyendo el reclutamiento y crecimiento, pero las pérdidas de la población incluirían no solo la mortalidad natural, sino también la mortalidad por pesca. Así que la población se reduciría. Debido a la reducción de la población, los índices o tasas de reclutamiento, crecimiento o de la mortalidad natural cambiarían, la ganancia de las dos primeras excediendo las pérdidas de la última. Si las

embarcaciones cesaran de pescar esta ganancia neta sería la causa de que la población aumente paulatinamente a su magnitud original. A medida que la población se aproxima a esa magnitud los índices de reclutamiento, crecimiento o de la mortalidad natural se aproximarían gradualmente a los niveles anteriores hasta llegar a ser iguales a antes del comienzo de la pesca. En esta forma se recuperaría el equilibrio de la población a su máxima magnitud. Sin embargo, si las embarcaciones continúan pescando al mismo nivel la población eventualmente llegaría a equilibrarse con diferentes índices de reclutamiento, crecimiento o mortalidad natural y una magnitud de población inferior a la magnitud original de la misma. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) seguiría siendo proporcional a la magnitud de la población. Si solo hubiera unas pocas embarcaciones la magnitud de la población solo se reduciría algo y la CPUE sería relativamente alta, pero si hubiera varios barcos se reduciría considerablemente la población y la CPUE sería muy inferior.

La captura total sería el producto de la CPUE y del esfuerzo total. Si el esfuerzo de pesca fuera relativamente bajo, los pocos aumentos en el esfuerzo compensarían aún más las reducciones correspondientes de la CPUE, lo que daría como resultado capturas más grandes pero este no sería el caso a niveles más altos del esfuerzo. A cierto nivel intermedio del esfuerzo el producto estaría a su máximo. Si el objetivo de la administración es obtener un promedio máximo constante de producción (PMCP) de peces (que es el objetivo declarado en el convenio de la Comisión) el esfuerzo de pesca debe mantenerse a ese nivel. Si el objetivo es una ganancia máxima el esfuerzo debe ser algo inferior (suponiendo que el precio permanezca constante) y si el objetivo es que haya un empleo máximo de pescadores el esfuerzo debe ser algo más alto. Si el esfuerzo es inferior a cualquier óptimo seleccionado se diría que la población ha sido subexplotada, y si el esfuerzo es superior al óptimo se diría que se ha explotado en exceso la población.

Es más fácil considerar las interrelaciones del esfuerzo, la captura y la CPUE en condiciones equilibradas, pero debe reconocerse que no existen siempre tales condiciones. Por ejemplo, si la población se encuentra en equilibrio cerca al máximo y se aumenta de repente el esfuerzo, la CPUE se reduciría gradualmente durante un período antes de alcanzar un nuevo punto de equilibrio con una CPUE más baja. Las capturas serían superiores durante el período de transición que en el nuevo punto de equilibrio. De la misma manera, si la población se encuentra en equilibrio a un bajo nivel y se disminuye de repente el esfuerzo, la CPUE aumentaría gradualmente durante un período antes de alcanzar un nuevo punto de equilibrio con una CPUE superior. Las capturas serían inferiores durante el período de transición de lo que serían en el nuevo punto de equilibrio.

Se pregunta si los modelos generales de producción son o no aplicables a la pesca del aleta amarilla en el Area Reglamentaria de la Comisión de

Atún Aleta Amarilla (ARCAA). Si lo son, el aleta amarilla que habita el ARCAA debe ser una población separada, es decir, debe existir relativamente poco intercambio entre estos peces y aquellos de la zona fuera del ARCAA. Si estos modelos son aplicables este hecho puede solo descubrirse (1) si las perturbaciones causadas por las fluctuaciones de las condiciones ambientales no son tan grandes como para ocultar las perturbaciones causadas por las fluctuaciones del esfuerzo de pesca, y (2) si se tienen datos de la captura, esfuerzo y CPUE en una amplia escala de niveles del esfuerzo de pesca, que incluyan preferiblemente los niveles superiores al esfuerzo óptimo.

Se ha estudiado el grado de intercambio que existe entre el aleta amarilla que habita el ARCAA y el que vive en la zona exterior, y los resultados han sido discutidos en informes anuales previos de la Comisión. En resumen, los resultados indican que existe alguna entremezcla de los peces dentro y fuera del ARCAA, pero ésto probablemente no es suficiente para anular el uso del modelo. Los efectos de las condiciones ambientales han sido también estudiados y examinados anteriormente en informes anuales. Hasta donde se pueda determinar, estos efectos se compensan los unos a los otros durante cortos períodos de tiempo, así que pueden ignorarse en su mayoría sin invalidar el uso del modelo. El modelo se empleó primero en los datos de captura, esfuerzo y CPUE de las embarcaciones de carnada durante el período de 1934-1955, lo que suministró un amplio margen de esfuerzo inferior al óptimo. Estos datos indicaron que, dentro de los límites del esfuerzo pesquero del que se tenía datos, la población se adaptaba al modelo. En 1960 y 1961 el esfuerzo, por primera vez, fue superior al óptimo y la población reaccionó en los años siguientes con capturas y CPUE inferiores, lo que indicó aún más, que se podía aplicar el modelo.

Se ha mencionado el esfuerzo, pero hasta ahora no se ha hablado sobre el hecho de que existen varias clases de esfuerzo, es decir, el esfuerzo de las embarcaciones de carnada, de los cerqueros y palangreros, además del esfuerzo realizado por embarcaciones con diferentes capacidades de acarreo. En la mayoría de los casos no pueden sencillamente combinarse las diferentes clases de datos sobre el esfuerzo. Existen dos opciones. Primero, se pueden considerar solo los datos de una clase de arte, comúnmente la más predominante. Esta se llamará clase normal. La captura total de todas las clases de arte, dividida por la CPUE de la clase normal, suministrará una estimación del esfuerzo total en unidades de la clase normal. Segundo, se puede determinar la eficacia de cada clase de arte con relación a la de la clase normal, y puede obtenerse el esfuerzo normalizado de cada clase al ajustar los datos brutos del esfuerzo por el factor apropiado. Luego pueden sumarse los datos brutos del esfuerzo de la clase normal de arte y los datos del esfuerzo normalizado de las otras clases para obtener el esfuerzo total normalizado. El personal de la Comisión ha empleado la

primera opción y varias combinaciones de las otras dos opciones. Se calcula el esfuerzo normal y no normal en días de pesca y en días normalizados de pesca, respectivamente, y la correspondiente CPUE es la captura por día de pesca (CPDP) y la captura por día normal de pesca (CPDNP).

En la década de los cincuenta se seleccionó la clase 3 de arqueo (barcos con capacidades de 101 a 200 toneladas) como la clase normal de embarcaciones cerqueras porque en esa época los cerqueros de la clase 3 de arqueo capturaban más atunes que los cerqueros de cualquier otra capacidad. Desde ese tiempo se han construido muchos cerqueros de gran porte, y varios de los pequeños han zozobrado o se encuentran inactivos. Los barcos de gran porte pescan en todas las zonas, mientras los pequeños pescan en su mayoría a unos pocos cientos de millas de la costa, y tienen la costumbre de pescar más en los extremos norte y sur del radio de distribución del aleta amarilla, y menos en la zona entre la parte meridional de México y Colombia. La normalización implica la comparación de la CPDP de las embarcaciones de diferentes clases de arqueo cuando están pescando en el mismo estrato de zona y tiempo. Cuando no se encuentran datos de la clase 3 de arqueo en un estrato zona-tiempo se emplean los datos de la clase 6 de arqueo, y el resultado neto es casi igual a la normalización de las embarcaciones a la clase 6 de arqueo.

La pesca antes de mediados de los años sesenta se realizaba solamente en la región del ARCAA cercana a la costa y en la vecindad de unas pocas islas y bancos. Sin embargo, a mediados y fines de los sesenta, la flota pesquera empezó a aumentar en magnitud pescando más lejos fuera de la costa. Las zonas de bajura y de altura, denominadas Zonas A1 y A2, respectivamente, se presentan en la Figura 16. Si el intercambio de peces entre estas dos zonas es instantáneo el PMCP de las dos zonas combinadas será igual solo al de la zona A1, pero si no hay intercambio el PMCP de las dos zonas combinadas sería la suma de los PMCP individuales de las dos zonas. Los estudios han demostrado que existe relativamente un lento intercambio de peces entre las dos zonas, así que el PMCP de toda el ARCAA es superior al de la zona A1, pero inferior a la suma de los PMCP individuales. Estos estudios se describen más detalladamente en informes anuales anteriores de la Comisión.

Se necesitan datos de varios años que abarquen una amplia distribución del esfuerzo con el fin de establecer los valores del PMCP y del correspondiente esfuerzo y la CPUE. En 1968, después de que fue evidente que la estimación del PMCP calculado para la zona A1 no era aplicable a toda el ARCAA, los delegados autorizaron al personal para que emprendieran un programa experimental de sobrepesca con el fin de poder obtener tan pronto como fuera posible una estimación del PMCP en el ARCAA. Esto fue necesario debido a que el esfuerzo había sido relativamente constante durante los pocos años desde que se había extendido la pesca mar afuera. Cuando se alcancen los niveles del esfuerzo en exceso al óptimo se reduciría

la captura, o al menos no aumentaría. Se podría entonces reducir el esfuerzo para aumentar eventualmente la captura (suponiendo que se había reducido anteriormente), y así sucesivamente, hasta poder obtener una estimación lo suficientemente buena del PMCP. Sin embargo, esto toma demasiado tiempo ya que la población no reacciona instantáneamente a los cambios en el esfuerzo de pesca, y también a que las perturbaciones causadas por los factores ambientales dificultan aún más la interpretación de los resultados. Sigue vigente el programa experimental de sobrepesca.

Se examinará ahora la condición actual del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, según ha sido determinada por el análisis de los modelos generales de producción. Existen varios factores que no han sido mencionados en este informe que afectan aparentemente el modelo. Estos han sido examinados en informes anuales de la Comisión, así que no se mencionarán de nuevo. Debido a la naturaleza complicada de la pesca y a los rápidos cambios ocurridos en los últimos años, se han realizado bastantes experimentos en la selección y preparación de los datos y procedimientos matemáticos que se han de emplear en el análisis de los datos de captura, esfuerzo y de la CPUE. Solo se discuten los dos métodos a los que se les ha dado más importancia en 1978. Se empleó para ambos métodos el modelo logístico, mediante el cual se supone que la relación del equilibrio entre la captura y el esfuerzo es lineal. En la Tabla 8 se enumeran las cuotas y la captura además de los datos de la CPUE del ARCAA y de la zona exterior de la misma desde 1967 a 1978.

En el primer análisis (1 caso) se normalizó el esfuerzo a días de la clase 3 de arqueo de los cerqueros (barcos de 101 a 200 toneladas de capacidad). Se emplearon solo los datos de 1967 y 1978, ya que antes de 1967 el esfuerzo de pesca no se encontraba tan esparcido sobre el ARCAA como más tarde; además, en los primeros años estaban ocurriendo cambios importantes en la eficacia de las embarcaciones cerqueras. Se estima que el PMCP sea 175 mil toneladas, y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio es de unos 52 mil días de la clase 3 de arqueo. La curva de la producción equilibrada y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados se presentan en el recuadro superior de la Figura 17. Todos los puntos, con excepción de los de 1967 y 1971, aparecen sobre la línea. (En 1967 y 1971, se obtuvieron grandes capturas de barrilete, lo que desvió el esfuerzo realizado sobre el aleta amarilla, reduciendo casi con seguridad la captura de esta última especie.) La aparición de la mayoría de los puntos sobre la línea no es inesperada, ya que la línea representa los niveles de captura que se obtendrían en condiciones equilibradas, y durante el período mencionado se estaba aumentando el esfuerzo anual, reduciendo por consiguiente la población acumulada al capturar cantidades de peces en exceso a la producción neta debida al reclutamiento, más crecimiento, menos mortalidad natural. No se puede esperar que la captura permanezca indefinidamente a su nivel

actual si el esfuerzo continúa aumentando cada año ya que, si no se invierte esta tendencia, eventualmente se reducirá la población hasta el punto en que la captura disminuirá sin importar que tanto esfuerzo se aplique.

En el segundo análisis (2 Caso) se empleó la CPDP de la clase 6 de arqueo de los cerqueros (más de 400 toneladas de capacidad) como medida de la CPUE. Esto se hizo primero porque se ha observado que la CPDP de los barcos de gran porte se ha reducido más en los últimos años (1974 y 1975) que la de los cerqueros de pequeño porte. Como los grandes barcos pescan en más zonas del Océano Pacífico oriental y obtienen una mayor porción (más del 85 por ciento) de la captura que los pequeños barcos, existe la posibilidad que al usar solo los datos de la clase 6 de arqueo se produzcan diferentes estimaciones de los parámetros. Además, la CPDP de la clase 6 es más significativa para los representantes de la industria pesquera y los pescadores de hoy día. Se emplearon solo los datos de 1968 a 1978. La curva de la producción equilibrada y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados se presentan en el recuadro inferior de la Figura 17. En este caso se estima de nuevo el PMCP en 175 mil toneladas, y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio es de unos 22 mil días de la clase 6 de arqueo.

En cada uno de los dos casos se estima que el PMCP es de unas 175 mil toneladas. En 1976, 1977 y 1978, los puntos en cada caso se encuentran ubicados a la derecha del punto más alto de la curva, lo que indica que el esfuerzo aparentemente ha sobrepasado el nivel necesario para obtener el PMCP. Si se mantiene durante los próximos años el esfuerzo a los niveles de 1976-1978, existen dos posibilidades. Primero, la captura puede reducirse, lo que indicaría que la población de aleta amarilla en el ARCAA cambia probablemente como consecuencia de la pesca, tanto al lado de la curva de la sobrepesca como al lado de la subpesca, de acuerdo al modelo general de producción. Segundo, la captura puede permanecer aproximadamente constante. Si ocurre esto último podría indicar ya sea que las estimaciones de los parámetros del modelo son defectuosas o que la población de aleta amarilla en el ARCAA no reacciona en la pesca al lado de la curva de la sobrepesca de acuerdo al modelo general de producción. Esto solo puede determinarse al continuar el programa experimental de sobrepesca de la Comisión iniciado en 1969.

La entrada de los modelos de la estructura de la edad consiste en estimaciones del reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural y por pesca. Las estimaciones de los índices de crecimiento y mortalidad se obtienen según el análisis de los datos sobre la composición de talla de los peces en la captura, suplementado por los datos de la devolución de marcas y otros de diferentes tipos. El personal de la Comisión ha obtenido desde 1954 datos sobre la composición de talla de las capturas de aleta amarilla

y barrilete en el Océano Pacífico oriental, y además ha tenido acceso a datos correspondientes obtenidos durante 1951-1954 por el California Department of Fish and Game.

Antes de comenzar a examinar la teoría y los resultados del modelado, es interesante analizar las estimaciones realizadas por el personal sobre la estructura de la edad del aleta amarilla.

El aleta amarilla que se recluta en la pesca pertenece aparentemente a dos grupos, el grupo X que entra a la pesca durante el primer semestre del año pero que comúnmente no contribuye a ésta significativamente sino en el segundo semestre, y el grupo Y que entra durante el segundo semestre pero que no contribuye significativamente hasta el primer semestre del año siguiente. Los grupos X e Y son, en promedio, más o menos de la misma talla.

El peso estimado de los peces de diferentes edades pertenecientes a los grupos X e Y, capturados desde 1968 a 1978, se presentan en la Figura 18. Estos datos son presentados en la Figura 19 por generaciones (grupos de peces reclutados en el mismo año). En la Figura 18 las barras en el recuadro superior corresponden a la generación de peces de 1 año de 1968 (peces X68 a Y68), peces de la generación de 1967 de 2 años (peces X67 e Y67), peces de la generación de 1966 de 3 años (peces X66 e Y66), *etc.*, todos capturados en 1968. En la Figura 19 en el recuadro superior, las barras corresponden a peces de 1 año de la generación de 1968 capturados durante ese año, peces de la generación de 1968 de 2 años capturados durante 1969, peces de la generación de 1968 de 3 años capturados en 1970, *etc.*

Se obtuvieron grandes capturas de peces de 1 año en 1973, 1974 y 1978. Se pregunta, naturalmente, si el incremento de estas capturas se debió al aumento en el reclutamiento, aumento en la vulnerabilidad de peces pequeños como resultado de un reclutamiento promedio o a la combinación del aumento en el reclutamiento y aumento en la vulnerabilidad. En el primer caso se pueden esperar grandes capturas en los años siguientes cuando los peces de grandes reclutamientos fueron disponibles a la pesca como peces medianos y grandes, pero en el segundo caso lo contrario sería verdad debido a la escasez de peces medianos y grandes después de haber explotado fuertemente los pequeños. En las Figuras 18 y 19 puede verse que las capturas de la generación Y73 de peces de 2, 3 y 4 años fueron inferiores al promedio, lo que indica que el reclutamiento de esta generación fue más o menos promedio, y la gran captura de 1973 se debió al aumento en la vulnerabilidad de estos peces de 1 año. Sin embargo, para la generación de Y74 la captura de peces de 1 año en 1974 fue aún superior de lo que fue para la generación Y73 el año anterior, y la captura de peces Y74 fue más o menos promedio o algo superior durante los tres años siguientes. Por lo tanto, el reclutamiento de la generación Y74 fue muy superior al promedio. El peso de la captura de los peces de 1 año excedió

el peso combinado de las capturas de peces de 2, 3 y 4 años, lo cuál no fue el caso en ninguna otra generación excepto la de Y73, lo que indica que la vulnerabilidad de los peces de la generación Y74 fue alta durante 1974. No se podrá determinar hasta 1979 si la gran captura de peces de 1 año del grupo Y en 1978 se debió a un reclutamiento superior al promedio o a la vulnerabilidad. En 1978 por primera vez los peces de 1 año del grupo X contribuyeron significativamente a la captura. Como en el caso del grupo Y, es posible que esto se deba a un reclutamiento o vulnerabilidad superior al promedio, y no hay manera de determinar actualmente cuál sea el caso. La composición de edad en la captura tendrá un interés especial en 1979, ya que las capturas de peces de 1 año de ambos grupos X e Y fueron altas en 1978.

Según la Figura 18 parece que la pesca en los últimos años depende mayormente en peces de 1 año. El examen de la Figura 19 indica que el peso de los peces capturados de ambos grupos X e Y de las generaciones de 1976 y 1977 ha sido inferior al promedio. Es probable, a juzgar por la distribución de la edad en las capturas de peces de generaciones anteriores, que las capturas de peces de las generaciones de 1976 y 1977 serán relativamente pobres durante 1979. Ha habido aparentemente una mayor variabilidad en el reclutamiento durante el período de 1973-1978 que durante los años anteriores a 1973. Esto puede deberse a la reducción en la magnitud de la población causada en los últimos años por el incremento del esfuerzo de pesca, o debido a factores ambientales. Si se debe a la reducción en la magnitud de la población, es probable que persista la variabilidad mientras el esfuerzo de pesca permanezca alto. Si se debe a factores ambientales, es probable que la variabilidad se reduzca en el futuro. Omitiendo la causa, la variabilidad en el reclutamiento hace que sea muy difícil administrar la pesca.

Prosiguiendo ahora con el modelo del rendimiento por recluta, un tipo de modelo de la estructura de la edad, si una generación de juveniles sin explotar o de peces jóvenes adultos se encuentra en una zona su peso total aumenta primero a medida que los peces crecen rápidamente, mientras que las pérdidas debidas a la mortalidad natural son moderadas. Más tarde, sin embargo, cuando los peces se vuelven más viejos el índice de crecimiento es más lento, mientras la mortalidad natural continúa siendo moderada. Así que las pérdidas con relación al peso total debidas a la mortalidad natural en esa época son superiores a las ganancias debidas al crecimiento, y hay una pérdida neta con relación al peso total. Eventualmente la generación desaparece. La manera ideal de obtener el rendimiento máximo en peso de una generación de peces sería la de pescar cada pez justamente antes de que muriera debido a causas naturales. Claro, que ésto no es posible. La mejor opción después de ésto sería capturar todos los peces que todavía no han muerto, a la edad o talla ("edad crítica" o "talla crítica") en que la pérdida con relación al peso total debido a la mortalidad natural compense

exactamente la ganancia proveniente del crecimiento. Esto es posible en algunos animales, como son las ostras o almejas que están expuestas a la marea baja y por lo tanto pueden capturarse fácilmente allí. Cuando el supervisor de un banco de ostras o almejas lo vigila a intervalos frecuentes y saca los ejemplares que han alcanzado la talla crítica, esta labor causa una cantidad infinita de mortalidad por pesca de los animales que han alcanzado esa talla. Es evidente que esta opción no es práctica en cuanto a la mayoría de las especies de peces.

Parece, instintivamente, que si no es posible la segunda opción se debe realizar la pesca al principio sobre peces que no han aún alcanzado la talla crítica. Esta es la tercera opción y la única práctica con referencia a la mayoría de las especies de peces. Se supone, por el momento, que la edad de entrada (es decir, la edad correspondiente a la talla mínima de los peces capturados) puede controlarse eficazmente. Si el esfuerzo de pesca es alto, se seleccionaría una edad de entrada solo un poco inferior a la edad crítica, la mayoría de los peces capturados se aproximaría a la edad crítica, y el rendimiento sería casi tan alto como el de la segunda opción. Si el esfuerzo de pesca es más bajo se seleccionaría una edad de entrada considerablemente inferior a la edad crítica, los peces capturados exhibirían una fluctuación más amplia de edades y tallas, y el rendimiento sería considerablemente inferior a lo que sería bajo la segunda opción (pero seguiría siendo el máximo posible sin aumentar el esfuerzo).

Sin embargo, puede que sea imposible controlar eficazmente la edad de entrada. Si es así, la única manera de administrar la pesca es controlando el esfuerzo. Si la edad de entrada es superior a la edad crítica se puede permitir un esfuerzo ilimitado, pero si la edad de entrada es inferior a la edad crítica la limitación del esfuerzo podría aumentar el rendimiento.

Se necesitan las estimaciones confiables del crecimiento y mortalidad natural para calcular la talla y la edad crítica. Las estimaciones que ha obtenido el personal de la Comisión para el aleta amarilla, especialmente las de la mortalidad natural, no son tan confiables como se desearía, pero se estima que la talla crítica es aproximadamente de 111 cm (62 libras). La mayoría de los peces capturados por la pesca con carnada son considerablemente inferiores a la talla crítica. Cuando la mayor parte de la flota atunera fue reacondicionada de la pesca con carnada a la pesca con redes de cerco a fines de los años cincuenta y principios de los sesenta, el promedio de talla de los peces en la captura aumentó, siendo muchos de ellos aproximadamente iguales o mayores a la talla crítica. El promedio anual de captura del aleta amarilla ha sido considerablemente superior durante el período después del reacondicionamiento a cerqueros, que durante el período anterior. Como se indicó antes, la expansión mar afuera de la pesca a mediados y fines de los años sesenta fue un factor importante en el aumento de las capturas, pero también el incremento en el promedio de talla de los peces capturados puede, en parte, haber sido responsable por el aumento.

No se ha mencionado hasta ahora que se debe permitir por lo menos a algunos de los ejemplares de una generación de peces reproducirse al menos una vez antes de ser capturados. Si el desove ocurre mucho antes de que el pez alcance la talla crítica probablemente no hay peligro desde ese punto de vista, pero si el desove no sucede sino después de que el pez ha alcanzado la talla crítica, y el esfuerzo de pesca es alto, existe la posibilidad de que el número de reproductores se reduzca tanto que el reclutamiento en los años siguientes se vería también reducido. (Sin embargo, no se debe suponer que una modesta reducción de reproductores menguaría el reclutamiento en años siguientes, ya que no parece que este sea el caso en la mayoría de las especies de peces.) El modelo del rendimiento por recluta, como se describe aquí, no toma en cuenta la posibilidad de una reducción en el reclutamiento, pero éste es una parte integral de los modelos generales de producción.

Además, no se ha mencionado que el crecimiento de un pez individual puede ser más lento o que el índice de la mortalidad natural pueda ser mayor cuando un población de peces es densa que cuando no lo es. Por consiguiente, la pérdida debida a la captura de algunos peces de una talla inferior a la talla crítica puede al menos parcialmente compensar por el rápido crecimiento o la poca mortalidad natural del resto de los peces. Además, si los índices de crecimiento o mortalidad natural se encuentran afectados por la densidad de la población, la talla y edad crítica han de variar de acuerdo a la densidad de la población. Tampoco se considera esta complicación en el modelo del rendimiento por recluta, conforme se describe aquí, pero forma parte integral de los modelos generales de producción.

El objetivo administrativo que se lleva a cabo de acuerdo al análisis del modelo del rendimiento por recluta es obtener el rendimiento máximo por recluta. En la Figura 20 se presenta la relación estimada entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta. Las estimaciones del personal de la Comisión sobre el crecimiento, la mortalidad de pesca y la mortalidad natural del aleta amarilla han sido integradas para obtener los cálculos que forman la base de esta figura. Varias combinaciones del esfuerzo de pesca y de la talla de entrada dan varios rendimientos por recluta, que están indicados por medio de líneas curvas. El recuadro superior está basado en los índices de la mortalidad por pesca a edad específica, estimados según los datos frecuencia-talla obtenidos durante el período de 1968-1972 y un índice de mortalidad natural instantánea de 0.8; el recuadro del medio está basado en los índices de la mortalidad por pesca a edad específica estimados según los datos frecuencia-talla de 1973-1978 y el mismo índice de mortalidad natural instantánea; el recuadro inferior es igual al superior excepto que se substituye el índice de la mortalidad natural instantánea por 0.6. Se cree que la estimación más probable sea la de 0.8, pero se incluye la de 0.6 para determinar qué tanto más alta debe ser la edad de entrada si el índice de mortalidad natural es más bajo.

Los valores en la escala horizontal son múltiplos del esfuerzo de pesca durante los años de que se trata; es decir, 0.5, 1.0 y 2.0 en el recuadro superior representan los valores del esfuerzo, la mitad de, igual a y el doble de los valores actuales del esfuerzo de 1968 a 1972. En el extremo superior izquierdo de cada recuadro se presenta el peso aproximado de las capturas de cada grupo de edad correspondiente al multiplicador 0.1. En todos los tres recuadros el rendimiento por recluta aumenta con el incremento de los multiplicadores de esfuerzo de pesca hasta 1.0 sin miras a la talla de entrada. Con multiplicadores de más de 1.0 los rendimientos por recluta permanecen casi iguales con tallas menores de entrada, pero continúan aumentando con tallas mayores de entrada. Con excepción de los niveles de esfuerzo que son aproximadamente menos de la mitad del esfuerzo actual correspondiente, el rendimiento por recluta aumenta con el incremento de la talla de entrada. En el recuadro superior, por ejemplo, la talla óptima de entrada es de unas 15 libras con un multiplicador de 1.0 y de unas 30 libras con un multiplicador de 2.0. Los rendimientos por recluta, correspondientes son 5.8 y 6.7 libras, respectivamente. En el recuadro superior, con una cantidad infinita de esfuerzo, la talla óptima de entrada sería de 62 libras, la talla crítica, y el rendimiento por recluta sería 7.6 libras.

La descripción anterior incluye la suposición implícita de que la alteración de la edad de entrada no cambia el esfuerzo de pesca. Este sería el caso si la pesca maniobrara de la siguiente manera. Primero, cuando la edad de entrada fuera baja, las embarcaciones buscarían cardúmenes de peces, encontrando algunos conteniendo pequeños peces y otros con grandes peces, y pescarían ambos. Más tarde, cuando se aumentara la edad de entrada, los barcos buscarían en la misma forma de antes, pero solo pescarían cardúmenes de grandes peces. Por consiguiente, el esfuerzo dirigido hacia grandes peces sería igual en el segundo período que en el primero. Sin embargo, se cree que si por alguna razón se aumentara la edad de entrada del aleta amarilla, los pescadores buscarían menos en los estratos de zona y tiempo que tuvieran una preponderancia de pequeños peces y más en aquellos que incluyen una preponderancia de grandes peces, así que aumentaría el esfuerzo de pesca sobre grandes peces. En general, esto tendería a aumentar el rendimiento por recluta.

La captura total de aleta amarilla ha permanecido aproximadamente igual durante el período de 1973-1978, mientras que el esfuerzo se ha casi duplicado (Figura 17). La CPDNP se ha reducido casi a la mitad durante el mismo período. Así, que parece improbable que el PMCP pueda ser muy superior a unas 175 o 210 mil toneladas. Sin embargo, el incremento en el esfuerzo durante el período de 1973-1978 no ha reducido la captura, así que posiblemente la curva que expresa la relación entre la captura y el esfuerzo no desciende tan precipitadamente al lado de la sobrepesca como la curva en la Figura 17. Si no hubiera más datos que los empleados como

entrada en el modelo general de producción la mejor decisión, según el punto de vista biológico, sería establecer una cuota de captura de unas 160 a 165 mil toneladas. Si las estimaciones de los parámetros del modelo son correctas, ésto haría que la población aumentara en un año a un nivel capaz de producir el PMCP. Por otra parte, como se ha mantenido la captura a unas 190 o 200 mil toneladas desde 1973, el riesgo de perjudicar la población al continuar con cuotas de captura de unas 175 a 210 mil toneladas parece poco.

Sin embargo, los datos de la composición de talla son una fuente de preocupación si se ha de continuar pescando con suficiente esfuerzo para asegurar una captura igual a la de 1978. Los peces tropicales tienden a tener ciclos cortos de vida y un reclutamiento moderado cada año. Los peces de aguas templadas generalmente tienen ciclos más prolongados de vida y un reclutamiento mucho más variado. Puede que haya un reclutamiento muy bajo para estos últimos durante un número de años, seguido por uno o dos años de un reclutamiento muy alto y luego otro número de años con reclutamiento muy bajo. Así que una o dos generaciones pueden soportar la pesca casi por sí solas durante varios años. Siendo este el caso, las capturas pueden variar considerablemente de un año a otro. Este reclutamiento tan variable no sería posible para las especies tropicales con ciclos cortos de vida ya que se extinguirían si no hubiera virtualmente reclutamiento durante varios años.

El reclutamiento del aleta amarilla parece ser mucho más variable en los últimos años, siendo las generaciones Y74 y posiblemente Y78 y X78 fuertes y aparentemente las Y76, X76, Y77 y X77 débiles. Además, parece que la pesca depende cada vez más en peces de 1 año, ya que las capturas de peces de esta edad han sido inusualmente altas en 1973, 1974 y 1978. Esto causa alguna preocupación. Si continúa esta pauta las capturas pueden llegar a ser más variables, debido a que se depende solo en peces de una generación en un año determinado y probablemente se reduciría debido a la pesca de la mayoría de los peces de tallas considerablemente inferiores a la talla crítica. Además, si solo se encuentran generaciones débiles por varios años consecutivos, las capturas se reducirían tan drásticamente que se presentarían severas situaciones económicas que serían adversas para la mayoría de los pescadores y propietarios de embarcaciones.

Una manera en la que se podría reducir la dependencia de la pesca sobre peces de 1 año, sería protegiendo de la pesca aquellos peces que mantengan cierta talla hasta que hayan tenido la oportunidad de crecer. Esto se puede lograr (1) al fijar un límite mínimo de talla, (2) al prohibir la pesca en ciertos estratos de zona y tiempo en los que predominen peces pequeños o (3) al cambiar la fecha de apertura de la temporada de tal manera que la mayoría de las embarcaciones se encuentren bajo reglamentación en la época en que los peces pequeños sean más disponibles. Sin

embargo, existen obstáculos con respecto a estos procedimientos ya que los aleta amarilla pequeños y medianos se encuentran frecuentemente mezclados en los cardúmenes, y el barrilete se asocia comúnmente con cardúmenes de pequeños aleta amarilla. En el primer caso (el límite mínimo de talla) los pescadores tendrían, desafortunadamente, que escoger entre la captura de estos cardúmenes desechando grandes cantidades de pequeños aleta amarilla o dejando pasar cardúmenes y perdiendo grandes cantidades de barrilete y aleta amarilla medianos. En los dos últimos casos la selección sería de los que emiten los decretos; si las regulaciones fueran estrictas, grandes cantidades de barrilete y de aleta amarilla medianos podrían perderse, pero si las regulaciones fueran tolerantes se podrían capturar grandes cantidades de pequeños aleta amarilla. Sin embargo, existe la posibilidad que haya maneras de salvar mucho aleta amarilla pequeño, perdiendo relativamente pequeñas cantidades de barrilete y aleta amarilla medianos. El personal de la Comisión no está en posición actualmente de estimar el impacto de los varios esquemas orientados para salvar el aleta amarilla pequeño.

Otra manera en la que se puede reducir la dependencia de la pesca sobre los peces de 1 año sería reduciendo el esfuerzo de pesca en 1979, permitiendo por consiguiente que sobrevivan más peces de 1 año durante todo el año y que en 1980 se pueda disponer de ellos como peces de 2 años, y así sucesivamente. Esto haría que la estructura de la población volviera a la condición de los años sesenta y principios de los setenta, cuando los peces de 2, 3 y 4 años contribuyeron más al peso de la captura. El resultado inmediato sería una reducción en las capturas, pero ésta eventualmente aumentaría de nuevo.

El esquema administrativo que se ofrece para 1979 debe ser flexible. La estructura de la edad de los peces en la captura debe ser vigilada desde el principio de la temporada. Si los peces de 2 y 3 años son relativamente abundantes puede fijarse la cuota en 210 mil toneladas. Si los peces de 1 año son nuevamente predominantes se debe fijar una cuota considerablemente inferior a la anterior para tratar de invertir la tendencia de que la pesca dependa en peces de 1 año. Por lo tanto, se recomienda que la cuota se fije en 165 mil toneladas, estipulando que se aumente gradualmente hasta alcanzar 210 mil toneladas, según lo considere el Director de Investigaciones.

La pesca ha maniobrado en la zona fuera del ARCAA (Figura 16, Zona A3) desde 1968 (Tabla 8). Esencialmente no hay pesca allí durante el primer semestre del año, debido principalmente a que las condiciones meteorológicas son muy malas. Cuando el tiempo mejora en mayo-junio el ARCAA se encuentra generalmente cerrada a la pesca libre y varios de los barcos de gran porte de la flota internacional se desplazan a la zona fuera del ARCAA. Los experimentos de marcado han indicado que es poca la proporción de mezcla entre esta zona y la zona dentro del ARCAA, así

que, hasta ahora, los aleta amarilla de la zona fuera del ARCAA han sido considerados separadamente de los que habitan el ARCAA.

En 1969 la CPDP de los cerqueros de la clase 6 de arqueo fue superior a 20 toneladas, pero desde ese entonces la CPDP ha sido notablemente constante, entre 10 y 13 toneladas (Figura 21). En 1969, 1970 y 1971 el esfuerzo fue menos de 2.6 mil días, y las capturas inferiores a 30 mil toneladas. Durante el período de 1972-1976 el esfuerzo y las capturas fueron casi constantes, el primero entre 3.5 y 4.1 mil días y la última entre 41 y 51 mil toneladas. En 1977 y 1978 ha habido menos esfuerzo, y las capturas han sido entre 15 y 20 mil toneladas, pero la CPDP ha sido aproximadamente igual a la del período de 1970-1976. En el recuadro inferior de la Figura 21 es evidente que la captura en la zona fuera del ARCAA ha permanecido proporcional al esfuerzo. Si la forma logística del modelo general de producción expresa adecuadamente la relación entre la captura y el esfuerzo para la zona fuera del ARCAA, como se examinó anteriormente en la zona del ARCAA, entonces la pesca fuera del ARCAA parece que está maniobrando al lado de la curva de la subpesca. Así, que actualmente no parece que exista una razón biológica para colocar límites en la captura o en la intensidad de pesca fuera del ARCAA.

BARRILETE

Las capturas mundiales de barrilete exceden las de cualquier otra especie de atún y este también es el caso en el Océano Pacífico (Figura 22). La captura de barrilete (listado) en el Océano Pacífico occidental excede la del Océano Pacífico oriental. El promedio anual de captura estimado en el Océano Pacífico occidental durante 1965-1972 fue de 234 mil toneladas. En 1973-1976, un período en el que las maniobras de la pesca con carnada, especialmente de las embarcaciones japonesas, se extendió considerablemente, el promedio de captura anual estimado fue de 416 mil toneladas. Los valores correspondientes del Océano Pacífico oriental (al este de los 150°W) son 80 y 104 mil toneladas, respectivamente. En el Océano Pacífico occidental el barrilete es capturado en su mayoría por embarcaciones de carnada, pero en el Océano Pacífico oriental cerca del 80 al 95 por ciento de la captura es obtenida por embarcaciones con cerco. Solo pequeñas cantidades de barrilete son capturadas por palangreros. No se conoce muy bien la estructura de la población de barrilete del Océano Pacífico. Los estudios de la bioquímica de su sangre indican que existen por lo menos dos subpoblaciones de barrilete en el Océano Pacífico, la subpoblación del Pacífico occidental y la subpoblación o las subpoblaciones de la región central y oriental del Pacífico. La subpoblación del Pacífico occidental resulta del desove en el mar de las Filipinas y en menor grado del desove cerca a las islas Ryukyu y Bonin. Aparecen peces de talla capturable en los alrededores del Japón, las Islas Ryukyu, Taiwan, las Islas Bonin, las Islas Marianas, las Islas Carolinas occidentales, las Islas Filipinas, Papua Nueva

Guinea, Australia y Nueva Zelanda. Los límites entre la distribución de esta subpoblación y las subpoblaciones de la región central y oriental del Pacífico en el hemisferio septentrional parecen localizarse al oeste de la región entre el Japón y las Islas Bonin y Marianas y al este en los 165°E. El límite parece cambiar hacia el este en la primavera y hacia el occidente en el otoño. Se ha observado a la altura de la parte nordeste del Japón que los peces de la región central y oriental del Pacífico reemplazan, en septiembre, en unos pocos días los peces del Pacífico occidental, y lo contrario se ha observado a fines de mayo y principios de junio al este de las Islas Izu. Sin embargo, estudios más recientes indican la presencia de peces de la subpoblación del Pacífico occidental cerca a las Islas del Hawai. En la región ecuatorial parece que el límite aparece cerca a los 165°E entre la parte oriental de las Islas Carolinas y las Islas Marshall y Gilbert y no parece cambiar demasiado estacionalmente. Se tienen muy pocos datos del hemisferio meridional, pero se cree que el límite se presenta cerca a las Nuevas Hébridas y Nueva Zelanda en el verano meridional y más lejos hacia el oeste en el invierno. No existen datos para determinar hasta que punto penetra la subpoblación del Pacífico occidental en el Océano Indico, si es que ésto sucede.

Se obtienen capturas substanciales de barrilete de las subpoblaciones de la región central y oriental en la parte nordeste del Océano Pacífico cerca a Baja California, las Islas Revillagigedo y la Isla Clipperton, y en la parte sudeste del Océano Pacífico cerca a la América Central, al norte de Sudamérica, la Isla Cocos, el Banco de Brito y las Islas Galápagos. La zona de agua muy cálida a la altura del sur de México que separa las dos regiones se haya comúnmente desprovista de barrilete. En algunos años la distribución de barrilete había sido constante de norte a sur. En años normales el marcado ha indicado que existe muy poco mezcla entre los peces de las dos zonas. La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental se realiza más cerca al litoral que la del aleta amarilla. En el Océano Pacífico central se encuentra menos pesca de barrilete cerca a las islas hawaianas y la Polinesia francesa (las Islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad). Más lejos hacia el oeste, en la región de mezcla de las subpoblaciones, descrita anteriormente, existen mayores pescas de barrilete.

La captura de barrilete en el Océano Pacífico oriental varía considerablemente de un año a otro (Figura 23). Las capturas de las zonas nordestes y sudestes se encuentran moderadamente bien correlacionadas las unas con las otras, pero en algunos años, por ejemplo en 1970, la captura fue superior al promedio en una zona y en la otra inferior al promedio.

A fines de la década de los cincuenta se obtuvieron grandes capturas de barrilete al sur de los 5°S, y desde esa época hasta principios de los años setenta se obtuvieron grandes capturas de esta especie cerca a la costa, a la altura del Ecuador y al norte del Perú. Sin embargo, durante los últimos años el centro de abundancia del grupo meridional parece que haya cambiado a Colombia y la América Central.

Los estudios de la distribución de las larvas de peces han indicado que existe muy poco desove de barrilete al este de los 130°W. Además, los datos frecuencia-talla indican que la mayoría del barrilete capturado en el Pacífico oriental son adolescentes, que provienen probablemente del desove del Pacífico central o central-occidental. Llegan probablemente al Pacífico oriental cuando tienen de un año a año y medio de edad y regresan al Pacífico central o central-occidental cuando tienen de 2 a 2 años y medio de edad. La evidencia de éste último se debe al hecho de que 25 barriletes marcados en el Pacífico oriental han sido recuperados cerca a las islas hawaianas y las Line y otro ha sido recapturado entre las Islas Marshall y las Marianas.

Se conoce poco sobre el grado de heterogeneidad de las subpoblaciones en el Pacífico central y oriental. Todos los 26 peces que se desplazaron del Pacífico oriental al Pacífico central y occidental fueron liberados y recapturados en el hemisferio septentrional. Existen varias explicaciones posibles sobre esto. Primero, se han marcado menos peces en el Pacífico sudeste que en el Pacífico nordeste; segundo, el Pacífico sudeste se encuentra más alejado de las pescas del Pacífico central de lo que se encuentra el Pacífico nordeste; tercero, las pescas del Pacífico central que se encuentran más cerca a las del Pacífico sudeste (Polinesia francesa) son inferiores a las del Pacífico central que se encuentran más cercanas a las del Pacífico nordeste (islas hawaianas). Sería muy útil conocer más sobre el grado de heterogeneidad. Por ejemplo, se pregunta si los peces del Pacífico nordeste, del Pacífico sudeste y otras zonas provienen (1) de un grupo individual reproductor o (2) diferentes grupos reproductores. Si es el primer caso, entonces la porción del reclutamiento total que se desplaza a cada zona es probablemente determinada por las condiciones oceanográficas y la subpoblación podría suministrarse solamente como unidad individual. Si el caso es el último, la subpoblación podría administrarse separadamente.

Los modelos generales de producción han sido descritos antes en la sección del aleta amarilla. Se indicó que el modelo no se puede aplicar a no ser que los peces de los que se trata pertenezcan a una población diferente, es decir, debe existir relativamente poco intercambio entre los peces que habitan la zona considerada, en este caso el Océano Pacífico oriental, y los peces que habitan fuera de esta zona. Suponiendo que se puedan aplicar dichos modelos, si se ha de descubrir ese caso las perturbaciones causadas por las fluctuaciones en las condiciones ambientales no deben ser tan grandes como para ocultar las perturbaciones causadas por las fluctuaciones del esfuerzo de pesca, y se deben tener datos de captura, esfuerzo y de la CPUE en una amplia escala de niveles del esfuerzo de pesca, incluyendo preferiblemente niveles correspondientes al lado de la sobrepesca en la curva.

No se satisface la primera condición, ya que 26 barriletes marcados en el Océano Pacífico oriental han sido recapturados en el Pacífico central y

occidental. La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental se realiza relativamente cerca a la costa, y la mayoría del barrilete capturado en esta zona proviene aparentemente de los desoves ocurridos en el Pacífico central o en el central-occidental y estos desoves pueden tal vez surtir también las regiones de alta mar del Océano Pacífico oriental, central y partes del Océano Pacífico occidental. Así que al menos que haya grupos aislados de desove en el Pacífico central, es posible que la cantidad capturada en el Océano Pacífico oriental se determine más bien por las proporciones de peces nacidos en el Océano Pacífico central o en el Pacífico central-occidental que se desplazan al Pacífico oriental (especialmente cerca a la costa) que por la abundancia de los peces de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central. Esto indica que el mejor método sería estudiar todas las subpoblaciones del Pacífico oriental y central. Como se indicó anteriormente, las subpoblaciones del Pacífico oriental y central se extienden probablemente desde la costa de las Américas hasta el Océano Pacífico occidental, y en esa última región se pueden distinguir de los peces de la subpoblación del Pacífico occidental solo mediante los estudios bioquímicos de la sangre. Por consiguiente, habrá que realizar muestreos en la zona de mezcla durante todas las épocas del año para determinar las porciones de los peces de las diferentes subpoblaciones de esa región. Luego las estadísticas de captura y otros datos referentes a las subpoblaciones del Pacífico oriental y central se estudiarán como una unidad.

Por varios años se han llevado a cabo estudios, en modesta escala, para determinar las consecuencias que tienen las condiciones ambientales sobre la abundancia, disponibilidad y vulnerabilidad para capturar barrilete en el Océano Pacífico oriental. Uno de estos estudios se ha compendiado en una sección anterior de este informe y otros se han descrito en informes anuales anteriores de la Comisión. Los resultados no han sido del todo satisfactorios, pero puede que se logre resolver algunos de los problemas si la Comisión puede realizar estudios sobre todas las subpoblaciones del Pacífico central y oriental en lugar de solo la parte de éstas que habita el Océano Pacífico oriental durante un lapso de su vida. Se tienen datos útiles de captura, esfuerzo y de la CPUE de algunas partes de la región de distribución de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central, pero no de otras. Además, como se dijo anteriormente, existe el problema de separar las capturas de los peces de la subpoblación del Pacífico occidental de aquellos de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central.

A pesar de todas estas dificultades, se ha tratado de comparar el esfuerzo y la CPUE del barrilete en el Océano Pacífico oriental. El esfuerzo de pesca ha aumentado en los últimos años, debido al aumento en la capacidad de la flota. Sin embargo, esto aparentemente no ha agotado el recurso ya que algunas de las capturas totales más grandes se han obtenido durante los últimos años. La relación entre la CPUE de los cerqueros y el esfuerzo en el ARCAA, normalizado a unidades de la clase 3 de arqueo (embarca-

ciones de 101 a 200 toneladas de capacidad), se presenta en las Figuras 24 y 25. La primera figura incluye todas las zonas de 5 grados del ARCAA, mientras que la última incluye solamente las zonas seleccionadas de 5 grados en donde se han capturado cantidades importantes de barrilete. En ninguno de estos casos parece existir una relación significativa. Sin embargo, existe la posibilidad de que tal relación se encuentre velada por la naturaleza de la pesca. Por ejemplo, en diferentes años la disponibilidad del barrilete puede diferir, pero la cantidad de esfuerzo dirigido hacia esa especie puede ser proporcional a su disponibilidad, lo que da como resultado CPUE iguales en cada año. Puede que este sea el caso si en los años de alta disponibilidad se encontrara el barrilete en más zonas que en los años de poca disponibilidad, pero la densidad de los peces en las zonas fue igual durante todos los años. Actualmente los datos no ofrecen ninguna evidencia de que este fenómeno pueda cubrir la relación entre la abundancia del barrilete y el esfuerzo de pesca, pero se seguirá examinando esta cuestión como parte de los amplios estudios de la Comisión sobre el esfuerzo de pesca y la CPUE como índice de la abundancia.

La clase de datos que se utilizan en los modelos de la estructura de la edad, y la teoría sobre la que se basan estos modelos, se discuten anteriormente en la sección del aleta amarilla. La composición de talla obtenida de las muestras de barrilete en el ARCAA desde 1967 hasta 1978 se presenta en la Figura 26. Las diferencias entre los años son aparentes. La incidencia de peces de más de 55 cm (unas 7.8 libras) fue superior en 1971-1973, e inferior en 1978. En este último año hubo frecuentes comentarios sobre la alta incidencia de barriletes pequeños. Sin embargo, puede verse según la figura que la situación podría describirse mejor como escasez en grandes peces con relación a peces medianos, que una superabundancia de peces pequeños con relación a peces medianos.

El estudio del rendimiento por recluta relativo al modelado de la estructura de la edad ha sido discutido antes para el aleta amarilla. La situación del barrilete es algo diferente, ya que la pérdida natural del aleta amarilla consiste solo en la mortalidad natural, mientras que para el barrilete consiste tanto en la mortalidad natural como en el desplazamiento al Pacífico occidental y central. Se calcula que el índice anual combinado de la mortalidad natural y el desplazamiento del barrilete según los datos frecuencia-talla y del marcado es aproximadamente 88 por ciento anualmente, en comparación al 55 por ciento debido a la mortalidad natural del aleta amarilla.

El índice de crecimiento del barrilete ha sido también estimado según los estudios de los datos frecuencia-talla y por las devoluciones de marcas. Es mucho más difícil seguir la progresión modal de los grupos para el barrilete que para el aleta amarilla ya que la longitud modal del primero varía erráticamente de un mes a otro. El reclutamiento del Pacífico central y el desplazamiento en dirección opuesta es evidentemente la mayor

causa de ésto, pero parece además que la vulnerabilidad de los grupos de peces de diferentes tallas varía considerablemente de un mes a otro en el Océano Pacífico oriental. Los datos del mercado son también útiles en este respecto, pero la mayoría de las recapturas son de peces que han estado en libertad solo durante un corto tiempo, y por lo tanto son de valor limitado. Las pocas recapturas de largo plazo que se han recibido han sido casi todas de peces recapturados en el Océano Pacífico central, y la razón por la cual hay tan pocas es que la intensidad de pesca es baja en esa zona. Así que las estimaciones que se tienen sobre el crecimiento del barrilete no son tan buenas como las del aleta amarilla ni como se desearían.

En la Figura 27 se presenta la relación estimada entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta. Se han integrado los cálculos del personal de la Comisión sobre el crecimiento del barrilete, la mortalidad natural más el desplazamiento y la mortalidad por pesca para obtener los cálculos que forman la base de esa figura. El recuadro superior está basado sobre la estimación de los índices de la mortalidad por pesca a edad específica según los datos frecuencia-talla obtenidos desde 1967 y 1969, el recuadro del medio sobre los índices estimados de los datos obtenidos desde 1971 a 1973 y el recuadro inferior sobre los índices estimados de los datos obtenidos desde 1975 a 1977. Los valores en la escala horizontal son los múltiplos del esfuerzo de pesca durante los años mencionados, es decir, 0.5, 1.0 y 2.0, y representan en el recuadro superior los valores del esfuerzo, la mitad de, igual a y las veces de los valores actuales del esfuerzo de 1967 a 1969. Varias combinaciones del esfuerzo de pesca y de la talla de entrada producen varios rendimientos por recluta que se indican mediante líneas curvas. Por ejemplo, si la talla de entrada se fija a 40 cm (unas 2.7 libras) el rendimiento por recluta con un multiplicador de 1 es entre 1.00 y 1.10 libras en el primer recuadro y entre 0.75 y 1.00 en el segundo y tercer recuadro. En general, los rendimientos son más altos con una talla de entrada de 35 cm (cerca de 1.7 libras) y un esfuerzo de pesca considerablemente más alto de lo que ha sido el caso hasta ahora en el Océano Pacífico oriental. Esto se debe a que las pérdidas en el peso total de una generación de peces por mortalidad natural y desplazamiento excede las ganancias debidas al crecimiento, aún cuando los peces tengan solo 35 cm de longitud y si se supone que crecen rápidamente.

Ni los modelos generales de producción ni los de la estructura de la edad aplicados hasta ahora indican que haya necesidad de reglamentar el barrilete. Los últimos modelos indicaron que el rendimiento máximo por recluta de barriletes adolescentes en el Océano Pacífico oriental puede obtenerse al pescar tanto como sea posible individuos de más de 35 cm. Esto concebiblemente puede reducir el reclutamiento en los próximos años, pero los datos del esfuerzo y la CPUE no han demostrado que ésto sea así.

Como se indicó anteriormente, la administración debe dirigirse hacia

todos los segmentos de una población individual, en lugar de una parte de la población, una mezcla de varias poblaciones o una mezcla de segmentos de varias poblaciones. Por consiguiente, es de suma importancia definir las poblaciones o subpoblaciones de barrilete en el Océano Pacífico, lo cuál no se ha hecho todavía satisfactoriamente. La Comisión del Atún ha incrementado recientemente el mercado de barrilete en el Océano Pacífico oriental e iniciado experimentos de mercado en la Polinesia francesa. Varias otras organizaciones, especialmente la Comisión del Pacífico Sur, ha marcado en los últimos años gran cantidad de barrilete en el Océano Pacífico occidental. Además, se están recolectando en el Pacífico occidental muestras sanguíneas para la identificación de las subpoblaciones. Asimismo, varias organizaciones, especialmente la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas, está esforzándose en obtener mejores datos de captura y esfuerzo para el barrilete del Pacífico occidental. Cuando estos estudios se encuentren más adelantados será posible determinar mejor, con respecto a la pesca, la condición de las subpoblaciones de barrilete en el Océano Pacífico.

APPENDIX I — APENDICE I**STAFF* — PERSONAL***

James Joseph, Ph.D. (Washington) <i>Director of Investigations</i>	— <i>Director de Investigaciones</i>
Clifford L. Peterson, B.S. (Washington) <i>Assistant Director</i>	— <i>Subdirector</i>

SCIENTIFIC — CIENTIFICO**Senior Scientists — Científicos principales**

Robin L. Allen, Ph.D. (British Columbia) <i>Population Dynamics</i>	— <i>Dinámica de poblaciones</i>
William H. Bayliff, Ph.D. (Washington) <i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
John R. Calaprice, Ph.D. (California) <i>Biology</i> (From July 24	— <i>Biología</i> Desde el 24 de julio)
Joseph W. Greenough, M.S. (Washington) <i>Fisberies management</i> (From October 1	— <i>Administración pesquera</i> Desde el 1 de octubre)
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto) <i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Forrest R. Miller, M.A. (California) <i>Meteorology</i>	— <i>Meteorología</i>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State) <i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Gary D. Sharp, Ph.D. (California) <i>Biology</i> (To June 15	— <i>Biología</i> Hasta el 15 de junio)
Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt) <i>Biology: population dynamics</i>	— <i>Biología: dinámica de poblaciones</i>
Alexander Wild, Ph.D. (British Columbia) <i>Biology</i>	— <i>Biología</i>

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

*Todo el personal de La Jolla, a no ser que indique lo contrario.

Associate Scientists — Científicos asociados

- Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
- Jon S. Cole, B.S. (Washington)
Biology —*Biología*
- Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
(San Pedro, California)
- Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)
Biology —*Biología*
- Mark D. Goldsmith, M.A. (California)
Mathematics —*Matemáticas*
(From December 1 Desde de 1 de diciembre)
- Robert G. Kirkham, M.S. (San Diego State)
Remote sensing technology —*Tecnología de captadores remotos*
- Jeffrey L. Laake, M.S. (Utah State)
Population dynamics —*Dinámica de poblaciones*
(From December 5 Desde el 5 de diciembre)
- Richard G. Punsly, M.S. (Washington)
Population dynamics —*Dinámica de poblaciones*
(From December 8 Desde el 8 de diciembre)

Assistant Scientists — Científicos auxiliares

- David A. Bratten, B.S. (San Diego State)
Biology —*Biología*
(From December 6 Desde el 6 de diciembre)
- Edward H. Everett, B.S. (San Jose State)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
(From June 1 Desde el 1 de junio)
(Ecuador)
- Terry J. Foreman, B.S. (San Diego State)
Biology —*Biología*
- Arturo F. Muhlia M., B.S. (Univ. Autónoma, México)
Biology: computer programmer —*Biología: programador computadora*
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Biology —*Biología*
- Peter C. Wussow, B.S. (Humboldt State)
Biology —*Biología*
(From October 1 Desde el 1 de octubre)

TECHNICAL — TECNICO

- Javier Barandiarán, B.A.C. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
- Julio Carranza
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Peru)
- Nannette Y. Clark
Statistical technician —Técnica en estadísticas
- Mike E. Freese
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (To June 7 —Hasta el 7 de junio)
 (San Pedro, California)
- Rafael A. Gaudier, B.B.A. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Puerto Rico)
- Juan A. Gracia, M.A. (Inter-Amer. Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Puerto Rico)
- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Ensenada, Mexico)
- Mark D. Heinrich, B.A. (California)
Laboratory technician (oceanography)
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)
 (To June 16 Hasta el 16 de junio)
- C. Anibal Orbes A.
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Ecuador)
- Sueichi Oshita
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (San Pedro, California)

Raymond C. Rainey

Waterfront contact: laboratory technician

—*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*

Oliver Seth, B.S. (Lewis and Clark)

Waterfront contact: laboratory technician

—*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*
(Panamá)

Vaughn M. Silva

Waterfront contact: laboratory technician

—*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*

Robert W. Wagner

Laboratory technician (oceanography)

—*Técnico de laboratorio (oceanografía)*

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

Magdalena Barandiarán

Bilingual secretary

(From December 1

—*Secretaria bilingüe*

Desde el 1 de diciembre)

Georgia K. Cason

Switchboard operator

—*Telefonista*

Lucy Dupart

Bilingual secretary

—*Secretaria bilingüe*

Regina A. Newman

Bilingual secretary to Director

—*Secretaria bilingüe del Director*

Angel L. Sion

Bookkeeper and administrative assistant

—*Contador y asistente administrativo*

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

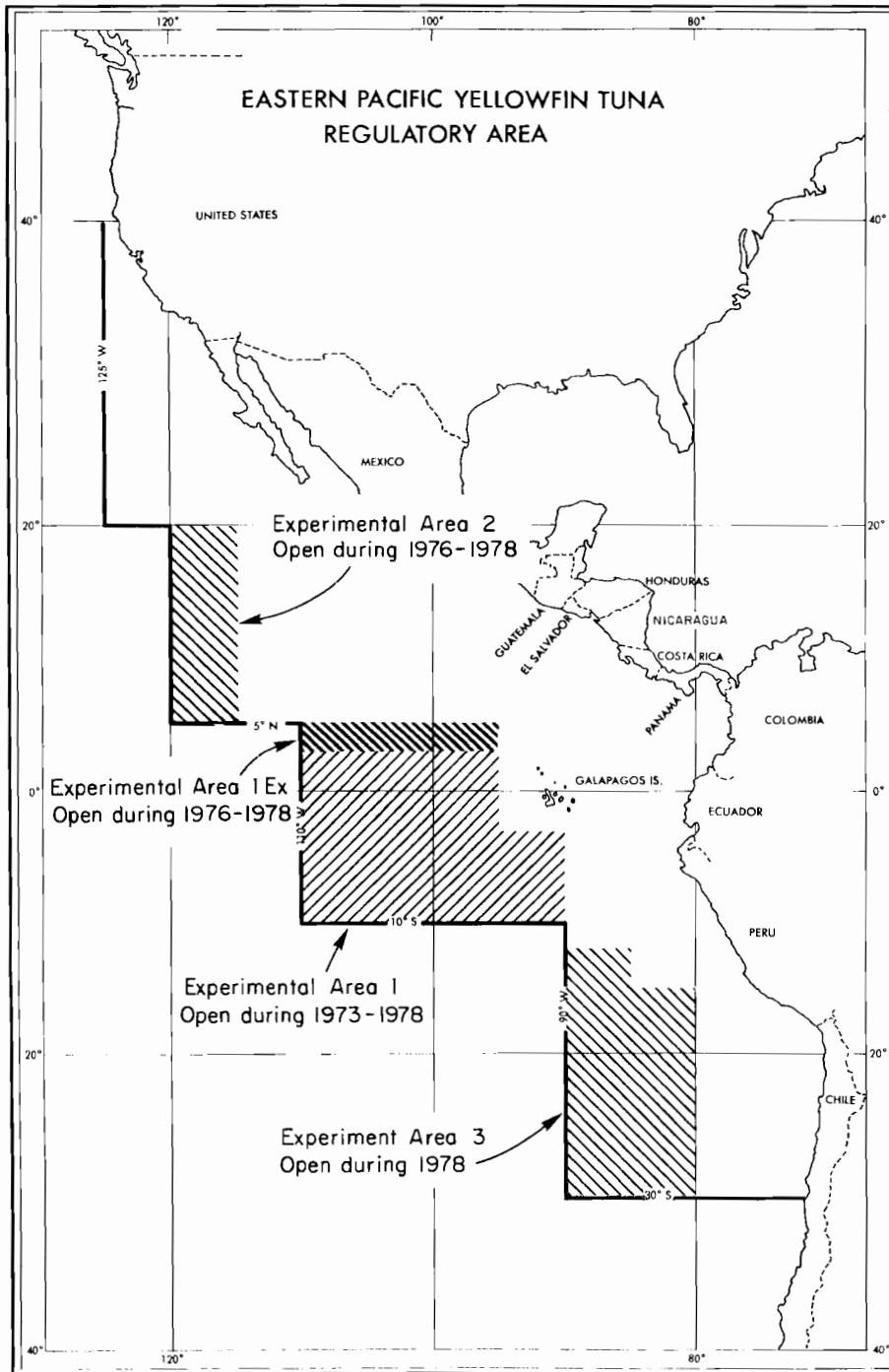


FIGURE 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

FIGURA 1. Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA).

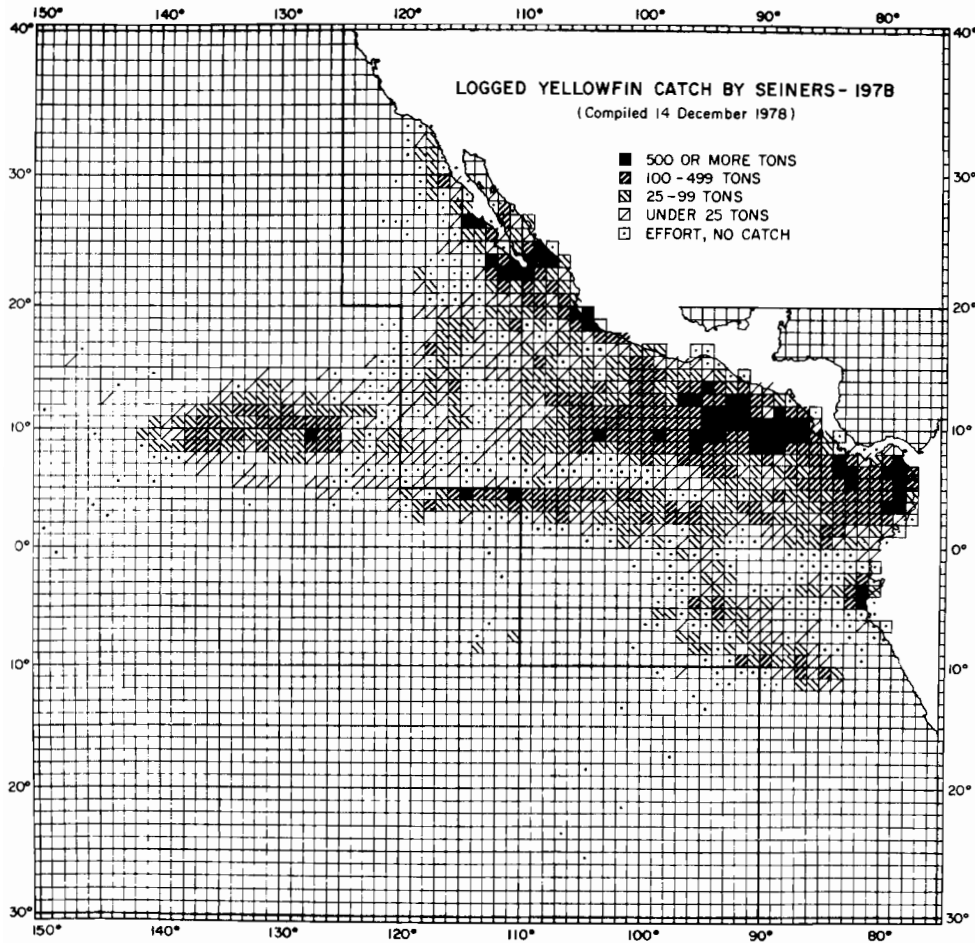


FIGURE 2. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1978 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.

FIGURA 2. Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1978, por zonas de 1 grado correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.

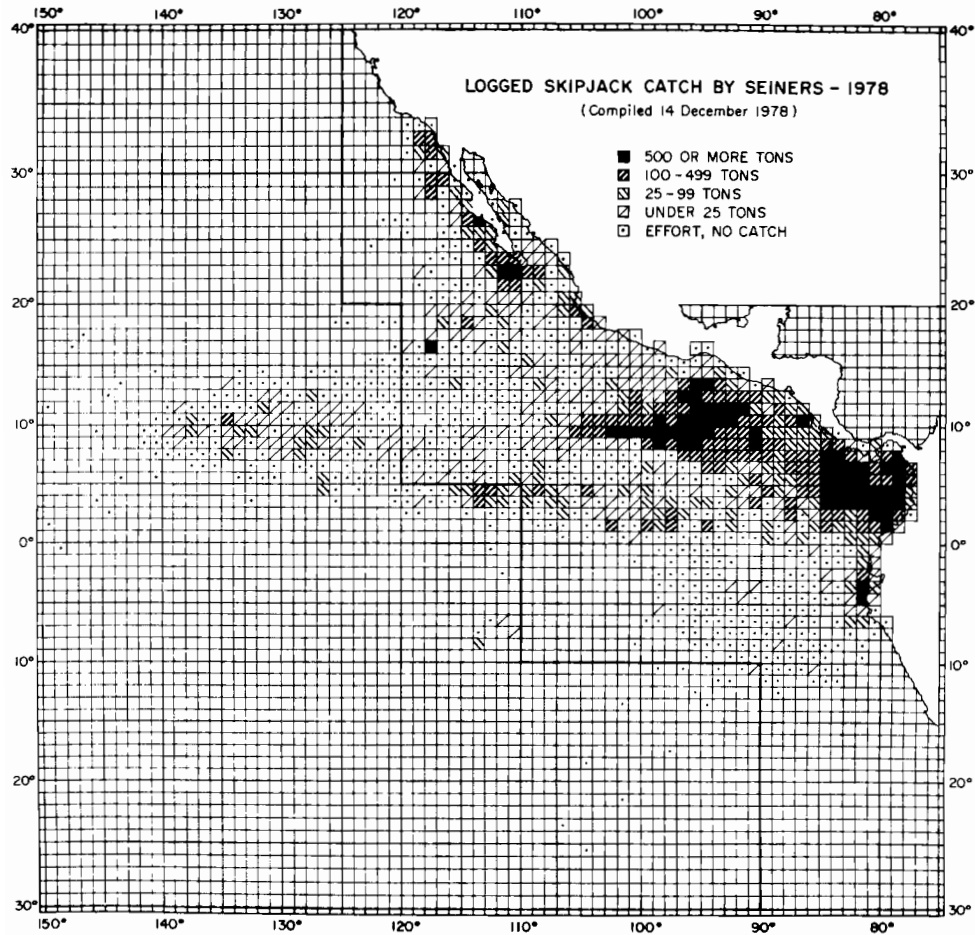


FIGURE 3. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1978 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.

FIGURA 3. Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1978, por zonas de 1 grado, correspondientes a todas los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.

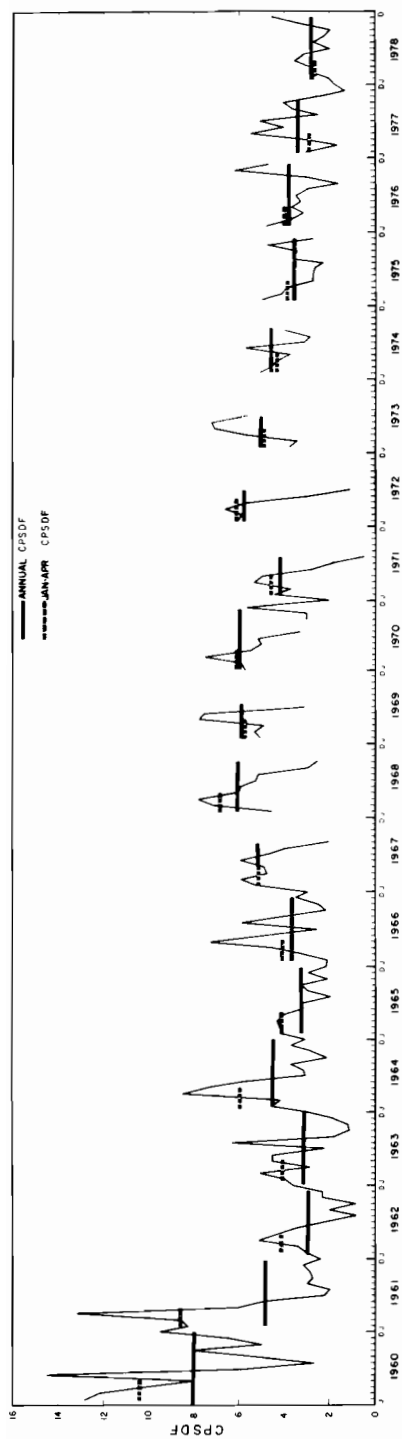


FIGURE 4. Catch per standard day's fishing for yellowfin in Class-3 purse-seine units in the CYRA during 1960-1978. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1978 are preliminary.

FIGURA 4. Captura por día normal de pesca de aleta amarilla, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1978. Solo se usaron los datos de viajes sin reglamentar. Los valores de 1978 son preliminares.

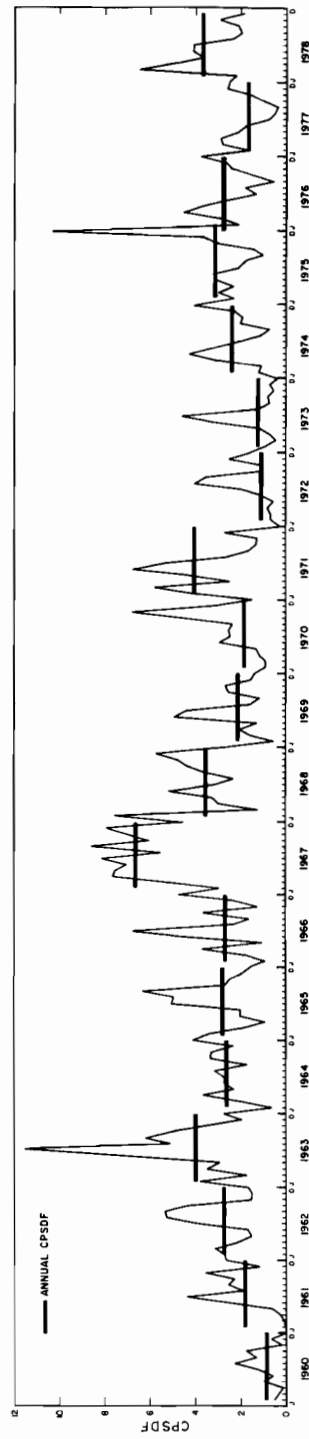


FIGURE 5. Catch per standard day's fishing for skipjack, in the CYRA during 1960-1978. The values for 1978 are preliminary.

FIGURA 5. Captura por día normal de pesca de barrilete, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1978. Los valores de 1978 son preliminares.

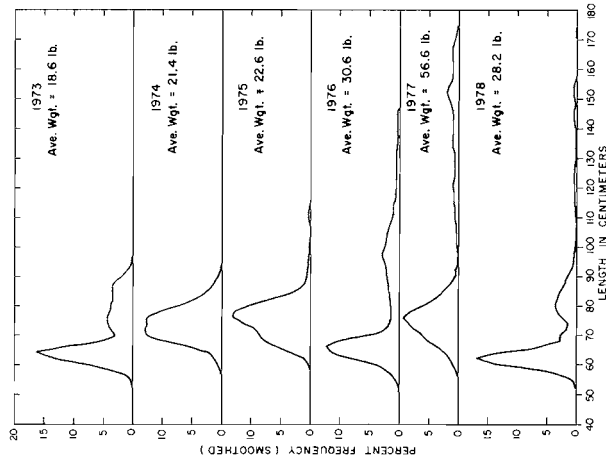


FIGURE 7. Length-frequency distributions of bluefin tuna sampled in the CYRA, 1973-1978.

FIGURA 7. Distribución frecuencia-talla del atún aleta azul muestreado en el ARCAA, 1973-1978.

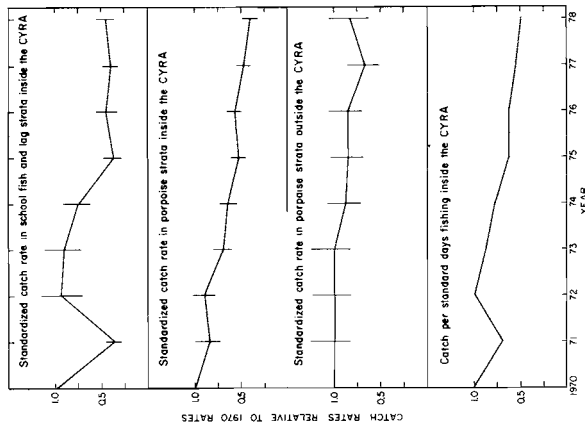


FIGURE 6. Standardized catch rates from the linear model and the catch per standard days fishing, all relative to 1979. (Vertical bars are the approximate 95% confidence intervals.)

FIGURA 6. Indices normalizados de captura según el modelo lineal y la captura por día normal de pesca, todos referentes a 1970. (Las barras verticales son los intervalos de confianza aproximados del 95%).

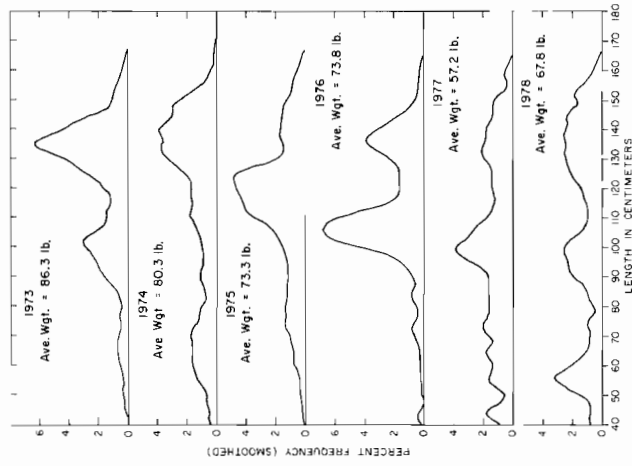


FIGURE 9. Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150°W, 1973-1978.
FIGURA 9. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado entre el límite del ARCAA y los 150°W, 1973-1978.

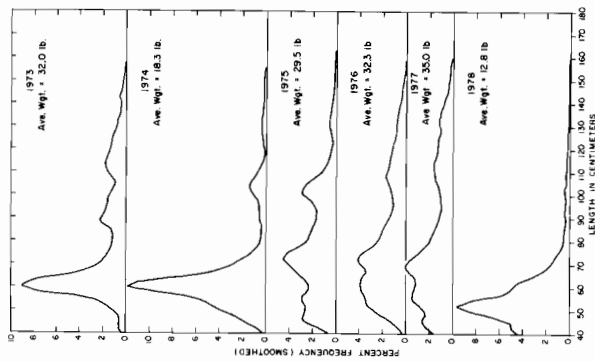


FIGURE 8. Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA, 1973-1978.
FIGURA 8. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA, 1973-1978.

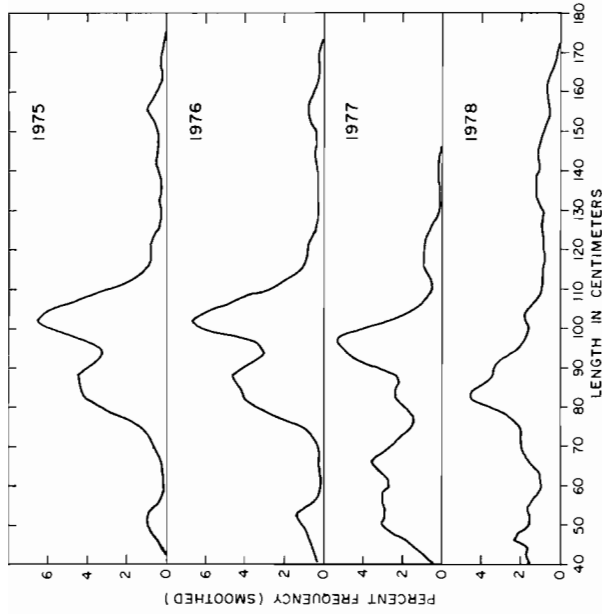


FIGURE 11. Length-frequency distributions of bigeye sampled in the CYRA, 1975-1978.

FIGURA 11. Distribución frecuencia-talla del patudo muestreado en el ARCAA, 1975-1978.

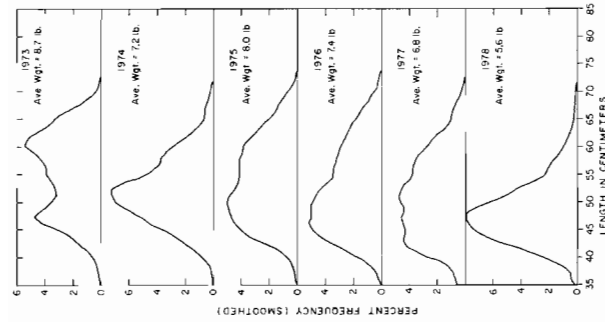


FIGURE 10. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1973-1978.

FIGURA 10. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, 1973-1978.

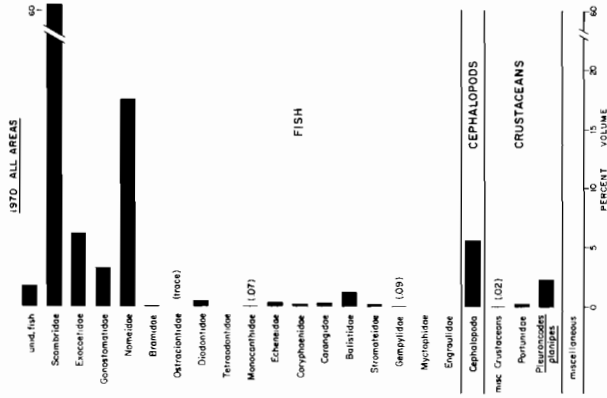


FIGURE 13. Twenty-three categories of food organisms of yellowfin caught during 1970 in all offshore areas sampled, and their relative importance in terms of percent volume.

FIGURA 13. Veintitres categorías de organismos alimenticios de atunes aleta amarilla capturados durante 1970, en todas las zonas de altura muestreadas y su importancia relativa en términos de porcentaje por volumen.

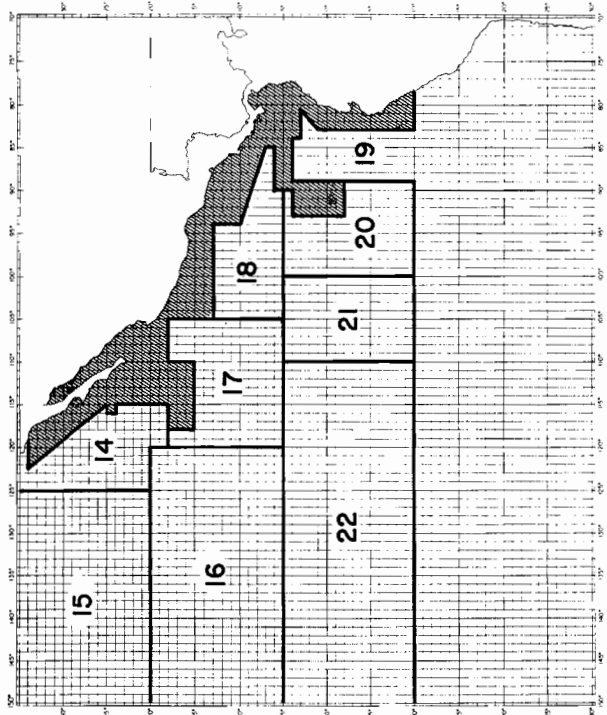


FIGURE 12. Stomach sampling areas for yellowfin caught in offshore waters. The hatched region along the coast of the Americas corresponds to 13 sampling areas of a previous Commission study of feeding habits of inshore-caught yellowfin.

FIGURA 12. Zonas de muestreo de los estómagos de atunes aleta amarilla capturados en aguas de altura. La región sombreada a lo largo de la costa de las Américas pertenece a 13 zonas de muestreo de un estudio anterior de la Comisión sobre los hábitos alimenticios del aleta amarilla capturado en las zonas de bajura.

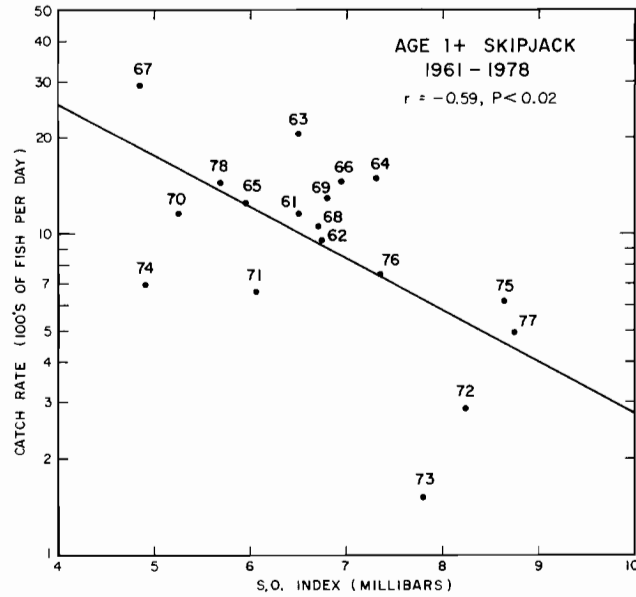


FIGURE 14. Plots of catch rate of age 1+ skipjack captured by seiners east of 150°W based on logged effort in 22 selected 5-degree areas standardized to Class-3 vessels versus the Southern Oscillation index. Value for 1978 is preliminary.

FIGURA 14. Diagramas del índice de captura de barriletes de 1+ años, capturados por cerqueros al este de los 150°W, basada en el esfuerzo registrado de 22 zonas seleccionadas de 5 grados, normalizado a la clase 3 de arque versus el índice de la Oscilación Austral. Los valores de 1978 son preliminares.

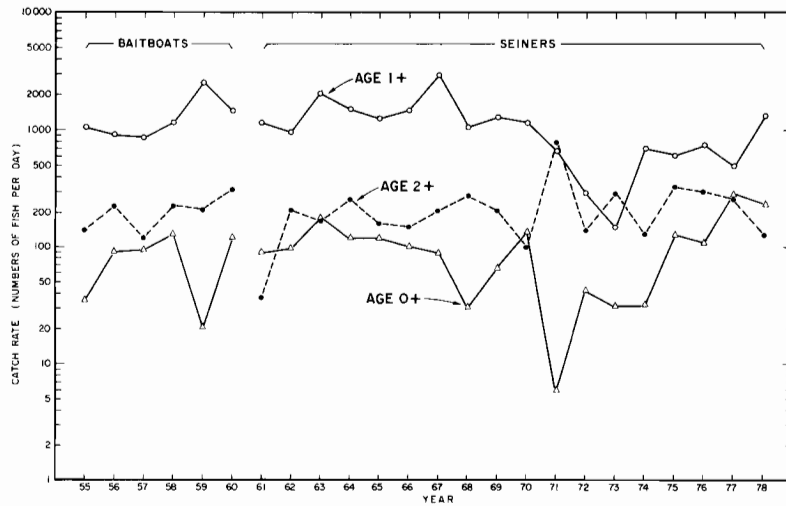


FIGURE 15. Catch rates for three ages of skipjack captured by bait boats (1955-1960) and seiners (1961-1978) east of 150°W based on logged effort in 22 selected 5-degree areas (in numbers of fish per day with effort standardized to Class-4 bait boats, and Class-3 seiners). Values for 1978 are preliminary.

FIGURA 15. Índices de captura correspondiente a tres edades del barrilete capturado por embarcaciones de carnada (1955-1960) y cerqueras (1961-1978) al este de los 150°W, basada en el esfuerzo registrado en 22 zonas seleccionadas de 5 grados (en cantidades de peces por día, normalizando el esfuerzo a la clase 4 de arque de las embarcaciones de carnada y a la clase 3 de los cerqueros). Los valores de 1978 son preliminares.

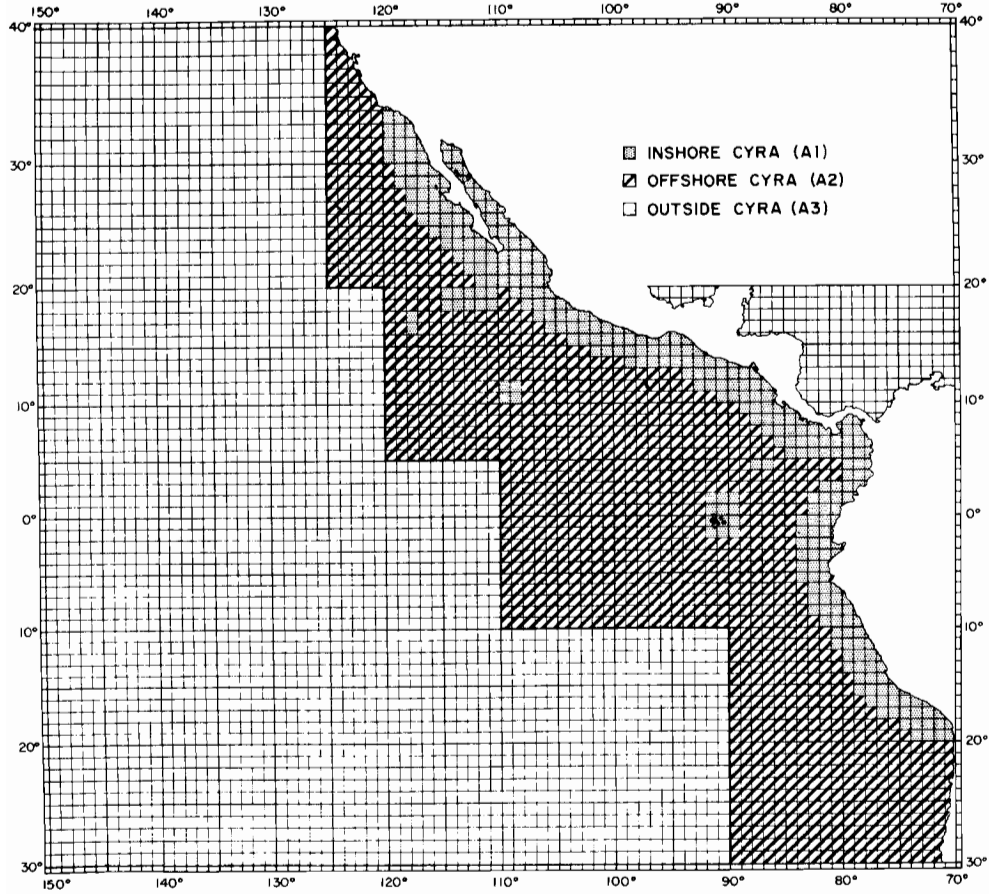


FIGURE 16. The eastern Pacific Ocean, showing the historical area of the fishery for yellowfin, A1, the more recently fished area within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), A2, and the area outside the CYRA, A3.

FIGURA 16. El Océano Pacífico oriental, en el que se indica la zona histórica de pesca A1 de atún aleta amarilla, la zona más reciente de pesca en el Área Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA) denominada A2 y la zona exterior del ARCAA, referida como zona A3.

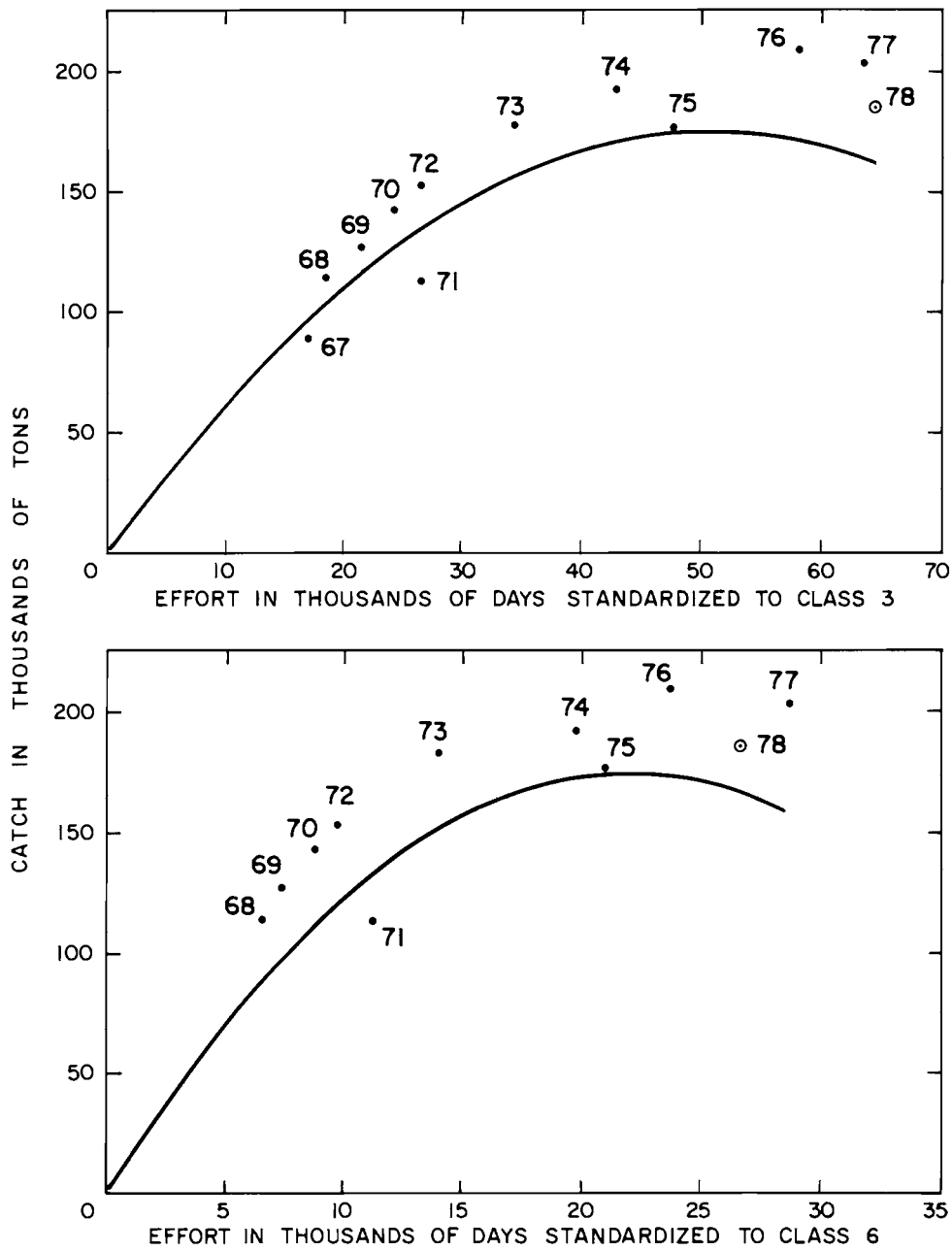


FIGURE 17. Relationship between effort and catch for the yellowfin fishery inside the CYRA, 1967-1978 (upper panel) and 1968-1978 (lower panel).

FIGURA 17. Relación entre el esfuerzo y la captura en la pesca del aleta amarilla en el ARCAA, 1967-1978 (recuadro superior) y 1968-1978 (recuadro inferior).

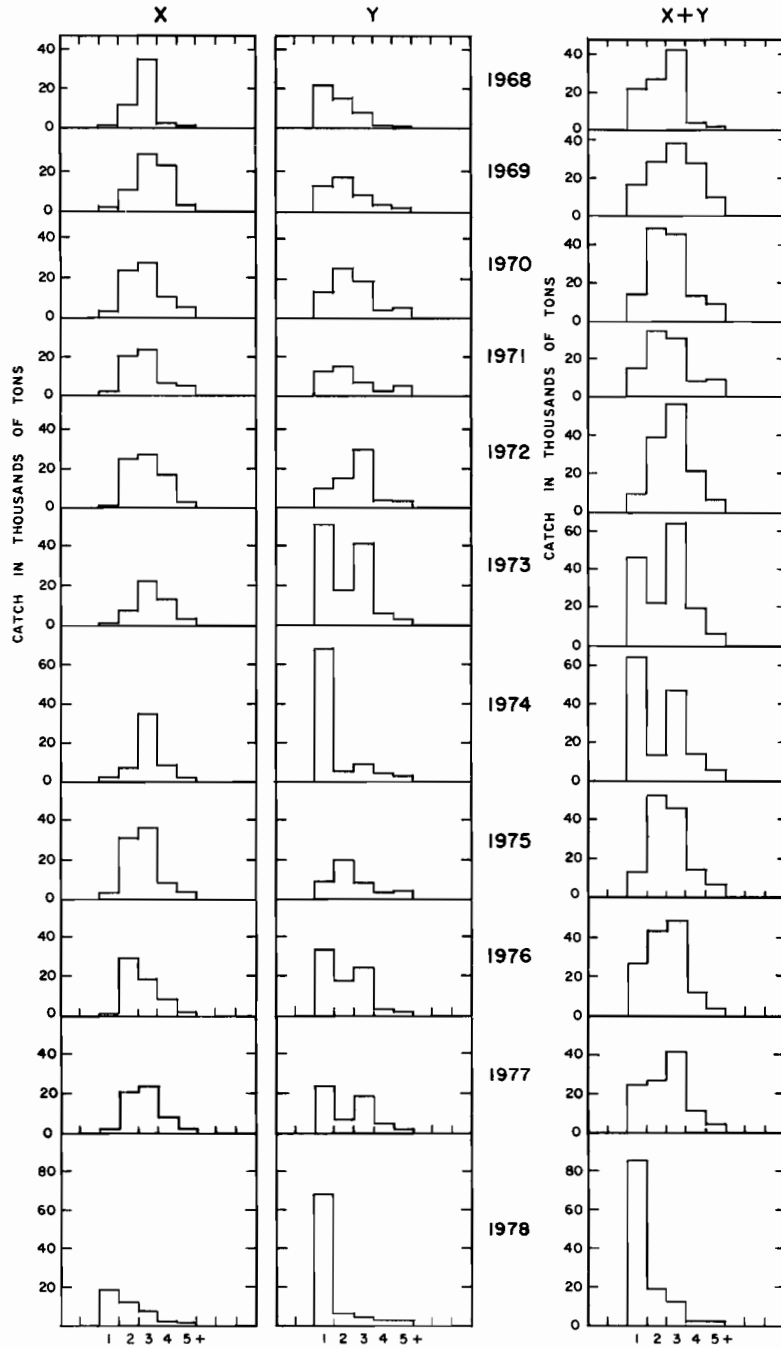


FIGURE 18. Estimated weights of yellowfin of ages 1 through 5+ in the first- and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1978, by X and Y groups.

FIGURA 18. Peso estimado del aleta amarilla de 1 año hasta 5+ años, en las capturas cerqueras de los dos primeros trimestres de 1968 a 1978, por grupos X e Y.

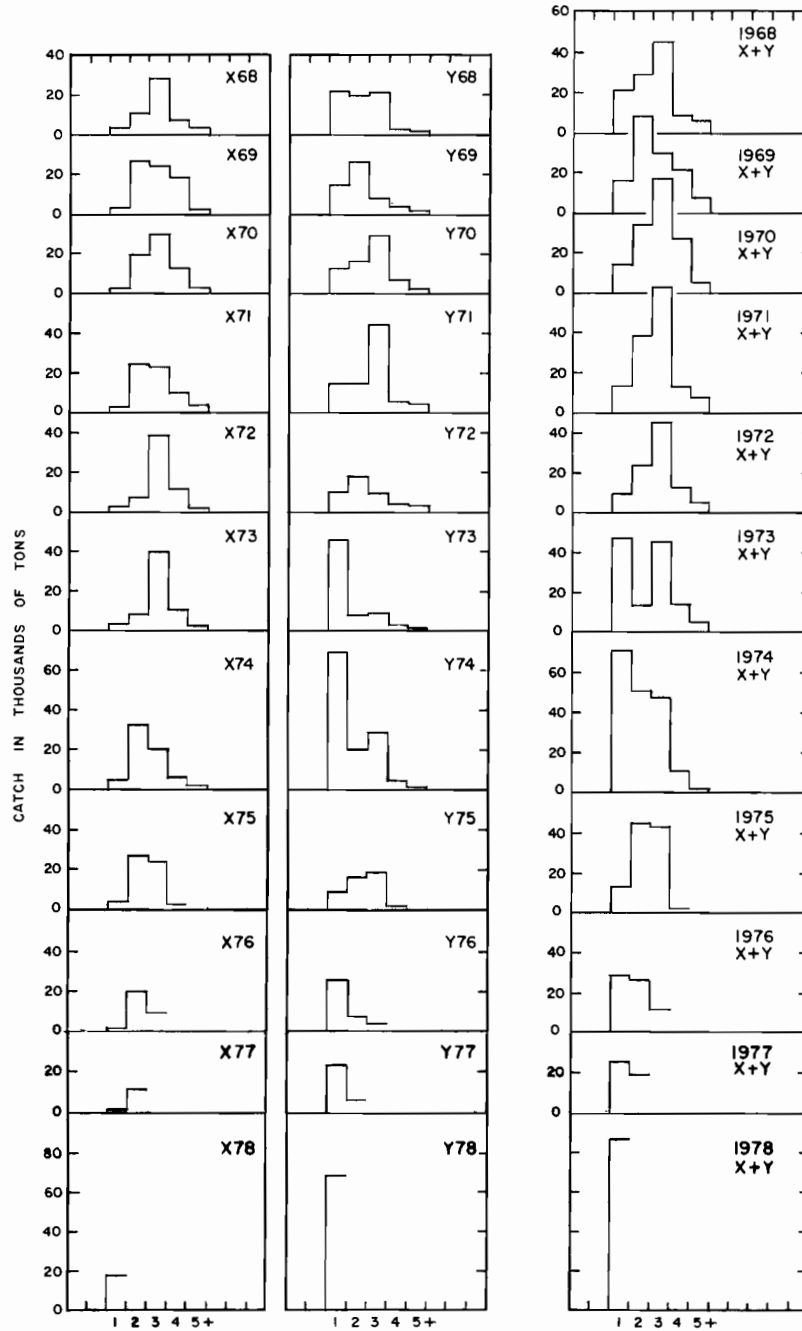


FIGURE 19. Estimated weights of yellowfin of the 1968 through 1978 cohorts at ages 1 through 5+ in the 1968 through 1978 catches, by X and Y groups.

FIGURA 19. Peso estimado del aleta amarilla de las generaciones de 1968 a 1978, de 1 año hasta 5+ años, en las capturas de 1968-1978, por grupos X e Y.

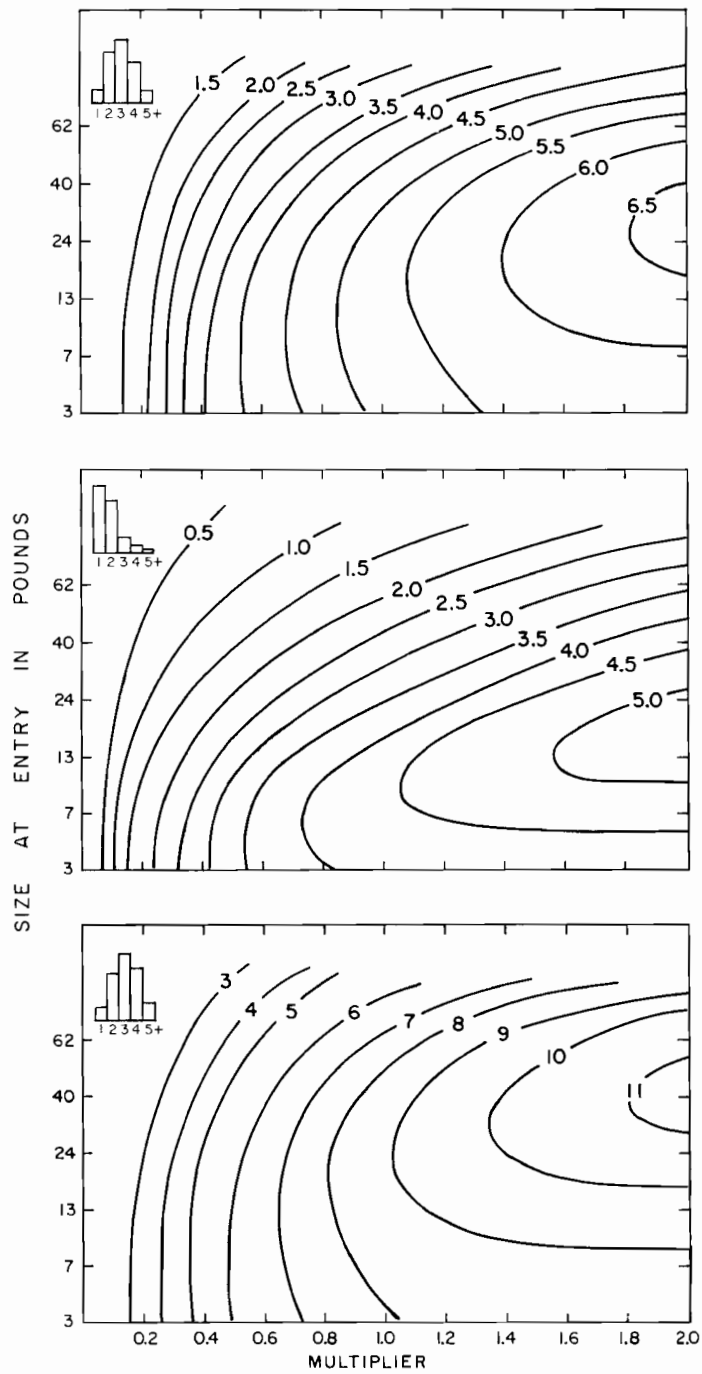


FIGURE 20. Relationship among size at entry, fishing effort, and yield per recruit for yellowfin.

FIGURA 20. Relación entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento de aleta amarilla por recluta.

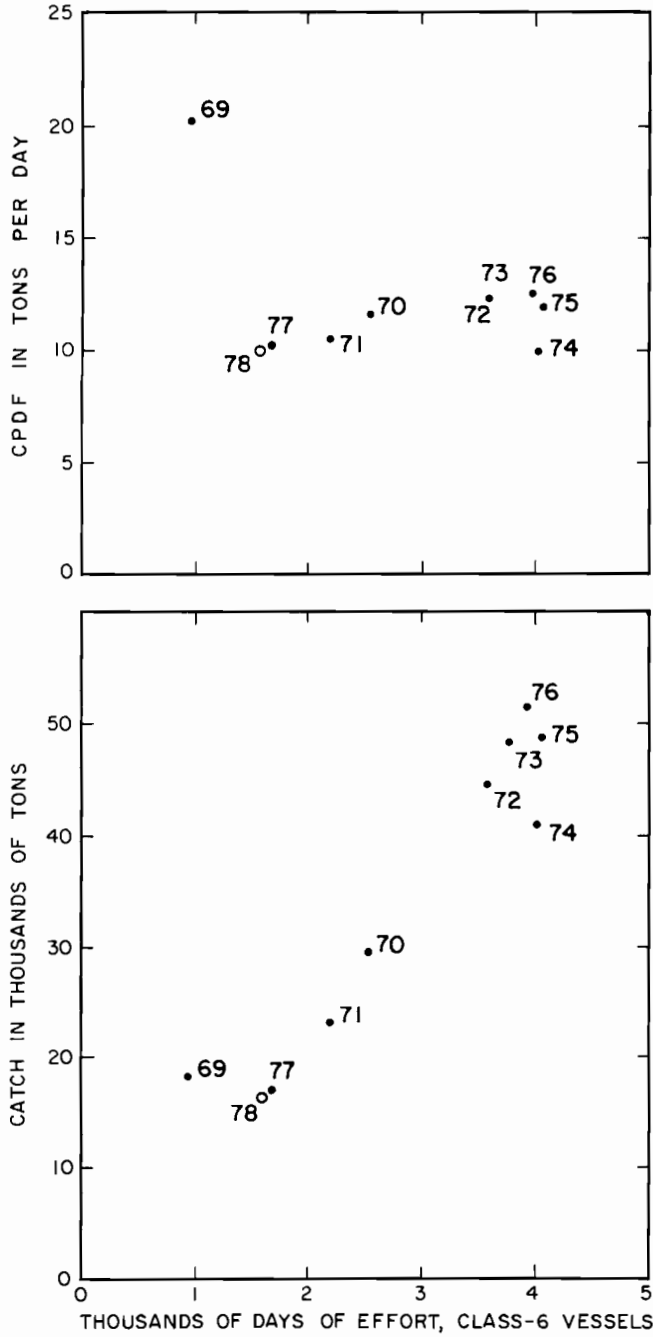


FIGURE 21. Relationships between CPDF and effort (upper panel) and between catch and effort (lower panel) for yellowfin in the area outside the CYRA, 1969-1978.
FIGURA 21. Relación entre la CPDF y el esfuerzo (recuadro superior) y entre la captura y el esfuerzo (recuadro inferior) del aleta amarilla en la zona fuera del ARCAA, 1969-1978.

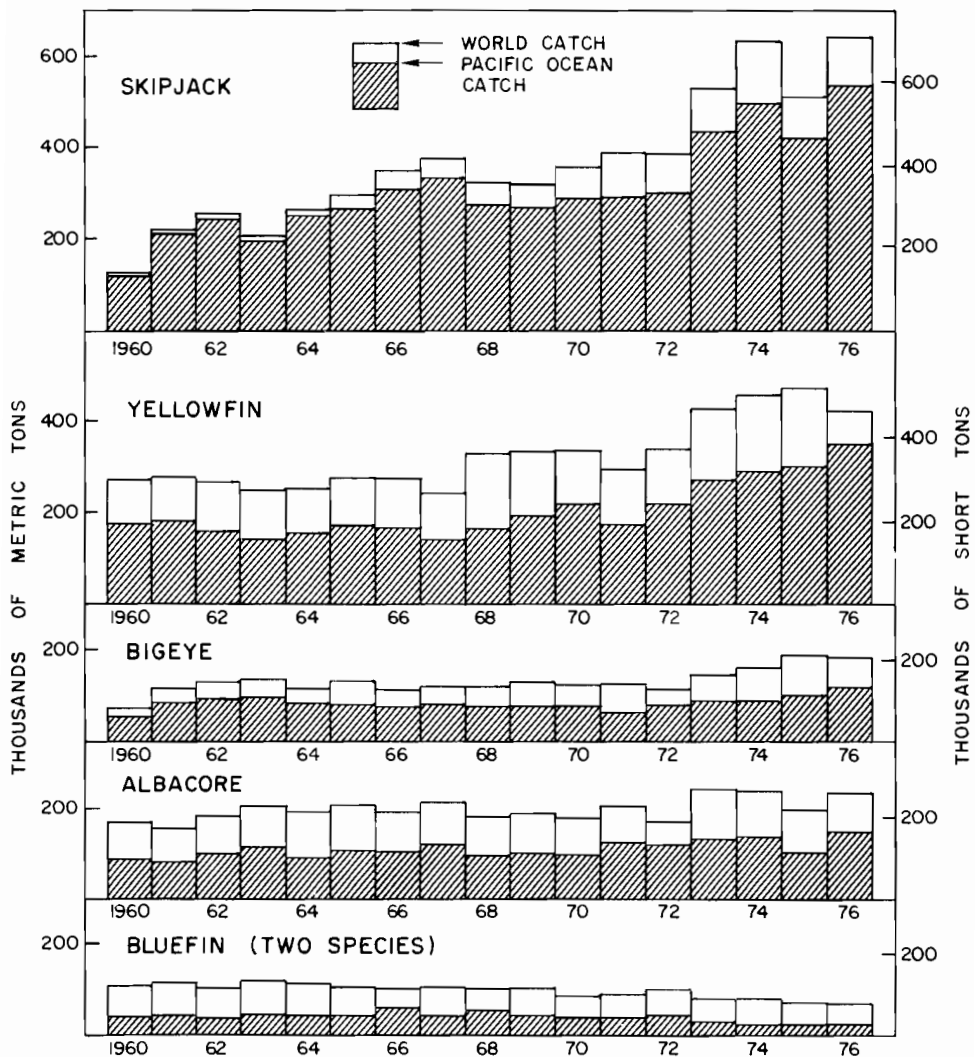


FIGURE 22. World catches and Pacific Ocean catches of the principal species of tuna, 1960-1976.

FIGURA 22. Capturas mundiales y capturas del Océano Pacífico de las principales especies de atún, 1960-1976.

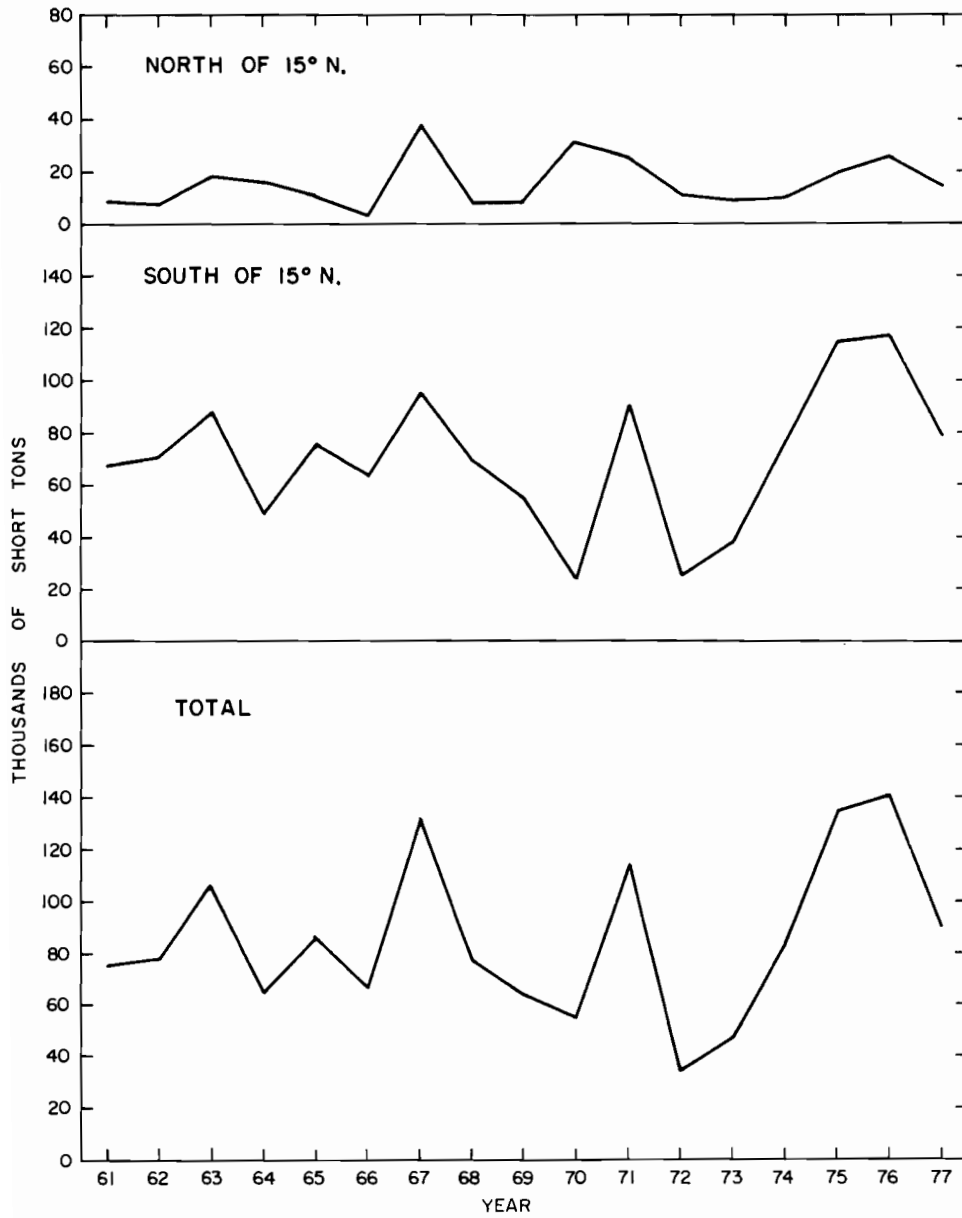


FIGURE 23. Estimated CYRA catches of skipjack north and south of 15°N, 1961-1977.

FIGURA 23. Capturas estimadas de barrilete en el ARCAA al norte y sur de los 15°N, 1961-1977.

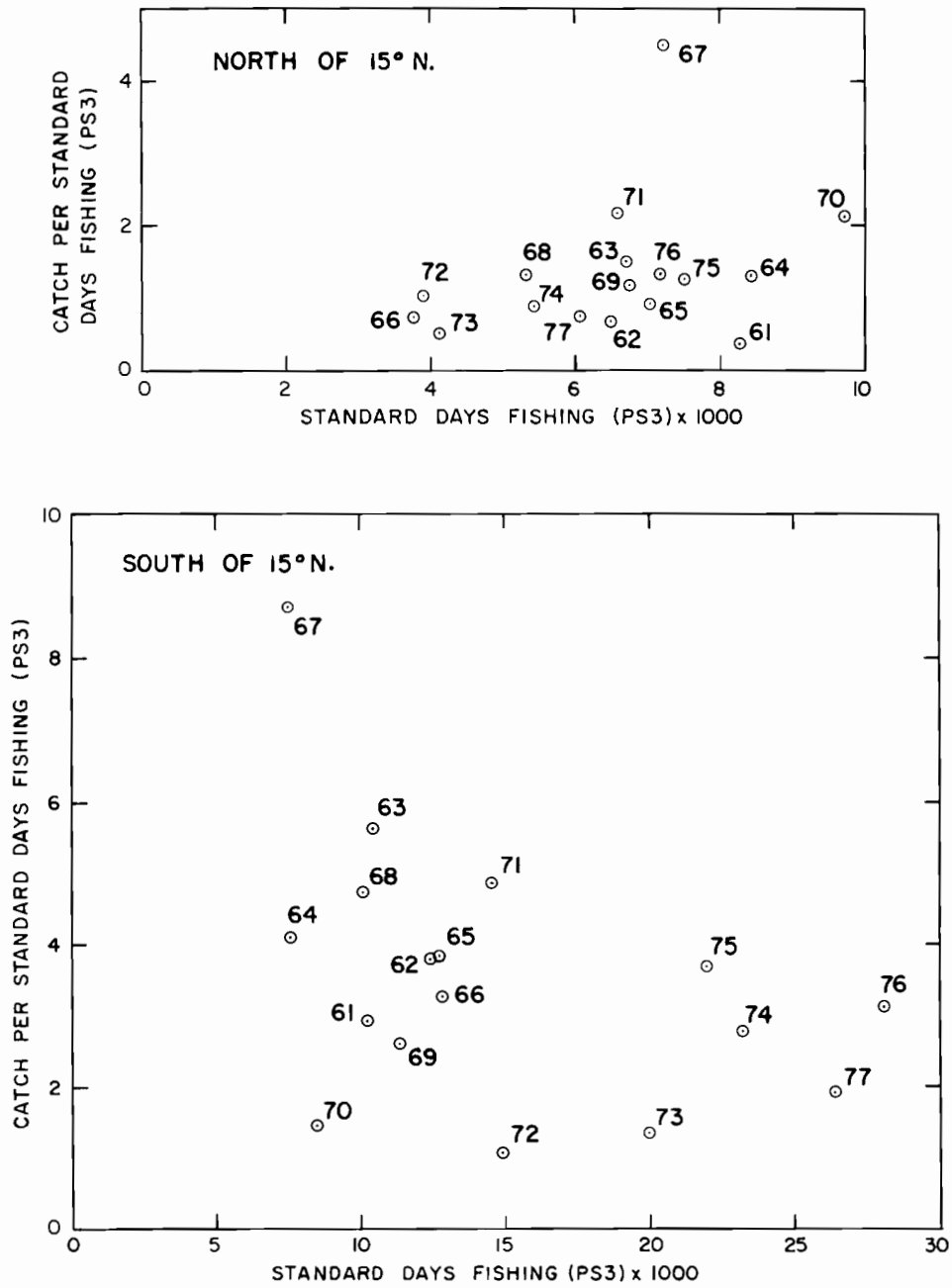


FIGURE 24. Relationships between CPUE and effort for skipjack in the CYRA north and south of 15°N, using data for all 5-degree areas, 1961-1977.
FIGURA 24. Relación entre la CPUE y el esfuerzo dirigido hacia el barrilete en el ARCAA al norte y sur de los 15°N, empleando los datos de todas las zonas de 5 grados, 1961-1977.

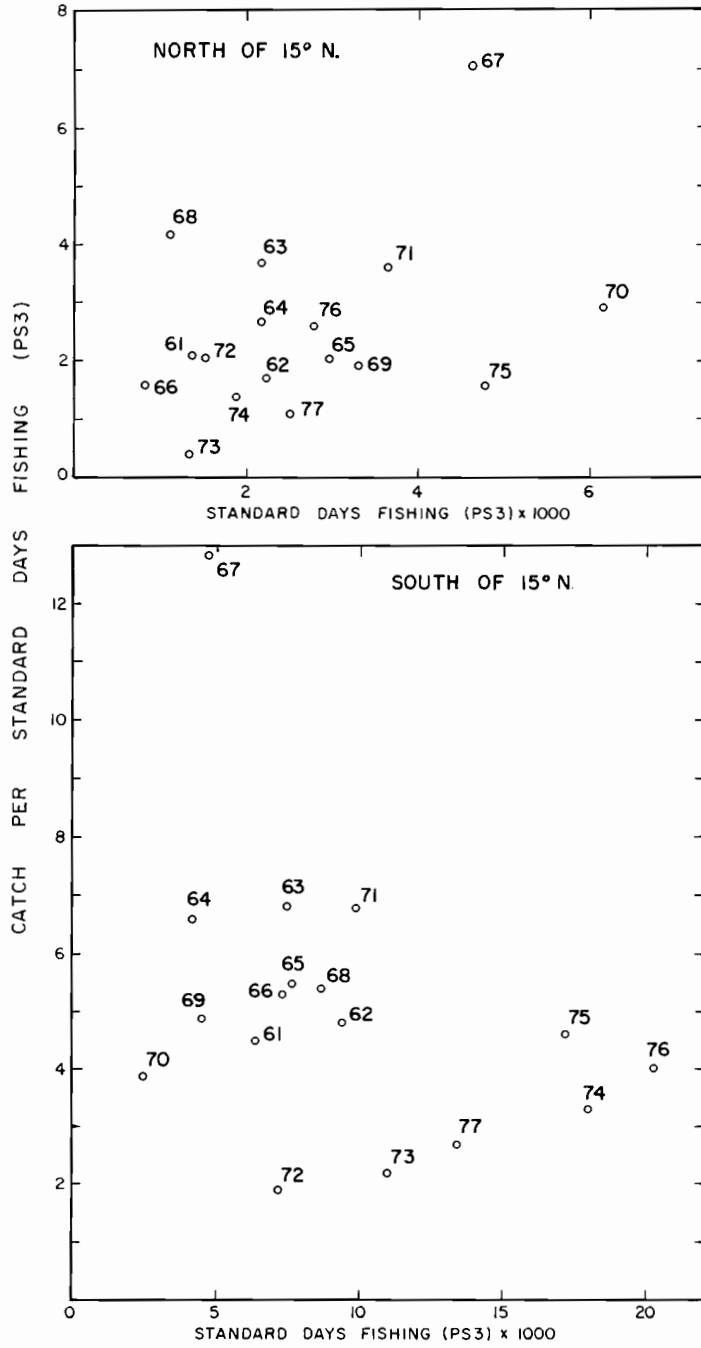


FIGURE 25. Relationships between CPUE and effort for skipjack in the CYRA north and south of 15°N, using only data for selected 5-degree areas, 1961-1977.

FIGURA 25. Relación entre la CPUE y el esfuerzo dirigido hacia el barrilete en el ARCAA al norte y sur de los 15°N, empleando solamente los datos de zonas seleccionadas de 5 grados, 1961-1977.

TUNA COMMISSION

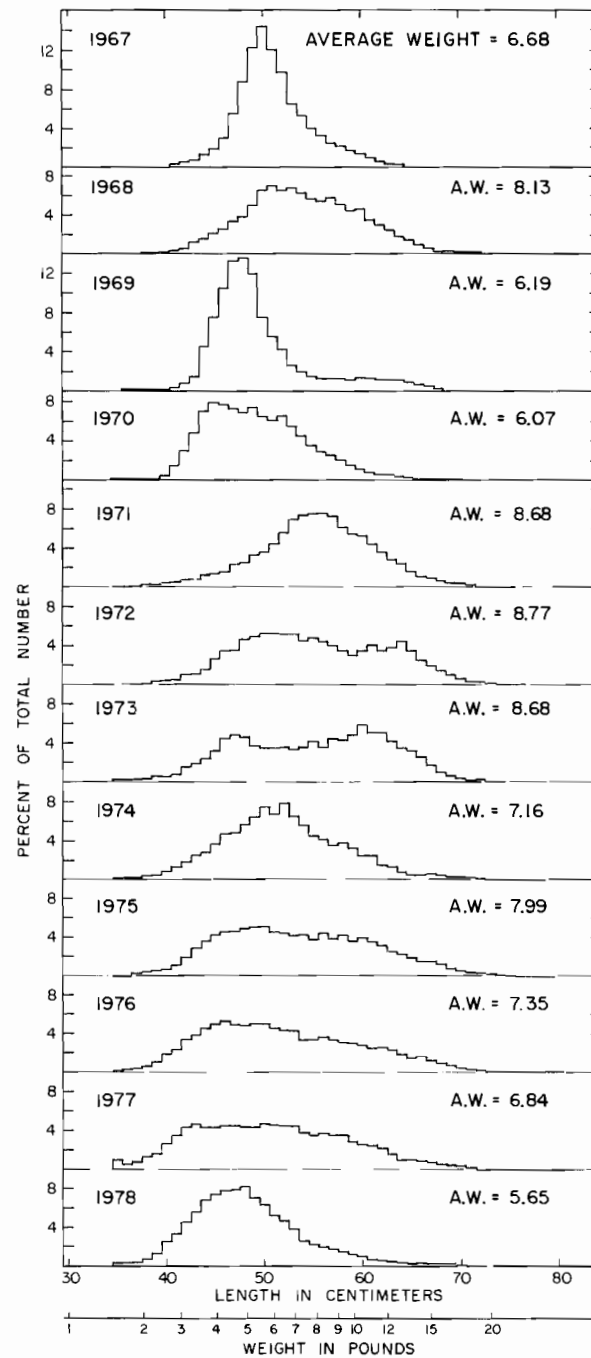


FIGURE 26. Length frequencies of skipjack caught in the CYRA, 1967-1978.

FIGURA 26. Las frecuencias de talla de barriletes capturados en el ARCAA, 1967-1978.

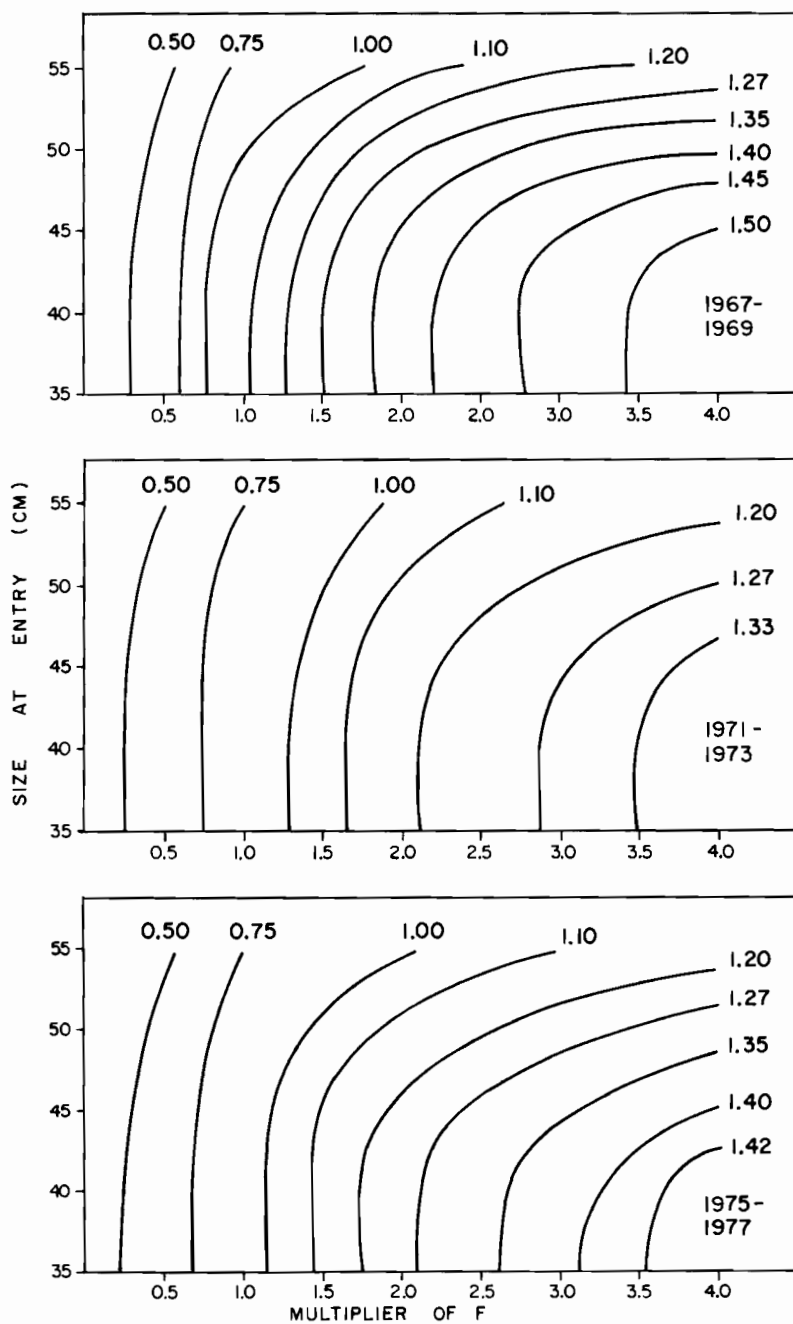


FIGURE 27. Relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit for skipjack.

FIGURA 27. Relaciones entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento de barrilete por recluta.

TABLE I. Catches (in short tons) by the eastern Pacific tuna fleet, 1961 through 1978. (See text on pp. 21-22 for details.)

TABLA I. Capturas (toneladas americanas) por la flota atunera del Pacífico oriental, de 1961 hasta 1978. (Para detalles vea página 79 del texto.)

- A. Catches of yellowfin, skipjack and bigeye tuna* taken by this fleet in the eastern Pacific Ocean east of 150°W.
 A. Capturas de atún aleta amarilla, barrilete y patudo* obtenidas por esta flota en el Océano Pacífico oriental al este de los 150°W.

YEAR AÑO	CYRA — ARCAA										WEST OF CYRA AND EAST OF 150°W						TOTAL EASTERN PACIFIC			
	Exclusive of experimental areas					Experimental areas					AL OESTE DEL ARCAA, Y AL ESTE DE LOS 150°W						TOTAL PACIFICO ORIENTAL			
	Sin las zonas experimentales		Zonas experimentales			Sin las zonas experimentales		Zonas experimentales			Total		Total		Total		Total			
YF AA	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT			
1961	115,650	75,424	235	0	0	0	0	0	115,650	75,424	235	0	0	0	0	0	0	0		
1962	87,106	78,139	361	0	0	0	0	0	87,106	78,139	361	0	0	0	0	0	0	0		
1963	72,136	105,235	83	0	0	0	0	0	72,136	105,235	83	0	0	0	0	0	0	0		
1964	98,405	59,680	75	0	0	0	0	0	98,405	59,680	75	0	0	0	0	0	0	0		
1965	88,250	84,594	130	0	0	0	0	0	88,250	84,594	130	0	0	0	0	0	0	0		
1966	91,203	64,574	290	0	0	0	0	0	91,203	64,574	290	0	0	0	0	0	0	0		
1967	89,995	132,462	1,621	0	0	0	0	0	89,995	132,462	1,621	0	0	0	0	0	0	0		
1968	114,427	78,090	2,783	0	0	0	0	0	114,427	78,090	2,783	0	0	0	0	0	0	0		
1969	126,899	64,140	606	0	0	0	0	0	126,899	64,140	606	0	0	0	0	0	0	0		
1970	142,627	55,247	1,460	0	0	0	0	0	142,627	55,247	1,460	0	0	0	0	0	0	0		
1971	113,886	114,529	2,830	0	0	0	0	0	113,886	114,529	2,830	0	0	0	0	0	0	0		
1972	152,535	35,486	2,467	0	0	0	0	0	152,535	35,486	2,467	0	0	0	0	0	0	0		
1973	167,601	46,549	2,075	10,227	415	85	177,828	46,964	177,828	46,964	2,160	1,444	21	227,334	48,408	2,181	0	0		
1974	187,350	83,189	953	3,931	786	7	191,281	83,975	191,281	83,975	960	41,065	2,776	20	232,346	86,751	980	0		
1975	174,284	134,364	4,142	2,116	1,041	54	176,400	135,405	176,400	135,405	4,196	47,507	2,128	108	223,907	137,533	4,304	0		
1976	182,083	136,873	11,179	28,583	2,908	458	210,666	139,781	210,666	139,781	11,637	50,738	1,076	0	261,404	140,857	11,637	0		
1977	171,434	79,645	6,257	31,525	13,042	2,093	202,959	92,687	202,959	92,687	8,350	17,866	2,932	46	220,825	95,619	8,396	0		
1978	167,860	178,375	10,520	14,172	6,226	1,469	182,032	184,601	182,032	184,601	11,929	15,711	3,116	241	197,743	187,717	12,230	0		

* YF (yellowfin), SK (skipjack), BE (bigeye)

* AA (aleta amarilla), BR (barrilete), PT (patudo)

TABLE I. Continued

TABLA I. Continuación

B. Catches of tunas and miscellaneous species taken by this fleet in the western Pacific and Atlantic Oceans and catches of tunas (except yellowfin, skipjack and bigeye) and miscellaneous species taken in the eastern Pacific Ocean.

B. Capturas de atunes y especies misceláneas obtenidas por la flota en el Océano Pacífico occidental y en el Océano Atlántico, y capturas de atunes (excluyendo aleta amarilla, barrilete y patudo) y especies misceláneas obtenidas en el Océano Pacífico oriental.

YEAR AÑO	Western Pacific Pacífico occidental				Atlantic Ocean Océano Atlántico				Eastern Pacific Pacífico oriental				TOTAL ³ TOTAL ³		
	YF ¹ AA ¹		SK ¹ BR ¹		YF ¹ AA ¹		SK ¹ BR ¹		BF ¹ AZ ¹		BN ¹ BO ¹			AL ¹ AL ¹	
	OS ²	OE ²	OS ²	OE ²	OS ²	OE ²	OS ²	OE ²	OS ²	OE ²	OS ²	OE ²		OS ²	OE ²
1961	0	0	0	0	14	111	0	0	8,968	3,205	2,670	0	237	206,514	
1962	0	0	0	0	0	0	0	0	12,358	3,575	1,292	0	193	183,024	
1963	0	0	0	0	14	1,827	0	0	2,985	3,424	3,769	0	265	203,265	
1964	0	0	0	0	0	4,069	0	0	3,123	7,387	3,671	5	248	186,824	
1965	0	0	0	0	50	173	0	0	1,390	4,192	710	18	178	187,214	
1966	0	0	0	0	0	4	0	0	124	17,524	4,909	10	466	181,243	
1967	0	0	0	0	1,252	542	0	0	858	11,072	4,133	0	127	248,553	
1968	0	0	0	0	7,371	4,213	17	0	6,587	8,804	4,900	0	139	228,541	
1969	0	0	0	0	20,513	5,489	163	0	7,634	3,193	3,305	0	1	252,168	
1970	0	0	227	0	10,391	13,280	215	0	4,373	5,223	4,934	0	30	276,943	
1971	0	0	0	0	4,595	20,156	649	0	9,020	10,580	2,723	6	70	304,627	
1972	0	0	0	0	14,270	14,891	234	0	13,892	9,781	5,327	663	404	297,060	
1973	0	0	0	0	4,302	24,705	125	0	11,084	8,747	2,553	1,845	392	332,422	
1974	35	0	0	0	6,528	21,693	957	0	5,147	4,889	5,272	4,125	1,080	369,981	
1975	0	363	0	0	15,884	8,310	74	0	8,097	18,711	3,643	585	305	422,625	
1976	247	5,482	2	0	2,509	2,842	43	0	11,641	4,817	3,644	1,673	1,226	448,493	
1977	865	9,707	4	0	8,546	7,197	365	0	5,768	12,377	1,648	1,522	2,145	375,114	
1978	24	8,102	49	0	11,248	9,468	274	0	5,901	5,331	1,355	2,342	873	443,046	

¹YF (yellowfin), SK (skipjack), BE (bigeye), BF (bluefin), BN (bonito), AL (albacore), BS (black skipjack)

¹AA (aleta amarilla), BR (barrilete), PT (patudo), AZ (atún de aleta azul), BO (bonito), BN (barrilete negro)

²OS (other species including, *inter alia*, Atlantic little tuna, Atlantic blackfin tuna and bullet or frigate tuna (*Auxis*). The catches of baitfish are not included.

²OE (other species que incluyen, entre otras, bacoreta del Atlántico, atún aleta negro del Atlántico y melvas (*Auxis*). No se incluyen las capturas de peces cebo.

³TOTAL (Total for all species from all areas, for all of Table I)

³TOTAL (Suma total de todas las especies en todas las zonas de la Tabla I)

TABLE 2. 1978 CYRA catch by flag of vessel and country of landing of yellowfin and skipjack (short tons).**TABLA 2.** Captura de atún aleta amarilla y barrilete (toneladas americanas) en 1978 en el ARCAA por bandera de embarcación y país de desembarque.

Country	Yellowfin		Skipjack	
	Tons	Percent	Tons	Percent
Pais	Aleta Amarilla		Barrilete	
	Toneladas	Porcentaje	Toneladas	Porcentaje
Catch — Captura				
Bermuda	2,683	1.5	5,723	3.1
Canada	2,816	1.5	4,765	2.6
Colombia	*		*	
Congo	*		*	
Costa Rica	4,945	2.7	6,550	3.5
Ecuador	7,623	4.2	13,029	7.1
Japan	1,010	0.5	0	0
Korea	*		*	
Mexico	19,960	11.0	5,153	2.8
Netherlands	6,249	3.5	6,374	3.5
New Zealand	*		*	
Nicaragua	*		*	
Panama	11,270	6.2	9,044	4.9
Peru	2,586	1.4	3,365	1.8
Senegal	*		*	
Spain	*		*	
U.S.A.	104,371	57.3	107,681	58.3
Venezuela	*		*	
Total of *	18,519	10.2	22,917	12.4
Total CYRA	182,032		184,601	
Landings — Desembarques				
Canada	*		*	
Colombia	*		*	
Costa Rica	*		*	
Ecuador	8,557	4.7	15,215	8.6
France	343	0.2	0	0
Italy	2,711	1.5	302	0.2
Japan	1,010	0.6	0	0
Mexico	15,598	8.6	5,614	3.2
Panama		0	61	0
Peru	2,789	1.5	3,411	1.9
Senegal	881	0.5	332	0.2
Spain	2,117	1.2	1,519	0.9
U.S.A.	134,758	74.6	135,862	76.7
Venezuela	3,554	2.0	2,905	1.6
Total of *	8,356	4.6	11,806	6.7
Total	180,674		177,027	

TABLE 3. Logged yellowfin and skipjack tuna catches by major areas of the CYRA, in thousands of short tons, 1974-1978.**TABLA 3.** Capturas de atún aleta amarilla y barrilete registradas por zonas principales de pesca en el ARCAA, en millares de toneladas americanas, 1974-1978.

Area of catch Zona de captura	1974		1975		1976		1977		1978*	
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R
Yellowfin — Aleta Amarilla										
North of 20°N	11.4	8.4	14.9	7.2	3.9	9.5	12.8	0.9	17.5	9.1
15°N—20°N	11.4	2.3	15.1	1.8	11.8	1.2	11.0	0.9	9.6	0.9
10°N—15°N	50.2	4.9	24.7	1.3	28.5	2.2	23.5	2.0	31.0	6.2
5°N—10°N	38.1	8.5	38.0	1.7	33.5	5.8	43.7	2.8	29.4	6.9
0°—5°N	9.8	2.8	9.1	2.1	8.8	1.1	12.1	1.3	7.1	4.0
South of 0°	4.3	7.3	13.5	14.1	29.7	6.4	12.7	4.9	4.2	4.7
Total	125.2	34.2	115.3	28.2	116.2	26.2	115.8	12.8	98.8	31.8
Skipjack — Barrilete										
North of 20°N	2.1	3.3	5.7	7.5	4.6	11.2	5.5	2.2	5.8	6.0
15°N—20°N	1.6	0.6	1.7	1.3	1.0	0.3	0.9	0.1	1.9	1.1
10°N—15°N	17.9	1.8	3.5	1.9	31.7	2.5	7.6	1.1	28.7	2.5
5°N—10°N	19.6	7.7	12.0	5.1	18.3	6.7	14.6	1.0	42.5	5.1
0°—5°N	7.7	3.7	14.9	4.0	4.0	2.2	7.4	0.8	17.1	20.0
South of 0°	1.7	4.6	20.6	24.8	9.7	9.5	7.2	4.2	1.9	4.9
Total	50.6	21.7	58.4	44.6	69.3	32.5	43.2	9.4	97.9	39.6

NR = unregulated — no reglamentada

R = regulated — reglamentada

* = preliminary — preliminar

TABLE 4. Number and carrying capacity (short tons) of fishing vessels operating in the eastern Pacific Ocean by flag, gear and size class in 1978.**TABLA 4.** Número y capacidad de acarreo (toneladas americanas) de las embarcaciones pesqueras que maniobraron en 1978 en el Océano Pacífico oriental, por bandera, arte y clase de arqueo.

FLAG BANDERA	GEAR ARTE	SIZE CLASS CLASE DE ARQUEO						Total no. of vessels	Total capacity
		1	2	3	4	5	6	No. total embarcaciones	Capacidad total
Bermuda	Seiner				1	2	3	6	2,671
Canada	Seiner				1		5	6	4,610
Congo	Seiner						2	2	4,002
Costa Rica	Seiner			2		1	4	7	4,822
Ecuador	Seiner		8	23	7	1	1	40	6,235
	Baitboat	20						20	611
	Bolichera	8						8	232
Japan**									
Korea	Baitboat				2			2	*
Mexico	Seiner				4	5	14	23	13,437
	Baitboat		1	1				2	174
Neth. Antilles	Seiner						8	8	9,333
New Zealand	Seiner						1	1	*
Nicaragua	Seiner						2	2	3,800
Panama	Seiner				1		5	6	6,926
Peru	Seiner			2	2	3	3	10	4,744
Senegal	Seiner						3	3	2,258
Spain	Seiner						4	4	2,698
U.S.A.	Seiner		14	10	10	8	98	140	111,054
	Baitboat	7	22	11	1			41	3,664
	Jigboat	30	3					33	828
Venezuela	Seiner						3	3	3,032
Total of *									1,660
All flags	Seiner		22	37	26	20	156	261	180,822
	Baitboat	27	23	12	3			65	4,909
	Bolichera	8						8	232
	Jigboat	30	3					33	828
Total all gear		65	48	49	29	20	156	367	186,791

CAPACITY OF VESSELS BY SIZE CLASS
CAPACIDAD DE LAS EMBARCACIONES POR CLASE DE ARQUEO

GEAR—ARTE	1	2	3	4	5	6	Total
Seiner		1,786	5,569	6,497	7,211	159,759	180,822
Baitboat	921	1,724	1,582	682			4,909
Bolichera	232						232
Jigboat	654	174					828
Total	1,807	3,684	7,151	7,179	7,211	159,759	186,791

**The number of Japanese longliners operating in the CYRA each month during 1978 varied between 18 and 58. Information concerning their capacity is not available.

**El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1978 fluctuó entre 18 y 58. No se dispone de la información sobre su capacidad.

TABLE 5. Catch per ton of carrying capacity by vessel size class for the international eastern Pacific Ocean purse-seine fleet.**TABLA 5.** Captura por tonelada de capacidad de acarreo por clase de arqueo de las embarcaciones cerqueras que forman la flota internacional del Océano Pacífico oriental.

Year Año	Species Especies	Size class — Clase de arqueo								All Todas
		3	4	5	6	7	8	9	10	
1961	YF	3.55	3.97	3.43	1.82	1.23				3.44
	SJ	.89	1.53	1.77	1.53	1.69				1.43
	other	1.18	.33	.12						.47
	all	5.62	5.83	5.32	3.35	2.93				5.34
1962	YF	2.30	2.31	2.06	1.27	1.15				2.05
	SJ	1.07	1.91	2.07	2.32	2.20				1.83
	other	1.50	.40	.20						.52
	all	4.87	4.62	4.33	3.59	3.36				4.40
1963	YF	2.27	1.82	1.72	.58	.43	.12	.04		1.46
	SJ	1.50	2.29	2.06	3.01	2.51	1.03	1.85		2.11
	other	1.73	.70	.36	.08	.12	.61			.54
	all	5.50	4.81	4.14	3.67	3.06	1.76	1.89		4.11
1964	YF	2.92	2.78	2.62	1.90	.86	.17	.65		2.23
	SJ	.73	1.35	1.19	1.37	1.52	1.05	1.17		1.21
	other	1.33	.73	.24	.11	.16	.60	.26		.54
	all	4.98	4.86	4.05	3.38	2.54	1.82	2.08		3.98
1965	YF	2.48	2.40	2.51	1.26	.64	.53	.41		1.90
	SJ	1.14	1.36	1.40	1.39	2.24	1.97	2.56		1.53
	other	1.04	.47	.17	.07	.08	.24			.33
	all	4.66	4.23	4.08	2.72	2.96	2.74	2.97		3.76
1966	YF	2.21	2.26	2.53	2.40	1.30	1.25	.78		2.10
	SJ	.83	1.02	1.17	1.26	1.76	1.52	1.80		1.22
	other	1.95	.89	.39	.04		.16			.57
	all	4.99	4.17	4.09	3.70	3.06	2.93	2.58		3.89
1967	YF	3.53	2.59	2.73	1.75	.65	.71	.71		2.21
	SJ	1.87	2.70	2.49	2.99	4.16	3.88	2.14		2.75
	other	1.13	.79	.59	.08	.19	.06	.14		.52
	all	6.53	6.08	5.81	4.82	5.00	4.65	2.99		5.48
1968	YF	3.35	2.61	2.61	2.80	2.06	1.57	1.64		2.34
	SJ	.94	1.34	1.21	1.41	1.72	1.36	1.53		1.32
	other	.97	.51	.49	.05	.33	.09	.11		.34
	all	5.26	4.46	4.31	4.26	4.11	3.02	3.28		4.00
1969	YF	3.38	2.67	2.75	3.11	3.27	2.43	1.79		2.81
	SJ	.99	.92	1.10	.87	.75	.92	.82		.92
	other	1.15	.49	.15	.03	.08	.03	.01		.22
	all	5.52	4.08	4.00	4.01	4.10	3.38	2.62		3.95
1970	YF	3.37	2.62	2.74	3.12	2.96	2.37	1.62		2.77
	SJ	1.67	1.33	1.30	.77	.63	.80	.74		.95
	other	.57	.38	.42	.15	.12	.00	.01		.21
	all	5.61	4.38	4.46	4.04	3.71	3.17	2.37		3.93
1971	YF	1.66	1.69	1.62	2.08	2.49	1.31	.95	.96	1.74
	SJ	1.08	1.24	1.46	1.17	1.45	1.95	1.96	2.27	1.53
	other	1.70	.83	.55	.13	.13	.04	.08	.05	.32
	all	4.44	3.76	3.63	3.38	4.07	3.30	2.99	3.28	3.59
1972	YF	1.62	1.57	1.53	2.55	2.92	2.09	1.63	1.62	2.08
	SJ	.77	.36	.67	.22	.40	.38	.42	.54	.42
	other	2.15	1.04	.70	.26	.08	.07	.05	.02	.03
	all	4.54	2.97	2.90	3.03	3.40	2.54	2.10	2.18	2.80

TABLE 5. Continued

TABLA 5. Continuación

Year Año	Species Especies	Size class — Clase de arqueo								All Todas
		3	4	5	6	7	8	9	10	
1973	YF	1.89	1.67	1.89	2.12	2.72	2.08	1.66	1.22	1.88
	SJ	.43	.33	.42	.36	.37	.42	.02	.74	.51
	other	1.70	.72	.62	.17	.09	.07	.08	.06	.20
	all	4.02	2.72	2.93	2.65	3.18	2.57	2.36	2.02	2.59
1974	YF	2.05	1.96	1.85	1.75	2.10	1.43	1.74	1.14	1.65
	SJ	.58	.78	.63	.72	.55	.64	.73	.96	.74
	other	1.53	.51	.39	.14	.00	.01	.03	.04	.12
	all	4.16	3.25	2.87	2.61	2.65	2.08	2.50	2.14	2.51
1975	YF	2.04	2.14	1.82	1.89	2.03	1.09	1.52	1.06	1.51
	SJ	1.40	1.53	.90	.79	.63	.81	.75	.83	.83
	other	1.96	1.17	.74	.38	.03	.21	.05	.04	.22
	all	5.40	4.84	3.46	3.06	2.69	2.11	2.32	1.93	2.56
1976	YF	1.78	1.46	1.37	1.36	1.80	1.18	1.76	1.31	1.56
	SJ	.91	1.41	.88	.92	.99	.79	.82	.68	.84
	other	.95	.71	.78	.25	.13	.13	.08	.13	.18
	all	3.64	3.58	3.03	2.53	2.92	2.10	2.66	2.12	2.58
1977	YF	1.79	1.30	1.41	.93	1.61	1.02	1.34	1.27	1.31
	SJ	1.24	.71	.58	.44	.59	.50	.52	.53	.55
	other	1.06	.95	.94	.31	.18	.09	.06	.05	.17
	all	4.09	2.96	2.93	1.68	2.38	1.61	1.92	1.85	2.03
1978*	YF	.97	1.46	1.63	.98	1.46	.93	1.20	.90	1.13
	SJ	1.22	1.16	.98	.93	1.03	1.20	1.27	1.04	1.13
	other	.36	.44	.55	.22	.08	.11	.06	.03	.12
	all	2.55	3.06	3.16	2.13	2.57	2.24	2.53	1.97	2.38

*preliminary

TABLE 6. Analysis of variance for the standardization of catch rates.**TABLA 6.** Análisis de la varianza para la normalización de los índices de captura.

Source Fuente	df	Sum of squares Suma de los cuadrados	Mean square Media de los cuadrados	F
Mean Media	1	336.5	336.5	259.7
Years Año	8	407.3	50.9	39.3
Quarters Trimestres	3	23.6	7.9	6.1
Stratum type Tipo de estrato	2	51.7	25.8	19.9
Year and stratum type interaction Interacción entre el tipo de estrato y el año	16	253.6	15.6	12.2
Capacity Capacidad	2	10.2	5.1	3.9
Capacity and stratum type interaction Interacción entre el tipo de estrato y la capacidad	4	76.2	19.1	14.7
Age Antigüedad	1	0.9	0.9	0.7
Speed Velocidad	1	109.5	109.5	84.5
Net length Longitud de la red	1	23.4	23.4	18.0
Sea surface temperature Temperatura superficial del mar	1	69.2	69.2	53.4
Residual Suma residual	14407	18667	1.3	

TABLE 7. Preliminary mean caloric values of some yellowfin tuna food organisms expressed in calories per gram dry weight, ash-free dry weight, and wet weight. Fish were either dried whole or after removal of bones. Percent water, ash, and calories per gram dry weight are based on only the portion dried.

TABLE 7. Valores preliminares de la media calórica de algunos organismos alimenticios del atún aleta amarilla, expresados en calorías por gramo de peso seco, peso seco sin cenizas y peso húmedo. Los peces eran secados enteros o después de des-huesados. El porcentaje de agua, ceniza y calorías por gramo de peso seco se basan solamente en la porción seca.

Common name Nombre común	Family and species Familia y especies	No. of samples No. de muestras	MEAN AND RANGE — MEDIA Y ALCANCE						% Ash Ceniza	Notations Anotaciones
			Cal/gram dry weight Cal/gramo de peso seco	Cal/gram ash-free dry weight Cal/gramo de ceniza peso seco	Cal/gram net weight Cal/gramo de peso húmedo	% Water Agua	% Ash Ceniza	Notations Anotaciones		
Squid Calamares	Ommastrephidae <i>Dosidicus gigas</i> <i>Symphletocheilichthys otalamei</i>	2 3	5667(5640-5694) 5221(5194-5251)	5943(5916-5971) 5646(5619-5677)	1008(1003-1013) 1334(1327-1342)	82.2 74.5	4.6 7.5	1.6 1.6		
Lightfish or bristlemouth Pez volador	Gonostomatidae <i>Vinciguerria laticia</i>	3	5282(5095-5252)	5816(5712-5890)	1230(1209-1247)	76.1	11.6	1		
Flyingfish Pez volador	Exocoetidae <i>Oxyporbampbus micropterus</i> <i>Exocoetus volitans</i> " " " " " "	4 2 2 2 2	4880(4806-4955) 4653(4585-4722) 4834(4816-4851) 4616(4603-4628) 4678(4634-4722) 5256(5253-5258)	5548(5479-5615) 5541(5459-5623) 5615(5593-5637) 5594(5578-5611) 5507(5455-5559) 5581(5578-5584)	1279(1255-1304) 1368(1347-1388) 1176(1171-1180) 1378(1374-1381) 1281(1269-1293)	73.7 70.6 75.7 70.2 75.6	12.0 16.0 13.9 17.5 15.0 5.8	1.3 1.4 1.3 1.4,7 1.4 1.4,5		
Remora	Echeneidae <i>Remora remora</i>	2	4760(4752-4769)	5775(5766-5784)	1259(1256-1261)	73.6	17.6	1		
Dolphinfish Dorado	Coryphaenidae <i>Coryphaena equidialis</i>	2	5320(5313-5328)	5687(5679-5694)	1149(1147-1150)	72.9	6.4	1.5		
Bullet tuna Botellita Black skipjack Barrilete negro	Scombridae <i>Axaxis tbazard</i> <i>Euthynnus lineatus</i>	2 2	5368(5360-5376) 5246(5245-5246)	5739(5731-5748) 5584(5584-5585)	1154(1153-1156) 1019,2(1019,1-1019,3)	70.6 72.4	6.5 6.1	1.5 1.5		
Man-of-war fish or ruderfish	Nomeidae <i>Cubiceps pancinidiatus</i>	7	4757(4712-4863)	5414(5144-5577)	1146(1101-1214)	75.8	11.65	2		
Triggerfish Pez ballesta	Balistidae <i>Cambiarermis maculatus</i>	2	5656(5649-5662)	5996(5989-6004)	918(917-919)	74.8	5.7	1.5		
Box fish Pez cofre	Ostraciontidae <i>Lactoria diaphanus</i>	2	4953(4947-4958)	5794(5787-5800)	1260(1259-1261)	74.6	14.5	2		

Notations: 1. Collected at sea. 2. Retained from stomachs. 3. Immature. 4. Adult. 5. Bones removed before drying. 6. Beaks removed. 7. Entire fish homogenized before drying.

Anotaciones: 1. Obtenido en el mar. 2. Retenido en los estómagos. 3. Inmaduro. 4. Adulto. 5. Se sacan los huesos antes del secado. 6. Se les quita el pico. 7. Se homogeniza todo el pez antes del secado.

TABLE 8. Quotas, catches, CPSDFs (Class-3 purse seiners), and CPDFs (Class-6 purse seiners) for yellowfin in the eastern Pacific Ocean, 1967-1978. The quotas and catches are in thousands of short tons, and the CPSDFs and CPDFs in short tons. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered.

TABLA 8. Cuotas, capturas, CPDNP (clase 3 de cerqueros) y CPDP (clase 6 de cerqueros) correspondientes al aleta amarilla del Océano Pacífico oriental, 1967-1978. Las cuotas y las capturas se indican en miles de toneladas americanas y las CPDNP y las CPDP en toneladas americanas. Los datos de la CPDNP se ajustan para compensar el aumento de las pescas positivas al capturar cardúmenes de peces que se encuentran.

Year	Inside CYRA			Outside CYRA		Total Catch
	Quota	Catch	CPSDF	Catch	CPDF	
Año	En el ARCAA			Fuera del ARCAA		Captura total
	Cuota	Captura	CPDNP	Captura	CPDP	
1967	84.5	89.6	5.1	0.0	—	89.6
1968	93	114.6	6.1	1.2	—	115.8
1969	120	126.9	5.9	19.2	20.4	146.1
1970	120	142.6	6.0	30.7	11.7	173.3
1971	140 + (2x10)*	113.9	4.2	22.8	10.6	136.6
1972	120 + (2x10)	152.5	6.0	44.8	12.5	197.3
1973	130 + (3x10)	177.8	5.2	49.5	13.0	227.3
1974	175 + (2x10)	191.3	4.6	41.1	10.2	232.3
1975	175 + (2x10)	176.4	3.6	47.5	12.2	223.9
1976	175 + (2x10)	209.4	3.8	50.7	12.7	260.1
1977	175 + (20+15)	203.6	3.3	16.9	10.2	220.5
1978**	175 + (20+15)	182.0	2.8	15.7	9.7	197.7

*“(2x10)” indicates two increments of 10 thousand tons each to be added to the quota at the discretion of the Director of Investigations.

**preliminary estimates of annual values

*“(2x10)” indica los dos incrementos de 10 mil toneladas cada uno que se han de agregar a la cuota a discreción del Director de Investigaciones.

**estimación preliminar de los valores anuales

