
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1975

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

La Jolla, California

1976

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
COMMISSION MEETINGS.....	7
ADMINISTRATION.....	14
Budget	14
Financial statement.....	15
Inter-agency cooperation.....	18
Field offices.....	19
PUBLICATIONS AND REPORTS.....	19
THE FISHERY IN 1975	21
Résumé	21
Statistics of catch and landings	22
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean	25
RESEARCH IN 1975.....	26
Abundance of tunas and success of fishing.....	26
Population structure and migrations.....	36
Other aspects of tuna biology.....	42
Oceanography and tuna ecology	55
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1975 AND OUTLOOK FOR 1976.....	57
Yellowfin.....	57
Skipjack.....	64

VERSION EN ESPANOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	67
REUNIONES DE LA COMISION	67
ADMINISTRACION.....	76
Presupuesto.....	76
Declaración financiera	76
Colaboración entre entidades afines.....	79
Oficinas regionales.....	80
PUBLICACIONES E INFORMES	81
LA PESCA EN 1975	82
Resumen.....	82
Estadísticas de captura y desembarque.....	84
La flota atunera del Océano Pacífico oriental	87
INVESTIGACION EN 1975	88
Abundancia de atunes y resultados de pesca.....	88
Estructura de población y migración.....	98
Otros aspectos de la biología atunera.....	105
Oceanografía y ecología atunera.....	119
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1975 y PERSPECTIVAS PARA 1976.....	122
Atún aleta amarilla	122
Barrilete.....	130
—————	
APPENDIX I — APPENDICE I	
STAFF — PERSONAL	133
APPENDIX II — APENDICE II	
FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS.....	136

**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TUNA
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1975**

**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 1975**

COSTA RICA

Virgilio Aguiluz..... 1950-1965
José L. Cardona-Cooper..... 1950-
Victor Negro 1950-1969
Fernando Flores B. 1958-
Milton H. López G. 1965-
Eduardo Beeche T. 1969-1971
Francisco Terán Valls..... 1971-

UNITED STATES OF AMERICA

Lee F. Payne..... 1950-1961*
Milton C. James..... 1950-1951
Gordon W. Sloan 1951-1957
John L. Kask..... 1952
John L. Farley..... 1953-1956
Arnie J. Suomela 1957-1959
Robert L. Jones 1958-1965†
Eugene D. Bennett..... 1950-1968‡
J. L. McHugh..... 1960-1970
John G. Driscoll, Jr..... 1962-1975**
William H. Holmstrom..... 1966-1973
Donald P. Loker 1969-
William M. Terry..... 1970-1973§
Steven E. Schanes..... 1973-1974
Robert C. Macdonald 1973-
Wilvan G. Van Campen..... 1974-
Jack Gorby 1975-

PANAMA

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

*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

MEXICO

Rodolfo Ramirez G. 1964-1966
Mauro Cárdenas F. 1964-1968
Héctor Chapa Saldaña..... 1964-1968
María Emilia Téllez B. 1964-1971
Juan Luis Cifuentes L. 1967-1970
Alejandro Cervantes D. 1968-1970
Amín Zarur M. 1968-
Arturo Díaz R. 1970-
Joaquin Mercado F. 1970-
Pedro Mercado S. 1970-

CANADA

Emerson Gennis..... 1968-1969
A. W. H. Needler 1968-1972
E. B. Young 1968-
Leo E. Labrosse 1970-1972
Robert L. Payne 1970-1974
G. Ernest Waring..... 1970-
S. N. Tibbo..... 1974-

JAPAN

Tomonari Matsushita 1971-1973
Shoichi Masuda..... 1971-
Fumihiko Suzuki 1971-1972
Seiya Nishida..... 1972-1974
Kunio Yonezawa..... 1973-
Harunori Kaya..... 1974-

FRANCE

Serge Garache..... 1973-
Robert Letaconnoux..... 1973-

NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla 1973-
Antonio Flores Arana 1973-



ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1975

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. In 1967 Ecuador gave notice of her intent to withdraw from the Commission, and this became effective in 1968.

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 25th 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 two languages. Other studies are published in outside scientific journals and trade journals. By the end of 1975 the Commission's staff had published 110 bulletins, 153 articles in outside journals, and 24 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 held two meetings in 1975, its 31st meeting in San Diego, California, U.S.A., March 3 and 5, and its 32nd meeting in Paris, France, October 13, 14 and 17, and in Washington D.C., U.S.A., December 18.

The Commission's 31st meeting was held in accord with item No. 12 of the resolution passed at the 30th meeting in 1974 for the conservation of yellowfin tuna in 1975:

"Call a special meeting of the Commission to begin on the first Monday of March, 1975, in La Jolla, California, for the purpose of receiving a

report from the Director of Investigations with regard to the age composition of the catch and any other related matters he believes appropriate, in order to determine whether the stocks would be seriously damaged by fishing at the level of the quota agreed at the 1974 annual meeting.* If the Director of Investigations finds evidence that the stocks may be seriously damaged he may suggest emergency measures he believes necessary to reduce the catch. Any recommendations adopted at this special meeting which the Commission agrees should be taken on an emergency basis shall take effect on a date specified by the Commission as necessary for the conservation of the stock, but in no event less than 10 days from the date on the communication from the Director of Investigations of such measures to the contracting governments, unless prior to the date on which the measure is to take effect any contracting government communicates its disapproval.”

After considering a review of the status of the yellowfin stock presented by the Director of Investigations, the Commission decided not to amend the resolution for the conservation of yellowfin in 1975 as passed at the Commission's 30th meeting.

At the first session of the Commission's 32nd meeting (held in Paris, France), no action was taken on the staff's recommendation for a total catch quota for yellowfin tuna in the Commission's yellowfin regulatory area (CYRA). Rather it was decided to defer action on a recommendation until a second session of the 32nd meeting to be held in Washington, D.C., in December 1975. However, before recessing the first session the Commission agreed to a proposed budget of \$1,225,498 for fiscal year, (FY) 1977-1978.

At the second session the Commission took the following actions:

- 1) Approved a quota of 175,000 short tons on yellowfin tuna during 1976, with the possibility of two increments of 10,000 tons each.
- 2) Removed two areas from the CYRA for 1976 only on an experimental basis (Figure 1).
- 3) Selected Managua, Nicaragua, as the site of the 33rd Commission meeting, to be held October 18 to 22, 1976.
- 4) Elected Antonio Flores (Nicaragua) as Chairman of the Commission for 1976 and E. B. Young (Canada) as Secretary.
- 5) Passed the following resolution detailing the conservation program for yellowfin tuna during 1976:

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

*i.e. The Commission's 30th meeting.

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 1976 the experimental fishing program of yellowfin tuna, and

Taking note of the resolution from the 19th 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 1976 at 175,000 short tons from the CYRA defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, provided:
 - a) that the Director of Investigations may increase this limit by no more than two successive increments of 10,000 short tons each if he concludes from re-examination of available data that such increase will offer no substantial danger to the stock.
 - 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 scientific staff of the Commission 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, 1976, 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 1976 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 12, reaches 175,000, 185,000 or 195,000 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 7, 9, 10 and 11 below, such date to be determined by the Director of Investigations.

5) Given a level of fishing effort in 1976 similar to that of 1975, the closure date of the open season in 1976 is expected to be approximately the same as that in 1975, recognizing that in determining the closure date the Director of Investigations will take into consideration all available evidence related to the status of the stocks.

6) Permit each vessel not provided with a special allowance under Items 7, 9, 10 or 11 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.

7) Permit the flag vessels of each country of 400 short tons capacity and less fishing tuna in the CYRA after the closure date for the yellowfin tuna fishery to fish freely until 6,000 short tons of yellowfin tuna are taken 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 by such vessels of each country to 6,000 short tons; and thereafter to permit such vessels of each country to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in the catch of other species in the CYRA on each trip commenced after 6,000 tons have been caught. 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, however, 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 6,000 short tons of yellowfin tuna have been caught. This provision shall apply to vessels up to 600 short tons capacity in the case of Panama, in view of that country's current reorganization of its tuna industry, on the understanding that this shall apply only for the year 1976, and shall not establish a precedent for future years or for other countries.

8) The species referred to in Items 2, 6 and 7 are skipjack tuna, bigeye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, black skipjack, bonito, billfishes and sharks.

9) Permit, during the closed season for 1976, the newly-constructed vessels of those members of the Commission which are developing countries

and whose fisheries are in the early stage of development (that is, whose tuna catch in the Convention Area in 1970 did not exceed 12,000 short tons and whose total fish catch in 1969 did not exceed 400,000 metric tons) and which entered the fishery for yellowfin tuna in the Convention Area for the first time under the flag of such country during the closed season in 1971 or during 1972 and which, because of characteristics such as size, gear or fishing techniques, present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until such vessels have taken in the aggregate 13,000 short tons of yellowfin tuna or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the aggregate catch of such vessels to 13,000 short tons of yellowfin tuna; provided that if the aggregate catch of yellowfin tuna, as determined by the Director of Investigations, during the open season (including the last unrestricted trip) of the tuna fishing vessels of any such developing country should exceed 6,000 short tons, the allocation of 13,000 short tons of yellowfin tuna available to the above-described vessels of such country during the closed season shall be reduced by the amount that the open-season catch of yellowfin tuna exceeds 6,000 short tons.

- a) Those vessels that shall enjoy the above special allocation are defined in addition to the above as:
 - 1) those vessels which had an individual catch per capacity ton for 1975 of less than 75 percent of the average catch per capacity ton of all vessels in comparable Commission size classes engaged in the fishery in the Convention Area in 1974, as determined by Commission statistics, and
 - 2) which are designated by name in an official memorandum from the flag government to the Director of Investigations.
 - b) During the 1976 season, if a vessel of a qualified country which is not included in the provision of paragraph A (sub-paragraph 1) experiences problems of the nature above-described or a similar nature, that country may substitute such vessel for any other vessel which was so qualified and designated for the purpose of exercising the benefit of the above-described provision and immediately notify the Director of Investigations of the substitution and the nature of the special problem which made the new vessel eligible.
 - c) For 1976 only, the above provision will apply to six new vessels which Mexico will incorporate into its fleet during the 1976 fishing season and which will present special problems of operation.
- 10) Permit those member governments of the Commission which are developing nations whose fisheries are in an early stage of development and which, as they announced during this meeting, have the possibility during 1976 of acquiring one or more fishing vessels that present special problems because of the size, gear and 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 reply shall be transmitted within 10 days.

- 11) 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 paragraphs A) and B) above which has canning facilities until such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during 1976 reaches 1,000 short tons.

12) For 1976 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 1975 may sail to fish freely for yellowfin tuna within the CYRA on any trip which is commenced within 30 days after the closure.

13) For 1976 only, exclude from the CYRA on an experimental basis the two 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 and (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. 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.

14) 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 1977, 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.

15) 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 flag.
- b) Assure that the activities of their flag vessels fishing tuna in the eastern Pacific Ocean during the closed season established by the Commission adequately be 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 - 12421.2 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 of 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 the 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 of 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 their 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.
- 16) 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.

ADMINISTRATION

BUDGET

At its meeting held in Ottawa, Canada, in 1970, the Commission instructed the Director of Investigations to prepare two budgets in the future. The first should be a recommended version which indicates the needed research, regardless of the probability of obtaining such funding, while the second should be an austerity version designed to maintain the research at current or slightly augmented levels. The latter budget would be used by government officials when presenting the budget for government approval if the former (recommended) budget was unacceptable. In keeping with these instructions, two budgets were prepared for FY 1975-1976.

The recommended research program, estimated to cost \$1,490,437, included a comprehensive tagging program directed primarily toward yellowfin tuna with the purpose of determining the relationship between the inshore and offshore stocks. A total of \$546,000 was allotted in this budget for the charter of vessels to carry out the tagging program.

The austerity research program, the version approved by the Commissioners, was estimated to cost \$928,314, an increase of \$141,531 over the austerity budget for fiscal year 1974-1975. The increase was needed (1) to make a special purchase of past service credits to bring the Commission's pension plan into line with those of the other international fishery commissions, (2) to match an impending U.S. Government pay raise, (3) to pay for

regularly-scheduled, within-grade pay increases and (4) to hire a new staff member to be stationed in Panama.

At the time this report was prepared (end of calendar year 1975), the amount of appropriations for the Commission's fiscal year 1975-1976 had not yet been settled despite the fact that the Commission was halfway through that fiscal year.

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 report were sent to the Chairman and to the Depository Government (U.S.A.). A summary of the year-end account for FY 1974-1975 follows:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION Sources and Disposition of funds 1 July 1974 to 30 June 1975 U.S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended balance (including unliquidated obligations) July 1, 1974.....	\$184,760.45*
U.S.A.....	531,000.00
Mexico.....	49,676.00
Canada.....	11,018.00
Japan.....	29,679.00
Costa Rica.....	5,624.25
Panama.....	1,000.00
France.....	2,375.00
Nicaragua.....	—
Other receipts.....	26,138.38
TOTAL.....	\$841,271.08

Disposition of Funds

Advances.....	\$ 32,749.46
Project expenditures	
1) By projects	
A. Administrative expenses.....	\$132,730.92
B. Research on bait species.....	
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics.....	141,865.06
D. Tuna biology.....	301,730.24
E. Oceanography.....	14,757.24
F. Tuna tagging.....	46,789.74
G. Rapid collection of catch statistics for regulation.....	25,986.41

TUNA COMMISSION

2) By budget objects		
01 Salaries.....	492,976.27	
02 Travel.....	37,276.55	
03 Transportation of things.....	2,542.13	
04 Communications.....	5,699.97	
05 Rents and utilities.....	1,389.09	
06 Printing and binding.....	20,262.60	
07 Contractual services.....	27,777.56	
08 Supplies and materials.....	14,131.31	
09 Equipment.....	17,712.13	
13 Rewards for tags.....	829.00	
15 Employer's contribution to U.S. social security.....	22,165.94	
16 Life insurance.....	617.52	
17 Employer's contribution to pension plan.....	8,437.65	
18 Disability insurance.....	1,497.67	
19 Employer's contribution to group insurance.....	6,545.36	
20 Accidental death and dismemberment insurance.....	1,098.86	
21 Workmen's compensation.....	2,900.00	
		\$663,859.61
Purchase of soles (for operations in Peru).....		11,000.00
Purchase of sucres (for operations in Ecuador).....		16,500.00
Cash in bank.....	114,960.59	
Cash on hand.....	150.00	
	115,110.59	
Less reserves		
Group insurance.....	- 927.86	
Pension.....	- 698.56	
	- 1,626.42	\$116,737.01
Deposits.....		425.00
TOTAL.....		\$841,271.08

COSTA RICAN COLON ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance July 1, 1974.....	¢ 637.21
Cash in bank.....	¢ 637.21
TOTAL.....	¢ 637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance July 1, 1974.....	S/.131,268.17
Purchase of sucres with dollars.....	412,000.00
TOTAL.....	543,268.17

Disposition of funds

Advances.....		12,400.00
Project expenditures		
1) By project		
D. Tuna biology.....	S/.289,310.18	
F. Tuna tagging.....	400.00	
G. Rapid collection of catch statistics for regulation.....	96,442.56	
2) By budget objects		
01 Salaries.....	96,442.56	
02 Travel.....	52,535.66	
03 Transportation of things.....	7,662.42	
04 Communications.....	12,602.10	
06 Printing.....	19,465.05	
07 Contractual services.....	5,350.00	
08 Supplies and material.....	9,278.95	
09 Equipment.....	182,416.00	
13 Tag rewards.....	400.00	\$386,152.74
Cash in Bank.....		<u>144,715.43</u>
TOTAL.....		543,268.17

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Sources of funds**

Unexpended balance July 1, 1974.....	S/.106,018.72
Purchase of soles with dollars.....	<u>477,180.00</u>
TOTAL.....	583,198.72

Disposition of funds

Advances.....		S/o.15,600.00
Project expenditures		
1) By project		
F. Tuna Tagging.....	S/o. 200.00	
G. Rapid collection of catch statistics for regulation.....	263,543.29	
2) By budget object		
01 Salaries.....	195,841.80	
02 Travel.....	29,081.90	
04 Communications.....	1,876.90	
05 Rents and utilities.....	27,500.00	
06 Printing and reproduction.....	80.00	
07 Contractual services.....	1,618.75	
08 Supplies and materials.....	747.00	
13 Tag rewards.....	200.00	
15 Employer's contribution to social security.....	6,796.94	263,743.29
Cash in bank.....		<u>303,855.43</u>
TOTAL.....		S/o 583,198.72

INTER-AGENCY COOPERATION

To enable its scientific staff to stay abreast of the rapid advances and developments taking place in world fisheries research and oceanography the Commission has continued to maintain contact with other university and governmental research organizations and institutions on both the national and international level. Some of the Commission's activities along these lines are described below.

During the year the Commission maintained close working relationships with the fisheries agencies and institutes throughout Latin America, engaging in cooperative oceanographic research with scientists from Ecuador and Peru.

The close professional relationship which the Commission has maintained in the past with the Escuela Superior de Ciencias Marinas of the Universidad Autonoma de Baja California, in Ensenada, Mexico, was continued during 1975. Scientists from the Escuela and the Commission met frequently to exchange ideas and discuss programs of mutual interest.

The Commission received a number of visiting scientists from various nations for periods ranging from a few days to more than a year. A scientist from the Fisheries Agency in Japan spent most of 1975 at Commission headquarters working on a joint-research project concerning a Pacific-wide study of the fishery for yellowfin tuna.

Commission scientists also visited research laboratories in other countries where they collaborated on joint research with their foreign colleagues. One such program involved French, Ivory Coast and Commission scientists in a joint comparative study of the yellowfin of the eastern Pacific and eastern Atlantic Oceans.

The very cordial and productive relationship which has existed between the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas and this Commission continued during the year. Similar relations were maintained with other international commissions and bodies, such as the Food and Agriculture Organization.

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.

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.

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 three 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 fulltime employees who, in turn, employ seasonal assistance. These employees also regularly visit Ponce, the other principal tuna port in Puerto Rico.

During the year the Commission stationed a technician 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 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.

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 efforts chiefly on the collection of catch statistical data, but also devote time to tagging, collection of tuna blood and morphometric samples, and studies of tuna baitfish.

In Peru the Commission employs one full-time staff 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 results 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 affords an opportunity for critical review by other researchers, and thus 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 1975, four additional publications were issued in this series, in English and Spanish:

Vol. 16, No. 4 — Measures of tuna abundance from purse-seine operations in the eastern Pacific Ocean adjusted for fleet-wide evolution of increased fishing power, 1960-1971, *by* Jerome J. Pella and Christopher T. Psaropulos.

Vol. 16, No. 5 — The El Niño of 1972-1973 in the eastern tropical Pacific Ocean, *by* Forrest R. Miller and R. Michael Laurs.

Vol. 16, No. 6 — Bibliography of El Niño and associated publications, *by* Merritt R. Stevenson and Helen R. Wicks.

Vol. 17, No. 1 — Geographical distribution of yellowfin and skipjack tuna catches in the eastern Pacific Ocean, and fleet and total catch statistics, 1971-1974, *by* Thomas P. Calkins.

One Special Report was published by the Commission in 1975, the first in its series:

No. 1 — Organization, functions, and achievements of the Inter-American Tropical Tuna Commission, *by* William H. Bayliff.

One additional Commission Internal Report was also prepared in 1975:

No. 9 — Mathematical techniques and computer programs used to calculate biomass indices of tunas, *by* Christopher T. Psaropulos.

In addition to these bulletins and reports, six papers by staff members were published in other periodicals:

148. Stevenson, M.R. and F.R. Miller. 1975. Application of satellite data to problems in fishery oceanography. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Final Report for SPOC (NESS/NOAA) Grant No. 04-4-158-28. Processed. 98 pp.
149. Sharp, Gary D. 1975. A study of the electrophoretic and O₂ dissociation properties of the hemoglobins of some delphinid cetaceans. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51 A, 673-681.
150. Sharp, Gary D. 1975. A comparison of the O₂ dissociation properties of some scombrid hemoglobins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51A, 683-691.
151. Barton, E.D., M.R. Stevenson, and W.E. Gilbert. 1975. CTD/STD Measurements off the NW African Coast near Cabo Corveiro during JOINT-I: R/V GILLIS CRUISE, SG 7401, Feb. 9-Apr. 23, 1974. CUEA Data Report No. 15. Univ. of Wash. Ref. M-75-54: 102 pp.
152. Stevenson, Merritt, David Menzies, and Lawrence Small. 1975. Physical/Biological Measurements off the Oregon Coast, July 29-August 6, 1973. CUEA Data Report No. 17. CUEA Ref. 75-9-4: 110 pp.
153. Stevenson, M.R. 1975. A review of some uses of remote sensing in fishery oceanography and management. *IEEE OCEAN '75*: 467-472.

154. Joseph, James, 1975. ETP tuna landings set record in 1974. *Pacific Fish Rev.* (Fishermen's News), 31 (2): 35, 37, 39-41.
155. Joseph, James, 1975. Some thoughts on problems of future tuna management in the Indian and western Pacific Oceans. *Indo-Pacif. Fish Conf., Proc.*, 16 (3) 267-273.

THE FISHERY IN 1975

RESUME

During 1975 vessels of 15 nations (Bermuda, Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, France, Japan, Mexico, Netherlands Antilles, 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 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's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), is shown in Figure 1.

At its 21st meeting, held in March 1969, the Commission implemented a 3-year experimental fishing program designed to ascertain empirically the average maximum sustainable yield of yellowfin from the CYRA. The experimental program called for an annual catch of 120,000 short tons (all tonnages referred to in this report are short tons unless indicated otherwise) of yellowfin to be taken in 1969, 1970, and 1971. On the basis of the apparently successful progress of the experimental program the Commission continued it during 1972, 1973, and 1974. A quota of 120,000 tons, with a provision for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each, was established for 1972. Both of these increments were implemented. For 1973 the quota was increased to 130,000 tons, with three increments of 10,000 tons each, but these were not implemented. The quota for 1974 was further increased to 175,000 tons, with two increments of 10,000 tons each, but again these were not implemented.

At its 30th meeting, held in October 1974, the Commission expressed again its desire to continue the experimental fishing program. It established a quota of 175,000 tons of yellowfin, and made provisions for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each if such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also established a special allowance of 6,000 tons for small vessels, a 15-percent incidental catch allowance, and a 10,000-ton allowance for newly-constructed vessels of countries which met certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin.

For 1965 through 1974 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean increased from 46,743 to 152,618 tons, and by the end of 1975 this had increased to 169,300 tons. During 1975 this fleet captured 177,203 tons of yellowfin and 134,011 tons of skipjack in the CYRA. The 1975 catch of yellowfin has been exceeded only by that of 1974, and the 1975 catch of skipjack only by that of 1967. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 47,278 tons of yellowfin and 2,086 tons of skipjack. Also about 36 vessels which had participated in the CYRA fishery in 1975 also fished in the Atlantic Ocean and caught 15,801 tons of yellowfin and 8,350 tons of skipjack.

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 date during 1975 was March 13 (0001 hours). The two 10,000-ton increments were not implemented. 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, and March 18, 1974.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

Eastern Pacific data

The annual catches of yellowfin and skipjack tunas from the CYRA during 1958-1975 are shown in Table 1. The preliminary estimate of the yellowfin catch in 1975 is 177,203 tons, which is about 14,100 tons below the amount captured during 1974 but about 21,600 tons greater than the average annual catch of the previous 5 years. Included in this catch are 2,113 tons captured in the experimental fishing area (Figure 1) during regulated trips and 540 tons during unregulated trips. The preliminary estimate of the 1975 skipjack catch from the CYRA is 134,011 tons, which is the second largest skipjack catch in the history of the fishery. The 1975 skipjack catch is about 50,000 tons greater than the 1974 catch and about 66,800 tons greater than the average annual catch of the previous 5 years. Included in this skipjack catch are 1,041 tons captured in the experimental fishing area during regulated season trips and 897 tons during unregulated trips. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1975 was 311,214 tons, about 88,400 tons greater than the annual average during the previous 5 years.

The purse-seine fleets operating west of the CYRA but east of 150°W during 1975 captured 47,278 tons of yellowfin and 2,086 tons of skipjack. U.S.-flag seiners captured about 99.8% of the tunas taken in this area,

excluding catches by longline vessels. The catches of yellowfin and skipjack from the CYRA by flag of vessel, in thousands of tons and percentage of the total catch during 1975, were as follows:

FLAG	YELLOWFIN		SKIPJACK	
	Catch	% of CYRA catch	CATCH	% of CYRA catch
Bermuda	2.0	1.1	2.9	2.2
Canada	4.3	2.4	4.8	3.5
Ecuador	11.9	6.7	18.8	14.0
Japan	1.1	0.6	0.5	0.4
Mexico	16.9	9.5	7.5	5.6
Panama	17.0	9.6	13.4	10.0
Peru	3.3	1.9	3.4	2.6
U.S.A.	109.0	61.5	70.7	52.8
Costa Rica, France, Netherlands Antil., Spain and Venezuela	11.7	6.7	12.0	8.9
Total all flags	177.2		134.0	

In addition to recording the amount of tunas captured by vessels fishing exclusively in the eastern Pacific, the Commission maintains records of the catch and landings of all species from those vessels (excluding longliners) which fish part of the year in the CYRA and part of the year elsewhere. Commission records essentially cover all tunas captured by vessels fishing in the eastern Pacific, but do not include all such data for the Atlantic since it is not possible to monitor certain vessels fishing in the Atlantic which also fished during the year in the eastern Pacific. Listed below by ocean fishing area and species are the annual catches in tons by all vessels for which we have obtained records and which fished all or part of the year within the CYRA. The ex-vessel value of the 1975 catch is estimated to be about 208.6 million dollars, based on the price per ton of each species as reported for California and Puerto Rico.

Area	Yellow- fin	Skipjack	Bigeye	Bluefin	Bonito	Black Skipjack	Alba- core	Other
CYRA	177,203	134,011	4,205	8,122	18,758	414	3,408	282
E.P. west of CYRA	47,278	2,086	108			3		
Atlantic	15,801	8,350	74	635		71	1	20
Total	240,282	144,447	4,387	8,757	18,758	488	3,409	302
Total all species: 420,830								

The 1° areas within and outside the CYRA that were fished by purse seiners during 1975 are shown in Figures 2 and 3. In Figure 2 are shown the areas which produced yellowfin during unregulated trips inside the CYRA, and during the entire year in Area E-1 and outside the CYRA. The major areas of yellowfin catch within the CYRA during 1975 were near the Gulf of California, well off Southern Mexico and Central America, and in the Gulf of Guayaquil. The 1° area with the greatest logged catch was 0-20-105-08 which produced 4,297 tons. The 1° area outside the CYRA with the largest catch was 0-00-115-22 with 2,250 tons logged. The fishery outside the CYRA

occurred in about the same areas during 1975 as in 1974 but the main area of catch during 1975 was from 110° to 124°W between 4°-6°N, unlike the previous several years.

Figure 3 presents the same type of data for skipjack that are given for yellowfin in Figure 2. The primary area for skipjack catch was in and near the Gulf of Guayaquil during both the unregulated and regulated seasons, with the final 2 months of the year being the most productive.

The landings (the amount of tunas unloaded during the calendar year regardless of the year of catch) of yellowfin and skipjack from the CYRA during 1950-1975 are shown in Table 1. The preliminary estimates of the 1975 landings are 177,856 tons of yellowfin and 123,967 tons of skipjack. During 1975, yellowfin and skipjack were landed in 11 countries. The country of landing is that country where the fish were unloaded from the fishing vessel, or that received tunas transshipped by a freezer vessel or other carriers after having been unloaded elsewhere by the fishing vessel. The landings of yellowfin and skipjack by country of landings, in thousands of tons, and the percent of the total landings during 1975, were as follows:

Country of landing	Yellowfin	% of CYRA landings	Skipjack	% of CYRA landings
Ecuador	14.5	8.1	21.4	17.3
Japan	0.9	0.5	0	0
Mexico	13.7	7.7	5.6	4.5
Peru	2.8	1.6	2.7	2.2
U.S.A.	135.7	76.3	84.8	68.4
Canada, Colombia Costa Rica, France Spain and Venezuela	10.2	5.8	9.4	7.6
Total	177.8		123.9	

The catch of bigeye tuna by the surface fishing fleets during 1975 is estimated to have been 4,205 tons from the CYRA and 108 tons west of the CYRA. Most of the bigeye were taken by vessels operating in the Gulf of Guayaquil area during the last few months of the year.

The logged catches of yellowfin and skipjack during unregulated and regulated trips from the CYRA are shown in Table 2 by areas of latitude. These represent the combined catches of baitboat and purse-seine vessels as tabulated from logbook records. During unregulated trips in 1975 the main area of yellowfin production came from the area between 5-15°N. The catch logged south of the equator is the largest of this 5-year period. During regulated trips the largest yellowfin catch came from north of 20°N and from south of the equator. The major skipjack catch areas during both unregulated and regulated trips were made south of the equator.

World catches of tunas

As pointed out in last year's annual report many species of tunas are traded as a commodity on the world markets and fishery strategy of the international tuna fleet is affected by the law of supply and demand. Also in a given year many of the larger vessels may operate not only in various parts of the same ocean but also in more than one ocean. Thus it is important for the Commission's staff to know the magnitude and species composition of the annual catch of tunas and related species from the various oceans. Unfortunately the present system of collecting tuna catch statistics is inadequate. A need for more precise data on the global catches of tunas has been voiced not only by this Commission but also by other tuna research organizations and the tuna industry itself. To remedy this situation the Food and Agriculture Organization of the United Nations contracted with the Commission for the services of one of the Commission's scientists for several months in 1975 to help it improve compilation of world statistics of tuna catches. It is believed that this work will eventually lead to a considerable improvement of statistics on the global catches of tunas. At present, only very rough estimates of world catches in 1974 of various tunas, tuna-like fishes and billfishes are available (Figure 4).

The apparent increase in 1974 catch over that reported for 1972 in last year's annual report may be due only to a better estimate resulting from analysis of data not available to the Commission last year.

In Figure 5 is shown the geographical distribution of the 1974 catch of the principal market species in the world oceans.

THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

The Commission maintains records of gear, flag, and carrying capacity of tunas for most of the vessels that fish for tunas in the CYRA. Records are not maintained for individual longline vessels which operate within the CYRA nor for canoes, launches and other small craft which land tuna in some Central and South American ports.

Vessels are grouped by size class based on their carrying capacity of tunas, as follows: class 1, 0-50 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 tons or greater. The landing records of each vessel are reviewed annually and carrying capacities are revised when necessary. Owners or builders estimates of carrying capacity are used for new vessels. For the small Ecuadorian day-trip baitboats and bolicheras, the capacity stated by owners or captains is used; if information is unavailable a capacity of 25 tons is assigned to the vessel. Vessels which sink or leave the eastern Pacific tuna fishery are included in the fleet records for that year. Vessels changing flags are listed under the new flag if at least one trip is made under the new flag during that year.

The number of vessels and capacity of the eastern Pacific tuna fleet in 1975 is shown in Table 3 by flag, gear and size class. During 1975, vessels of

15 nations operated in the CYRA (the 14 shown in the table plus Colombia, whose fleet consists of small day-trip vessels for which the Commission does not maintain records). This is two more (Senegal and Venezuela) than in 1974. In terms of capacity, the 1975 fleet was composed of 95.6% seiners, 4.3% baitboats and 0.1% bolicheras and jig boats. In terms of number of vessels, seiners made up 67.1%, baitboats 29.9% and bolicheras and jig boats 3.0%. In 1975 the fleets of Bermuda, Ecuador, Spain and the U.S.A. increased in capacity; those of Canada, Mexico, Panama, Peru and France decreased in capacity; and those of Costa Rica, Netherlands Antilles and Japan remained the same. The total fleet increased 16,682 tons over 1974.

The number of vessels and carrying capacity of the international fleet which fished in the CYRA each year between 1965 and 1975 is given below:

Year	Number of vessels	Capacity (short tons)
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	355	95,229
1972	373	115,737
1973	355	138,152
1974	336	152,618
1975	334	169,300

From 1967 to 1975 the fleet has increased by 123,327 tons, an amount greater than the total fleet capacity for any year prior to 1973. The fleet capacity in 1975 increased by 10.9% over that of 1974. This is a slightly greater increase than in 1974 (14,466 tons or 10.5% over 1973) but is substantially less than the increases which occurred in 1971-1973. The fleet will continue to increase in capacity in 1976. Construction of new tuna vessels in U.S. shipyards has slowed considerably but there are many newly completed vessels ready to begin fishing and vessels under construction in shipyards in various parts of the world. It is not possible, at present, to predict exactly how much of the new capacity available in 1976 will fish in the CYRA.

RESEARCH IN 1975

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 the relative apparent abundance of yellowfin and skipjack. The CPSDF is calculated from catch and effort information obtained from logbook records which are collected from nearly all of the vessels fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean. The CPSDF is influenced to some

degree by temporal and spatial changes in the availability and vulnerability of the fish, as well as variability in the behavior of the fishermen, but it is, nevertheless assumed to be a reasonably good index of the relative apparent abundance. Since 1960, the major share of the yellowfin and, since 1961, the major share of the skipjack has been captured by purse seiners; therefore, the CPSDF of purse seiners is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDF for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1975 in the CYRA is shown in Figures 6 and 7. Annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal lines.

Yellowfin CPSDF

During 1960-1965 there was no restriction on yellowfin fishing. Starting in 1966, when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to compute the CPSDF. Since 1962, the CPSDF has been adjusted for changes in the portion of sets which are successful in an attempt to correct for changes in gear efficiency.

The yellowfin CPSDF was highest, for the period of years shown, in early 1960 at the time when purse seining first became the dominant method of fishing. Following heavy fishing pressure the CPSDF declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962, when it reached the lowest point so far recorded. The CPSDF remained low in 1963, but the catch of skipjack was high and the catch of yellowfin was less than the equilibrium catch. As a result the stock size apparently increased, as reflected by the increase in the CPSDF 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 this level through 1965. In 1966, the first year of regulation, the CPSDF began to increase, and this upward trend continued in 1967 and 1968. The CPSDF did not, however reach the level of early 1960. During these years the fishing area was expanding offshore. In 1968, 1969 and 1970 the CPSDF remained fairly constant at a high level; this was followed by a sharp decline in 1971. In 1972 the CPSDF increased substantially and remained near the 1968-1970 level for the first 4 months of the year. In 1973 the CPSDF started the year at a low level but increased sharply in March and April and remained high through May. In 1974 the CPSDF declined from January through April and increased sharply in May. This was followed by the usual mid-year decline. In 1975 the CPSDF was at the highest point of the year in January when it was at the same level as in January 1974. In most recent years the CPSDF has increased over the January-February values in March, April and May. This did not occur in 1975; the CPSDF declined steadily through July after which there was very little unregulated fishing effort. There has been a steady decline in the annual CPSDF from 1972 through 1975. The annual value of the CPSDF for 1975 is the lowest in 10 years.

In recent years it has not been possible to calculate the CPSDF for the last part of the year because there is very little unregulated fishing effort

later than June or July. The early part of the year is the season when yellowfin abundance is highest, as can be seen from the CPSDF for 1960-1965 in Figure 6. It is likely, therefore, that the annual abundance is overestimated in the regulated years in relation to the years before regulation. To examine this the CPSDF has been calculated for the first 4 months of each year; these values are shown as the horizontal dashed lines in Figure 6. The January-April values of the CPSDF are substantially higher than the annual CPSDF in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two measures of CPSDF are much closer together and in 1969, 1973 and 1974 the annual values are slightly higher than the January-April values. The CPSDF for the first 4 months and for the entire year demonstrates the same trends over the 16-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 7 for 1960-1975. From 1966 on the data from regulated and unregulated trips have been combined to compute the index.

In most years the CPSDF has been low in the early part of the year, highest in the middle of the year and has declined late in the year. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis, in 1963, 1967 and 1971. In 1972 the annual skipjack CPSDF fell to the lowest level since 1960 and the 1973 level was only slightly higher. The CPSDF increased substantially in 1974 and the CPSDF in 1975 was slightly higher than that of 1974. In both 1974 and 1975 there was a peak in the CPSDF at the end of the year, reversing the trend of most previous years. The annual CPSDF for 1975 was the highest since 1971. However, the 1975 value of 2.73 is substantially below the 1971 value of 4.03.

Catch per ton of carrying capacity

The catch per ton of carrying capacity (CPTCC) is an index which can be used to examine trends in economic efficiency of different sizes of vessels from year to year. The CPTCC for each size class is calculated by summing the catch for all ocean fishing areas and all regulation statuses and dividing by the total tons of carrying capacity for the size class. This is done for each species and for all species combined. The CPTCC for California- and Puerto Rico-based purse seiners has been presented in previous annual reports. This year the CPTCC has been expanded to include all vessels of the international purse-seine fleet of 101 tons and above carrying capacity which fished during the unregulated season each year. The vessels are grouped by size class, based on carrying capacity as follows: 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 the years 1972-1975 is shown in Table 4 by size class and for all size classes combined, for yellowfin, skipjack, other species and all

species combined. The bulk of the "other species" catch consists of bluefin and bonito and includes bigeye and black skipjack.

The CPTCC for yellowfin, for all size classes combined, has declined from 2.08 in 1972 to 1.48 in 1975. Although size-class 7 has had the highest yellowfin CPTCC in each of the 4 years, the decline has been greatest for size-classes 6, 7, 8 and 10. The CPTCC for size-class 3, 4 and 5 was higher in 1974-1975 than it was in 1972-1973. The yellowfin CPTCC declined for all size classes in 1975 from the 1974 values. The CPTCC for skipjack for all size classes combined, has increased each year of the 4-year period. In 1972 and 1975, size-class 3 had the highest skipjack CPTCC and in 1973 and 1974 the CPTCC for size-class 10 was highest. The CPTCC for "other species" is much higher for size-classes 3 and 4 than for the larger vessels. The CPTCC for all species combined, all size classes combined, has declined each year; however, the values for 1974 and 1975, 2.50 and 2.48, are very close.

Computer simulation studies

In order to estimate the fishing and population parameters of an age-structured computer simulation model such as TUNPØP two steps must be taken: 1) A growth function is used to transform catch-by-size data into catch-by-age (or cohort) data. 2) A vector of age-specific instantaneous natural mortality rates is used in cohort analyses to estimate age-specific instantaneous fishing mortality rates (and subsequently age-specific catchability coefficients) and the underlying population numbers over time.

It was determined that since the validity of predictions from an age-structured simulation model may depend heavily on the choice of the rates of age-specific natural mortality and growth, a study should be undertaken to examine the sensitivity of TUNPØP and of SIMU, a similar model of the eastern Atlantic yellowfin tuna population and fishery, to errors in the estimation of age-specific natural mortality and errors in the estimation of catch by age due to an inability to distinguish cohort modes and the resultant errors in the estimation of age-specific growth. The study was carried out during April 1975 by a Commission scientist and a counterpart from the Centre de Recherches Oceanographiques of ORSTOM in Abidjan, Ivory Coast. The results of this study as they relate to TUNPØP are reported below.

In the eastern Pacific yellowfin fishery two major cohorts appear each year, with about 6 months between recruitments. This phenomenon, coupled with the fact that intensive fishing occurs only in the first 6 months of the year as a result of the management program, makes it extremely difficult to follow consistently cohort modes even on a monthly basis. Thus two growth alternatives were used in the simulations for the eastern Pacific (Figure 8). The first alternative (SLOW) is the most commonly used growth relationship for the eastern Pacific. Its distinct feature is that it is nearly linear (in length) from 40 to 125 cm, a time span of around 3 years. The second alternative (FAST) is based on the apparent progression of two cohorts which

were both very heavily exploited in their first full year in the fishery. The distinctive feature of this alternative is the accelerated growth in length between 65 and 125 cm (a time span of slightly greater than 1 year) which is quite similar in slope to the fast growth-in-length stanza observed in the eastern Atlantic yellowfin.

Catch by age was estimated from catch by size using the SLOW growth and FAST growth relationships. For the most commonly used growth relationship (SLOW), age-specific fishing mortalities, catchabilities and underlying stock numbers were estimated separately for constant annual M (coefficient of natural mortality) = 0.6, 0.8, and 1.0 and for M decreasing linearly with age from 1.0 to 0.4 (M_{\downarrow}) and M increasing linearly with age from 0.4 to 1.0 (M_{\uparrow}). The same parameters were estimated for the FAST growth relationship for a constant annual $M = 0.8$ only. In order to maintain comparability for the various cohort analyses the initial value of F (coefficient of fishing mortality) (oldest age class) for each cohort analysis was chosen so that the total mortality on the cohort was independent of natural mortality and growth.

Those estimates labeled "1969, 70" in Figure 9 refer to the average age-specific catchability coefficients estimated by cohort analysis for 1969 and 1970, a time when the heaviest exploitation was on age-II and -III fish (approx. 10-50 kg). Those estimates labeled "1972, 73" refer to the average age-specific catchability coefficients for 1972 and 1973, a time when there was a significant increase in catchability on age-I fish (3-10 kg) due to an apparent increase in their inshore availability off Central America, and a significant increase in catchability on age-IV+ fish (>50 kg) due to an offshore expansion of the effort at certain times of the year. Only the "1972, 73" estimates of catchability were used for the FAST growth relationship.

Several sets of simulations were made to investigate fully the sensitivity of the two models to possible errors in the estimation of the basic parameters of natural mortality and growth. Runs were initiated at the beginning of the third quarter of 1974. The results of the simulations are presented for the 4-year period, 1975-1978, with the 1974 catch being the observed catch which was used to generate the initial conditions. Effort was estimated based on projections of fleet capacity for 1975-1978 and the assumption that there exists a linear relationship between the number of standard fishing days generated per quarter and the carrying capacity of the fleet, and that the relationship differs depending upon whether predominantly unregulated or regulated fishing is taking place. The simulations for the Pacific were made under the assumption that unregulated fishing occurs during the first half of each year and regulated fishing occurs during the second half. Finally, for each simulation recruitment was assumed to be constant over time in so far as the problem being analyzed is the sensitivity of the models and not the absolute outcome of predictions.

The results of the first set of simulations, along with the 4-year mean annual simulated catches, are given in Figure 9. These runs were designed to investigate the sensitivity of the model projections to changes in age-specific natural mortality under the two age-specific catchability vectors. Some variability in projected catch results from changes in age-specific M , but the overall 4-year trends are the same in most instances. The mean weight of individuals in the catch remains relatively constant (6-8 kg) as M is varied. Several things are of interest.

1) When $M = 1.0$, the only case where the population is estimated to be presently underexploited, the catch recovers quite rapidly after an initial decline in 1975. In all other cases the catch declines rapidly in 1975 and does not subsequently recover.

2) In the case of $M \downarrow$, the decrease in catch is more gradual over time than in the other cases; however the equilibrium point reached by 1978 is very close to that reached for $M = 0.6$, $M = 0.8$ and $M \uparrow$.

3) There appears to be no significant difference between predictions based on the "1969, 70" average catchabilities and those based on the "1972, 73" average catchabilities. Both modes of exploitation appear to have about equal efficiencies of exploitation on the simulated eastern Pacific population. However these findings are really valid only in terms of their effects on yield per recruitment (*i.e.* under the assumption of constant recruitment). One can imagine that the two age-specific fishing strategies may have distinctly different impacts on the potential fecundity of the stock, an important aspect of population dynamics not considered in this analysis.

The results of the second set of simulations are presented in Figure 10. These runs were designed to examine the sensitivity of the eastern Pacific (TUNPØP) predictions to changes in age-specific growth rates. All runs were made under the average age-specific catchabilities observed in 1972, 1973 with $M = 0.8$. Two sets of runs were made, the first (right side of figure) with unregulated fishing occurring in the first two quarters of each year and regulated fishing in the final two quarters (as in the previous runs), and the second (left side of figure) with unregulated fishing occurring in the first and fourth quarters of each year and regulated fishing in the second and third quarters. In both instances, and under the given estimates of age-specific catchability, the model projections appear to be quite insensitive to the changes in age-specific growth rates.

It is apparent that both SIMU and TUNPØP are relatively insensitive to changes in the input parameters of age-specific natural mortality and growth rates under existing fishery conditions. However this does not necessarily imply that predictions from the models are correct, but rather that the credibility of the projections rests on the reliability of other parameters and variables (*e.g.* the relationship between stock and recruitment or changes in availability due to increases or decreases in the area of exploitation) employed in the models.

In 1975 a major change was made in the dimensionality of the harvest sector of TUNPØP. In addition, the areal scope of the model was expanded to include both the CYRA and the area west of the CYRA where the surface fleet operates at certain times of the year. Since its original construction in 1972 the model has been basically two-dimensional, the dimensions being time and age. During 1975 area was added to the model as a third dimension because fish of certain ages appear to be more readily harvested in certain time-area strata than in others. In the two-dimensional form of the model effort is rigid in the way it is applied across the population age-structure, whereas in the three-dimensional form the age distribution and absolute magnitude of the catch are dependent on both the level and areal distribution of the effort. One of the objectives of this model is to examine the potential yield of yellowfin in the eastern Pacific under various management schemes, many of which involve the understanding of the effect of reducing or completely eliminating effort in various areas in which the fishery operates.

In order to affect the change in dimensionality of TUNPØP, the eastern Pacific was divided into areas within which age-specific catchability coefficients have been relatively constant from year to year. These areas (Figure 11) were selected on the basis of an examination of the predominant modes in the estimates of catch by 5° area and quarter for 1969 through 1973. Age-specific catchability coefficients (the probability that a unit of effort encounters a unit of the population in a unit of time) were then estimated for each area. These values are summarized in Figure 12, separate graphs being given for the inshore areas (A1, A2, A3, and A6) and offshore areas (A4, A5, A7, and A8). It is apparent that the younger fish (ages 0 and I) are much more vulnerable and/or available in the inshore areas than in the offshore areas, and that the reverse is true for the older fish (ages II, III, and IV). It is also true that the predominant mode of fishing in the inshore areas is "school fish" or "non-porpoise" fishing, whereas the predominant mode of purse seining for yellowfin in the offshore area is "porpoise" fishing.

Unfortunately there appear to be some serious problems in employing this expanded version of TUNPØP to represent the fishery dynamics in the eastern Pacific.

- 1) The relationship between effort being applied to a subarea and the resultant age-specific fishing mortality on the entire population does not appear to be adequately represented by the classical multiplicative relationship between age-specific catchability and effort. It appears that not only are age-specific fishing mortalities rather independent of effort, but that there is a complex covariance structure between area-specific catchabilities, perhaps linked to heterogeneity of either age-specific vulnerability, availability and/or underlying population abundance.

- 2) Most simulations of offshore catches fall significantly short of observations, especially as they related to the older age classes. This, in turn, leads

one to speculate as to the structure of the underlying population pool. Perhaps it is more complex than that of the unit population approach presently being employed in the model.

It is hoped that these and other problems can be at least partially resolved in the near future. In doing so perhaps significant advances can be made in both management policy and the basic understanding of the population structure of yellowfin tuna in the eastern Pacific.

The behavior of the various forms of TUNPØP is perhaps better understood when the predictions of the catches of 1975 and 1976, given in the Commission's annual report for 1974, are examined in light of what actually happened in the fishery in 1975. Before the start of the 1975 season it was projected that "If unregulated fishing ends during the second quarter, the catch in 1975 should be between 120 and 160 thousand tons, depending on the vulnerability of age-1 fish. . . . It is emphasized that the above predictions are valid only if the assumptions upon which they are based are valid. Of particular importance is the assumption that the recruitment in 1973 and 1974 was average, and that the high catches of 1-year-olds in those years was due to a greater-than-average vulnerability of the small fish to the fishing gear. If the large catches of 1-year-olds in 1973 and 1974 were due to better-than-average recruitment in those years, the outlook for 1975 and 1976 is much better."

The following set of tables gives the observed and predicted catches and CPSDF for 1975 and 1976, as well as the relative age composition of the catch for the first two quarters of 1975. Quarters of the year are designated by Q1, Q2, etc.

CATCH (short tons)

Time	Observed	Actual prediction	Prediction corrected for recruitment	Prediction corrected for recruitment and effort
1975-Q1	84,080	55,711	83,122	79,196
1975-Q2	45,631	63,607	77,524	70,183
1975-Q1+Q2	129,711	119,318	160,646	149,379
1975-Q3+Q4	43,289*	19,598	21,168	51,009
1975-Total	173,000*	138,918	181,814	200,388
1976		147,296	158,369	159,567

*preliminary estimates.

CPSDF (short tons/day)

Time	Observed	Actual prediction	Prediction corrected for recruitment	Prediction corrected for recruitment and effort
1975-Q1	4.44	2.76	4.11	4.18
1975-Q2	2.67	3.15	3.84	4.11
1975-Q1+Q2	3.60	2.95	3.98	4.15
1975-Q3+Q4	2.49*	2.86	3.09	2.93
1975-Total	3.24*	2.94	3.85	3.75
1976		2.97	3.11	2.99

**RELATIVE AGE COMPOSITION OF CATCH IN WEIGHT
DURING Q1 AND Q2 OF 1975**

Age	Observed	Actual prediction	Prediction corrected for recruitment	Prediction corrected for recruitment and effort
O	.02	.02	.01	.01
I	.35	.60	.53	.52
II	.46	.25	.37	.38
III	.14	.09	.06	.06
IV	.03	.04	.03	.03

The actual prediction (second column) is that set of predictions made before the start of the 1975 season which employed the fishery conditions most like those which actually occurred in 1975 (low Age-I vulnerability and/or availability, primarily regulated fishing in the first two quarters, primarily regulated fishing in the last two quarters). The prediction corrected for recruitment (column 3) gives the simulated catches that would have resulted if the apparent increases in the 1974 recruitment (122% increase for Y group and 61% increase for X group), which were estimated from cohort analyses using the catch by age through the second quarter of 1975, were accounted for in the input to the model. The prediction corrected for recruitment and effort (column 4) gives the simulated catches that would have resulted if both the apparent changes in the 1974 recruitment and the actual 1975 effort were known prior to the 1975 season. Finally the following set of tables gives the observed and predicted catches and CPSDF for 1975 and 1976 as well as the relative age composition of the catch for the first two quarters of 1975 using the new version of TUNPØP, mentioned above, which included an expanded areal dimensionality to the model as well as an inclusion of the area west of the CYRA boundary.

Time	CATCH (short tons)					
	CYRA		OUTSIDE CYRA		TOTAL	
	Observed	Predicted	Observed	Predicted	Observed	Predicted
1975-Q1	84,080	97,547	0	0	84,080	97,547
1975-Q2	45,631	72,311	9841	6,848	55,472	79,159
1975-Q1+Q2	129,711	169,858	9841	6,848	139,552*	176,706
1975-Q3+Q4	43,289*	31,942	39,159*	17,479	82,448*	49,421
1975-Total	173,000*	201,800	49,000*	24,327	222,000*	226,127
1976		177,420		24,709		202,129

*preliminary estimates

Time	CPSDF (short tons/day)					
	CYRA		OUTSIDE CYRA		TOTAL	
	Observed	Predicted	Observed	Predicted	Observed	Predicted
1975-Q1	4.21	4.89	—	—	4.21	4.89
1975-Q2	2.58	4.08	4.95	3.44	2.82	4.01
1975-Q1+Q2	3.44	4.51	4.95	3.44	3.52	4.46
1975-Q3+Q4	2.75*	2.03	6.11*	2.73	3.72*	2.23
1975-Total	3.24*	3.78	5.84*	2.90	3.59*	3.66
1976		3.32		2.94		3.27

**RELATIVE AGE COMPOSITION OF CATCH IN WEIGHT
DURING Q1 AND Q2 OF 1975**

Age	CYRA		OUTSIDE CYRA		TOTAL	
	Observed	Predicted	Observed	Predicted	Observed	Predicted
0	.02	.01	.01	.00	.02	.01
I	.35	.41	.11	.11	.32	.40
II	.46	.44	.39	.52	.43	.44
III	.14	.12	.17	.31	.13	.12
IV	.03	.03	.32	.07	.11	.03

The observed effort by area and estimated increases in recruitment for 1974 were accounted for in the input to the model. Several things become rather apparent upon examination of these tables:

1) The original predictions of catch for 1975 were substantially underestimated due mainly to the inability to estimate the apparent increase in recruitment which occurred in 1974.

2) An over-estimate of the contribution of age-I fish and an underestimate of the contribution of age-III fish to the 1975 catch is made in all cases in the first set of tables. It is hypothesized that this is due to the heavy fishery for skipjack in 1975 as well as the inability of the two-dimensional model to account for the change in relative age-specific fishing mortality as a result of the distribution of effort over time and area. One can note that the CYRA age-composition is quite adequately represented by the simulations of the three-dimensional model (second set of tables).

3) It appears that the apparent increase in 1974 recruitment was not felt uniformly throughout the eastern Pacific fishery. This is exemplified when one compares the observed with the predicted age composition of the first semester catch in 1975 west of the CYRA boundary. The model appears to overestimate the contribution of age II fish due to the fact that any increases in simulated recruitment are felt uniformly in the underlying stock, recruitment being independent of area.

4) The three-dimensional model appears to fail quite consistently to predict the magnitude of the catch west of the CYRA boundary. This is quite likely due to a misrepresentation of the underlying population structure.

5) The consistent over-estimates of catch in the CYRA in the corrected runs are possibly due to an inability of the model to account for the effect of heavy skipjack fishing on real yellowfin effort, and a resultant overestimate of yellowfin effort. Upon examination of the corrected predictions one might surmise that if 1975 had been an average skipjack year the yellowfin catch inside the CYRA might have approached 200,000 tons, given no change in level of effort. In addition the decline in CPSDF in 1975 was probably partially due to the high skipjack catch as well as a decline in yellowfin abundance.

POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS

Population structure as inferred from spawning

Recent investigations of the morphology and serology of yellowfin suggest the existence of a number of genetically distinct subpopulations within the yellowfin fishery. In addition, yellowfin belong to two recruitment cohorts; the *X* cohort which enters the fishery during the first half of the year, and the *Y* cohort which enters the fishery during the second half of the year. These cohorts are described on page 00. One mechanism that could account for the existence of both genetically separate subpopulations and distinct recruitment groups is temporal or spatial separation of spawning groups. Spawning data were collected by Commission staff members from 1953 to 1961 from the coastal baitboat grounds, and from 1970 to 1973 from the offshore fishing area and outside the CYRA. During 1975 these data were analyzed to determine if the spawning habits of yellowfin supported the existence of genetically separate subpopulations, and to ascertain if spawning was the mechanism responsible for the semesterality of recruitment.

Ovaries from yellowfin landed by the fleet were used to determine nearness of spawning. The stage of development of the ovaries was quantified by a gonad index, which is the numerical ratio of the weight of both ovaries to the weight of the fish. By examining the ova from fish with gonad indices ranging from 10 to 70, it was found that a fish with a gonad index of 30 or above contained mature ova, and these fish were assumed to spawn within the month of capture. Only these mature fish were used in the analysis.

In order to associate groups of spawning fish with the *X* or *Y* cohorts found in the fishery, the length-frequency modes of the spawning fish were superimposed on the length frequencies from the catch data (Figures 13 and 14). In this way the yearly patterns of spawning of the *X*- and *Y*-groups could be determined.

Different yearly spawning patterns were found between the fish from the coastal baitboat grounds and those caught offshore and outside the CYRA. The major spawning areas of the coastal historic baitboat grounds are the Revillagigedo Islands, the Tres Marias Islands, the coast of southern Mexico, and the coasts of Costa Rica and Panama. Fish in these areas exhibit two spawning periods per year (summer and winter) which last for 2 to 3 months. The analysis revealed that the same cohort spawns twice a year with the peaks of spawning about 6 months apart.

Fish taken further offshore and outside the CYRA did not exhibit this twice-a-year spawning pattern. The fleet did not fish in the latter area during the first quarter of the year; however other months when samples were collected all have high percentages of spawners (Figure 14). Thus spawning in this area occurs over a long period of time, possibly year around. The reasons for the differences in spawning between the fish from the two areas are uncertain. Possibilities which bear examination are: (1) the environment in the two areas is thought to be quite different and (2) fish caught outside

the CYRA are distinct from coastal populations and are similar to Hawaiian yellowfin, which also exhibit long spawning periods. Since the same cohort of coastal fish spawns twice a year, temporal differences in spawning could not be responsible for the genetically separate subpopulations found in the fishery; these data are not sufficient for determining whether spatial isolation of spawning groups occurs. However, the semi-annual spawning cycle does explain the existence of *X*- and *X*-recruitment cohorts.

Tuna tagging

Tagging has been given considerable emphasis during 1969-1975 because of the recent greatly increased fishing intensity 500 to 1,500 miles offshore and the consequent need to know more about the extent of mixing among the fish of different inshore and offshore areas and between the inshore and offshore fish. Because yellowfin are much more heavily exploited than skipjack in the areas of recent heavier fishing, emphasis is being given to this species. Eighteen charter cruises and a number of opportunistic cruises have been conducted during this period.

Two charter cruises aboard purse seiners were conducted during 1974. The first was carried out off Central America during the second quarter of the year. Large numbers of small yellowfin had been caught off Central America during the second quarter of 1973, and it was hoped that they would appear again in 1974. It was considered highly desirable to tag these small fish so that it could be determined where they appear in the fishery when they get older and so that the rate of fishing mortality on them could be estimated. Fortunately, small yellowfin did appear in that area during the second quarter in 1974, and a large number of them were tagged. The second cruise was conducted further offshore during the fourth quarter of the year. The results to date from these cruises are as follows:

Cruise	Vessel	Date of release	Area of release	Yellowfin			Skipjack	
				Released	Returned 1974 1975 Unk.	Released	Returned	
1072	<i>Marco Polo</i>	Apr.-May 1974	Central America	3,664	118 6 5	5	0	
1073	<i>Marco Polo</i>	Oct.-Nov. 1974	10°N - 107°W	5,006	68 116 14	43	0	

The areas of recapture of the yellowfin of the first cruise are shown in Figure 15. (Not all the returns appear in this figure because the data are incomplete for some of them.) Although there are only three 1975 returns with usable data, it appears that there was an offshore movement of these fish during the second half of 1974.

The ratio of 1975 to 1974 returns for the yellowfin of Cruise 1072 is of particular interest. The fish were released in April and May, at which time their average length was about 65 cm. Concern had been expressed by the staff of the Commission that the heavy catches of small yellowfin off Central

America during the first half of the year in 1973 and 1974 were due to greater-than-average vulnerability of these fish to the fishery, rather than to greater-than-average recruitment. The low catch of the tagged fish in 1975 indicates tentatively that there were few of these fish remaining, presumably because they were so heavily fished in 1974. It is emphasized that this conclusion is only tentative, however, for the fish may have merely become relatively invulnerable to the fishery, and may still be surviving in large numbers. Future tag returns will be watched with extreme interest to gain further insight on the fate of this important group of fish.

The results of three other tagging experiments conducted in the same area at the same time of year during the period when the fishery was less intense are of interest. These are as follows:

Cruise		Returns				
		Year 0 (year of release)	Year 1	Year 2	Year 3	Year 4
1027	Apr. 1959	8	17	1	0	0
1038	Apr.-May 1961	378	157	1	0	1
8035	Apr.-May 1962	30	23	0	0	0

For all of these the ratios of year-1 returns to year-0 returns were higher than that for Cruise 1072, indicating tentatively that the survival rate of these fish was higher during the 1959-1963 period than during the 1974-1975 period.

The areas of recapture during 1975 of the yellowfin of Cruise 1073 are shown in Figure 16. (Not all the returns appear in this figure because the data are incomplete for some of them, including those for one fish recaptured outside the CYRA.) The pattern of dispersal of the fish is similar to those of the tagged fish released in about the same area in 1969 and 1971 (IATTC Annual Report, 1970 and 1972). Nevertheless these data will be useful for obtaining better understanding of the migrations of the fish of this important area.

The following tagging experiments were initiated during 1975:

Cruise	Vessel	Date of release	Area of release	Yellowfin		Skipjack	
				Released	Returned	Released	Returned
1074	<i>Christina C.</i>	Mar.	Southern Mexico	1	0	0	—
		May-Jun.	Central America	124	2	0	—
		Jun.	Revillagigedo Is.	6	0	0	—
1075	<i>Taurus</i>	Jun.-Jul.	Baja California	2,861	937	1,042	247
		Jul.	Revillagigedo Is.	72	11	0	—
1076	<i>Christina C.</i>	Jul.-Sep.	Revillagigedo Is.	141	4	45	0
		Jul.-Aug.	Tres Marias Is.	442	3	0	—
		Sep.	Baja California	35	1	0	—
		Sep.	Southern Mexico	22	1	0	—
		Nov.	Revillagigedo Is.	37	0	164	4
1077	<i>Christina C.</i>		Southern Mexico	38	0	0	—
		Oct.	Baja California	32	2	301	51
1078	<i>Karen Mary</i>	Nov.	Revillagigedo Is.	431	126	1,456	680
		various	Ecuador	292	4	107	5
	<i>Alofaga</i>	Feb.-Apr.	American Samoa	12	0	102	2

Cruise 1074, conducted aboard a purse seiner, was intended to be a replicate of Cruise 1072, initiated during 1974, but unfortunately the large numbers of small yellowfin which had appeared off Central America in 1973 and 1974 did not appear there in 1975. The purpose of Cruises 1076 and 1077 was to tag yellowfin inside the CYRA during the period when there was relatively little fishing in this area so that the tagged fish would have time to disperse before being caught. The numbers of fish tagged on all three of these cruises were low because the catches consisted almost entirely of fish much too large to handle.

For Cruises 1075 and 1078, conducted aboard baitboats, it was planned to tag yellowfin in three areas, Baja California, the Revillagigedo Islands, and the Tres Marias Islands, in conjunction with the collection of blood samples and other data, to learn more about the relationships of the fish of these areas to one another and to the fish of other areas. In addition, as many skipjack as possible were to be tagged. Considerable numbers of both yellowfin and skipjack had been tagged in these areas in previous years in June and July, although not in conjunction with the collection of blood samples and other data. Relatively few had been tagged there during October and November, however. No analyses have yet been made of the return data from these cruises. More so than has usually been the case in the past, a few vessels fishing near the tagging vessels have managed to catch large numbers of the tagged fish. Of a group of 310 yellowfin released off Baja California on July 10, 272 were recaptured on the same day in a single set by a purse seiner fishing nearby. It is interesting to note, however, that 3 of the remaining 38 fish have so far been recaptured by other vessels. Several vessels fishing near Roca Partida several days after tagged yellowfin and skipjack were released there in November caught large numbers of the tagged fish.

In addition to the yellowfin and skipjack listed above, one black skipjack was tagged on November 1 at Roca Partida and recaptured in the same area on November 24. Only a few black skipjack had been tagged prior to this one, and this is the first return of any of these.

Tagging in Ecuador was conducted aboard both baitboats and purse seiners. Previous to 1975 no tagging had been carried out aboard purse seiners based in that country, but due to difficulties in obtaining enough fish to tag aboard baitboats four tagging trips were made aboard purse seiners. Totals of 216 yellowfin and 65 skipjack were tagged, but only one return has been received from these so far, so the method may be abandoned.

The United States tuna industry, the government of American Samoa, and the National Marine Fisheries Service sponsored exploratory fishing for tunas near American Samoa by a combination baitboat and jigboat during the first half of 1975. One Commission employee accompanied this vessel on each trip and tagged as many yellowfin and skipjack as was possible. The two skipjack which were returned were at liberty 48 and 50 days, but both were recaptured within 10 miles of the point of release. One was recaptured by the research vessel and the other by a small local jigboat.

A study of the mortality of skipjack, as estimated from tagging data, was begun in 1974 and has continued intermittently as time has permitted. This study includes data for fish released in the Baja California, Revillagigedo Islands, Gulf of Panama, Gulf of Guayaquil, and Peru areas in various years of the 1957-1973 period. Since the fishing effort is not constant with time, it is necessary to adjust the tag return data by dividing the number of returns for each period by the amount of effort exerted during that period and then multiplying the quotients by a constant to make the total adjusted returns the same as the total actual returns. Some of the effort is baitboat effort and some is purse-seine effort, and these cannot be used together unless the purse-seine effort is converted to baitboat effort or *vice versa*, so the necessary conversions were made. The catch curves are irregular (Figure 17), but perhaps not quite so much as those obtained for yellowfin in previous studies. Generally, the mortality rates are highest for the releases in the Baja California and Revillagigedo Islands areas during 1962-1965, and also for the Peru releases. It is suspected that the rates for the fish released in the Peru area may have been high due to higher-than-average rates of emigration or to their having become less vulnerable to the fishery shortly after release.

Subpopulation studies

For the past 2 years the Commission's investigation of stock structure and identification based on genetic and morphometric data has been concentrated on obtaining data from fresh unfrozen fish. Thirty-seven samples of yellowfin tuna have been collected from which both blood and morphometric data were taken, including 19 samples from the Ecuadorian coastal fishery, 8 samples from tagging cruises in the central coastal and offshore porpoise fisheries, and 10 samples from tagging cruises in the northern baitboat fishery. The collection sites are indicated in Figure 18. The results of analyses presented at this time represent a very limited view of the possible complexities of the stock structure due to limited distribution of sampling, both temporal and geographical.

The samples were first analyzed for their genetic homogeneity based on their serum transferrin characteristics. As has been reported earlier, the homogeneity of a sample is determined by the relative frequency of the transferrin A allele. When the frequency of the transferrin A is found to be less than .705 and greater than .660, then the sample is considered to be a "low frequency" sample and homogeneous. Similarly when the transferrin A frequency is .780 or greater the sample is a homogeneous "high frequency" group. Intermediate values (.706 to .779) are considered to be groups of mixed composition. In the southern portion of the fishery a third condition is encountered where the transferrin frequency is below .660. These samples are referred to as "very low gene frequency" samples.

The samples that have low, very low or high gene frequencies are distinct genetically from each other and are comprised of fish with a high probability

of separate origin. These samples are important to the morphometric analyses because they are expected to exhibit relatively low variances in their morphological characteristics as compared to samples which are a blend of two or more genetic components. These homogeneous samples have been selected as reference samples against which all other samples are compared. Success in identifying and determining stock components depends greatly on having a reference sample for each component found in the fishery, a goal which has probably not yet been met by the sampling program.

The results of the genetic analysis of the samples are shown in Tables 5 and 6. Of the 17 samples from the northern and central areas of the fishery, only 3 were homogeneous; normally a higher percentage of homogeneous samples are encountered from that area. On the 14 mixed samples, it was possible to divide 3 of them into homogeneously distinct groups. These six homogeneous samples were used as reference samples; they are identified in the tables by asterisks after the sample numbers.

After the genetic composition of the samples had been determined the morphometrics were examined. Each morphometric sample was a subset of 50 fish from the larger blood sample. Eight morphological measurements were taken from each fish: 1) total length; 2) snout to insertion of first dorsal; 3) snout to insertion of second dorsal; 4) snout to insertion of anal; 5) head length; 6) first dorsal to second dorsal; 7) first dorsal to anal; 8) second dorsal to anal.

In order to compare fish of different total lengths, all of the morphological measurements were corrected to those that would occur on a fish of 600 mm total length. To test if a linear correction factor was valid, the linear growth rates of each morphological variable with respect to the total length were determined to see if they were the same for each sample. The reference samples proved to have similar growth rates for all of the morphological variables; however most of the genetically mixed samples (13 out of 27) had differing growth rates. It was hypothesized that this could be explained by the existence of separate genetic components within mixed samples.

Examination of the mean values of the corrected morphometric variables revealed that there was a discrepancy between the means of small fish (45-70 cm) and the means of large fish (70-90 cm). Therefore a test was conducted to determine if the correction technique was valid for both large and small fish, and if large and small fish could be compared. This was done by statistically comparing two corrected samples of the same size, and then re-testing uncorrected subsamples with identical distributions of total length to see if similar results were obtained. The results showed there was no difference between the corrected and uncorrected samples of small fish. Statistical comparison of large-fish samples gave different results for corrected and uncorrected samples. From this test it appears that there is allometry occurring in the relative growth of the larger fish and that the large- and small-fish samples should not be compared. Since there are only a few

samples consisting of the larger size range of fish (70 cm total length or greater), these were eliminated from further analyses.

The next step in the analysis was comparison of the reference samples to see if they were morphologically distinct from one another. Using the multivariate statistical technique of canonical analysis, reference samples were compared within areas (north, central and south) and between areas. The northern reference samples attained a maximum separation along an axis created by one variable (second dorsal to anal). The southern reference samples displayed differences in head length, second dorsal to anal fin length and first to second dorsal length. The central area samples were separated mainly by head length, and most of the difference between areas was caused by disparities in head length, second dorsal to anal fin, and snout to first dorsal lengths.

All of the genetically-mixed samples from the north and south were next compared to all of the reference samples of these areas using the same statistical test. This was done to see if all of the genetic variability found in the fishery was accounted for by the reference samples. The genetically-mixed samples appeared to be composed of mixtures of the reference samples, and no new groups distinct from the reference samples were found. However, when the fish from the mixed samples within an area were reclassified into genetic reference groups based upon morphometrics, the gene frequencies did not correlate with those of the reference groups. Further comparisons of mixed groups and reference groups are planned when more samples are collected, to define further all of the genetic components of the fishery, and to see if morphological changes are accompanied by changes in gene frequency.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Morphology and energetics of scombrids

In a continuing effort to identify the factors affecting the vulnerability, availability and abundance of the tropical tunas the staff has been studying the organization of the red and white swimming muscles, their biochemical properties, and the circulatory systems of the larger scombrids such as tunas and mackerels. The study revealed a number of complex but interesting relationships among the fish and their preferred habitats.

Among the species studied, shape and relative positioning of the red muscle and its vascularization appear to be closely related. In more primitive species, such as the mackerels and bonitos, the red muscle occurs as a wedge on the outside surface of the white swimming muscle. In the more advanced species such as skipjack, bluefin, albacore, and bigeye, the red muscle is surrounded (internalized) by the white muscle. Muscles of the more primitive species usually receive their blood supply via the dorsal aorta and post cardinal vein. As one examines increasingly more advanced species there is a transition toward a completely lateral orientation of the cutaneous vascular system which supplies the swimming musculature, such as observed in the bluefin and albacore tunas.

A characteristic of the tuna-like fishes is the presence of vascular heat exchangers in the blood supply to the swimming muscles. There are other similar structures associated with the viscera and eyes of some of the tunas which live in or frequent colder waters. The heat exchangers appear to function as heat retention devices which conserve metabolic heat. The configuration of the heat exchangers found in association with the swimming muscles depends upon the particular variation in the pattern of vascularization found in the individual species. Such scombrids as *Auxis*, *Euthynnus*, *Katsuwonus*, and some species of *Thunnus* with complete dorsal aortas situated beneath the spinal column have heat exchangers associated with this blood vessel. On the other hand, those species without the complete aorta depend entirely upon the cutaneous arteries as the blood supply for their swimming muscles. Each of the tuna-like species has some level of development of the cutaneous arteries. In the more primitive *Auxis* and *Euthynnus* species only a single epaxial artery and vein pair are present on each side of the body. Skipjack and members of the genus *Thunnus* have two paired cutaneous vessels on each side of the swimming musculature. There are several different patterns of this specialized vascularization which are characteristic of the individual species.

The array of vascular, muscle placement and heat exchanger configurations appears to be linked to the heat budgeting of the scombrids. Transition from the more primitive lateral red-muscle configuration with central blood supply to deeply internalized red muscle with lateral vascularization appears to parallel the range of habitat from a relatively restricted one to the more generalized habitat of the wide-ranging species. These observations and relations are summarized in Table 7.

The hydrodynamic characteristics of the skipjack, yellowfin, bigeye, and albacore were used in the energetics model, discussed in the Commission's Annual Report for 1973, for evaluating the energy utilization of each species at their minimum speeds for sustained hydrodynamic equilibrium. Attempts to determine the relative heat production and dissipation characteristics of each species based on these data show that their energetic and heat balance properties change as functions of their size and the subsequent variation in their hydrodynamic properties. The problem of overheating in bigeye is well known. For example, observations of hand-line-caught bigeye, in water temperatures of 24° C or greater, which have been struggling on capture indicate that in a large percentage of the individuals landed some portion of the muscles undergo heat denaturation. This is associated with a considerable discoloration of the affected tissues and their separation. Fish exhibiting this phenomenon are commonly referred to as being partially "cooked," and their commercial value is low.

It is also known from the data on the geographical distribution of the catch that skipjack tend to avoid areas having sea-surface temperatures above approximately 29° C and below 15° C. This may indicate the relative

heat intolerance of skipjack in contrast to yellowfin, which are found in abundance in areas where the sea-surface temperature may be as high as 31° C or as low as 20° C.

The physiology, morphology, and swimming activity of the tunas varies with species and size. This means that the various species will likely have a different preferred habitat at each size or age, and there will be considerable distributional overlap between species. Differential availability by size and environmental conditions will likely be the case. This is, in fact, what is observed (IATTC Annual Report for 1974).

Data from the Japanese longline fishery and studies of vertical longline catch rates show distinct relationships between both the temperature and the oxygen content of the water and the species composition of the catch. Using the energetics model and the available data on hydrodynamic properties of tunas, a study of the oxygen requirements of tunas based on the energy of swimming at the minimum speed required by the fish for sustaining its hydrodynamic equilibrium, yielded the following interesting information.

Species	Fork length (cm)	Estimated lower oxygen tolerance for sustained activity (ml O ₂ /L)
<i>Katsuwonus pelamis</i>	50	2.45
	75	3.42
<i>Thunnus albacares</i>	50	1.59
	75	2.06
<i>Thunnus obesus</i>	50	0.74
	75	1.35
<i>Thunnus alalunga</i>	50	1.76
	75	2.25

The results for bigeye and albacore may be of particular interest to the longline fishermen. Data from the studies of a Japanese researcher, Hanamoto, indicate that when the oxygen levels at 100 m are below 1 ml O₂/L there is a marked decrease in catch success for bigeye tuna. In those areas where the distribution of bigeye and albacore overlaps it is likely that as depth increases and oxygen levels decrease, the albacore are restricted by oxygen levels well before bigeye, and that even though temperatures may be within the tolerance range of the albacore, they will not necessarily be present. The results of studies of another Japanese researcher, Saito, which indicate an increasing bigeye concentration at depth where albacore catch rates have declined in the southern Pacific Ocean, may be a result of this phenomenon.

The skipjack requirements may explain the fact that concentrations of skipjack, particularly the larger ones, are not found in the warmer coastal zone off Mexico and extending offshore to below the Revillagigedo Islands. This zone is characterized by the shallow oxygen minimum where levels below 1 ml/L are encountered at depths of only 50 to 100 feet.

Yellowfin, of course, exhibit both oxygen level sensitivity and temperature affinities which keep them confined mostly to the upper 100 m or so of the eastern Pacific Ocean, and only slightly deeper in the majority of the world oceans.

Biochemistry of scombrids

The biochemical characteristics of scombrids which have been studied by the Commission staff include the presence or absence of, and the qualitative electrophoretic properties of about 18 enzymes important to the metabolism of energy storage and utilization. The enzymatic profiles of the tissues indicate the predominant energy source utilized by each tissue. The similarities of the profiles and the qualitative comparisons within and among species permit several interesting comparisons. The first comparison to be discussed will be the source of energy derivation for each of three muscle types and the second will be that of the phylogenetic information gleaned from the electrophoretic data. Fourteen species of scombrid fishes have been examined to date.

The three muscle types serve distinctly separate functions in tuna physiology. The heart, of course, serves to pump blood continuously throughout the body. The two types of swimming muscles, red and white, differ in their distinct function also; it is safe to say, in tunas, that the coloration of the muscles alone is indicative of their function.

The red musculature contains the enzymatic complement necessary to derive continuous energy from the basic oxygen-dependent energy sources, simple phosphorylated sugars and amino acids, but not from glycogen stores. The absence or very low levels of aldolase and phosphoglucomutase in red muscle precludes the effective use of anaerobic processes of energy derivation in this tissue.

White muscle, on the other hand, has high activities of these two enzymes, indicating the importance of the anaerobic processes of glycolysis as an energy source in this tissue. A unique characteristic of white muscle is the high activities of α -glycerol phosphate dehydrogenase, an enzyme found in many insects, invertebrates, and in hummingbird flight muscle. The enzyme is not present in detectable quantities in any of the other tissues in scombrids. The function of the enzyme is likely two-fold, one being as a method for rapid mobilization of energy to and from the fat stores, and other being a potential anaerobic energy generation system resulting in a less toxic by-product than the typical lactate pathway.

The key enzymes in the typical anaerobic processes of energy utilization and derivation are: 1) aldolase; 2) phosphoglucomutase; 3) lactate dehydrogenase and 4) to some extent, due to its regulatory role, pyruvate kinase. The first two enzymes are missing in both heart and red muscles, the continuously active muscles, precluding any significant anaerobic energy derivation

via this pathway. The lactate dehydrogenase (LDH) of heart and red muscle is similar in most of the scombrid species, whereas the white muscle exhibits a unique enzyme form which is occasionally a minor component in red muscle but is never found in the heart tissues. Collaborators working at the University of British Columbia have found that the LDH activity in the white muscle of skipjack and albacore is higher than any reported value for fish. Similar activity levels are observed in all of the species of scombrids examined electrophoretically by the staff. The LDH activity in red muscle and heart is approximately 10% of that in white muscle.

Another characteristic of white muscle is the absence of a glutamate dehydrogenase (GDH) activity. This enzyme is important to protein catabolism as a source of energy, indicating once again the relative importance of the anaerobic processes in white muscle as compared to the other two muscle types.

Further studies of the roles and relative activities of the intermediary enzymes are needed to gain a better understanding of the physiological properties of the scombrids.

Phylogenetic information is derived from comparisons of the electrophoretic mobilities of the individual enzymes for each species. Those specific enzymes which exhibit indistinguishable mobilities are assumed to be identical and a table of relative similarity can be generated from the electrophoretic data. A clear progression from the genus *Scomber* to *Thunnus maccoyii* is indicated in our data (Table 8 and Figure 19.) The reason for placing *Scomber* at the base is due primarily to its primitive red-muscle placement and low proportion of shared enzymes with the other species. These results compare remarkably well with recent systematic studies of the group, the major difference being that skipjack is biochemically more closely related to *Euthynnus* than it is to the genus *Thunnus*. The Commission staff is in the process of studying the relationship of species of *Auxis*, *Acanthocybium*, *Scomberomorous* and *Gasterochisma* to the present list.

Size composition of the 1975 catch

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

In 1975, 716 length-frequency samples of yellowfin and 556 samples of skipjack were measured from catches landed in California, Puerto Rico, Panama, Ecuador, Peru and Mexico. The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA during 1970-1975 are shown in Figure 20. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin in the CYRA for 1975 is 29.8 pounds, an increase of 11.5 pounds over the unusually

low average weight for 1974. In 1974 and in 1973 there were very large catches of fish of the entering year class which mainly came from log-associated schools in inshore waters off Central America. This group of fish forms the predominant mode at 60 cm in the 1973 and 1974 length-frequency distributions. In 1975 the fish of the entering year class were much less abundant than in the 2 previous years. In contrast, fish of 68-76 cm were more abundant in 1975 than in 1973-1974. The 1975 length-frequency distribution more closely resembles those of 1971 or 1972.

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled from catches made in the eastern Pacific Ocean between the western boundary of the CYRA and 150° W longitude during 1970-1974 are shown in Figure 21. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin from this region is 72.5 pounds for 1975. In 1975, as in every previous year except 1972, the average weight of yellowfin from the outside area is more than twice the average weight for the CYRA.

The annual length-frequency distributions of skipjack sampled in the eastern Pacific Ocean during 1970-1975 are shown in Figure 22. The preliminary estimate of the annual average weight of skipjack for 1975 is 8.3 pounds, 1.1 pounds higher than the average weight for 1974 but slightly less than the average weights for 1971, 1972 and 1973.

Size composition and spawning groups of skipjack

The size composition of skipjack captured by seiners and baitboats by quarters for 1974 and 1975 is shown in Figure 23 (that for 1974 north of 15° N is not shown as catches were small). The 1974 distributions south of 15° N are typical of many years with a strong recruitment of younger fish between 45 cm and 50 cm in the first quarter and a progression of modes through subsequent quarters assumed to represent growth. For the area north of 15° N in 1975 the size composition in the first quarter is also typical of other years where a smaller cohort of older fish is also represented. In the area south of 15° N in 1975 the size distribution is unusual in that the number of older fish represented by the mode at 59 cm and assumed to belong to the cohort first recruited in 1974 (hereafter designated as the 1974 cohort) is larger than the number of incoming younger fish represented by the mode at 44 cm. This situation also occurred in 1972 and 1973 but the effect on the fishery was less impressive as only 7,000 tons and 8,000 tons of skipjack, respectively, were logged in the first quarter of those years compared to 32,000 tons in 1975. If the lengths used for separating fish captured in the first two quarters of 1975 into younger fish (from 1975 cohort) and older fish (from 1974 cohort) are the lowest points between the modes (at 50 cm and 55 cm as indicated by the dashed vertical lines in Figure 23, middle panel), the estimates of the numbers captured and logged by quarter and cohort are as follows:

Millions of skipjack logged in 1975

	1975 Cohort (Age 1+)	1974 Cohort (Age 2+)	Total Age 1+, 2+
Quarter 1	2.0	4.6	6.6
Quarter 2	4.6	3.0	7.6
Semester 1	6.6	7.6	14.2

It is apparent that there were more older fish from the 1974 cohort than there were younger fish captured in the first semester of 1975. The situation is similar to that of 1971, also a good skipjack year, with a preponderance of large fish.

From 1959 to 1970 the catch of skipjack in the first semester appears to consist mainly of recruits belonging to one spawning group designated as group A. In some years it appears that a second group of recruits, designated as group B, enters the fishery in the third quarter, and reaches a modal length of 50 cm about 5 months later than group A. However in 1971 and 1973 the younger fish were a very small proportion of the first semester catch, with most of the fish tentatively identified as older group B. In 1975 south of 15° N (where 83% of the total logged catch was made), both younger and older fish appear to be group B.

The assumptions upon which the tentative identification of A and B groups is based are many and are open to question: 1) that the group-A spawning area is centered south of the equator in the central Pacific during southern spring and summer, and that the group-B spawning area is centered north of the equator during northern spring and summer and that there is some overlap between areas; 2) that fish from each group spawn only once a year; 3) that peak spawning by group-A fish always occurs at approximately the same time of year, and that by group-B fish occurs about 6 months later; 4) that the assigned growth curve is close to the true growth curve; 5) that the growth rate remains the same for both groups in all years; and 6) that the sampling by market measurement is unbiased.

It is obvious that all of these assumptions are questionable, which makes cohort analysis for skipjack catches extremely difficult and more subjective than desired, so the results at this time must be regarded as tentative rather than conclusive.

Skipjack growth

An asymptotic growth curve, where growth decreases with increasing age, has traditionally been used to express the relationship between age and length of fish. Examination of quarterly modal progressions for both yellowfin and skipjack in the eastern Pacific suggests that the growth is linear for fish within the range of modal sizes captured by the fishery. For skipjack the modes that can be conservatively interpreted to show growth range from 37 to 73 cm, and for yellowfin from 42 to 154 cm. For skipjack, 23 modal

progressions showed similar slopes, with an average growth of 4.35 cm per quarter or 1.45 cm per month.

Skipjack cohort analysis

The theoretical lengths for the separation of year classes or cohorts of skipjack within each quarter of the year, according to linear growth, and assuming they belong to group A spawned in southern spring and summer are 57, 61, 66 and 70 cm for quarters 1 to 4 respectively. These are greater by 2, 3, 5, and 7 cm than the corresponding values estimated by the asymptotic growth curve. Of the two alternatives, cohort separation according to linear growth is believed to better represent conditions in the fishery and this method is now being used for estimating the catches of fish of each cohort. Fish less than or equal to the separation lengths are assumed to belong to the cohort recruited during the year in question and to be between 1 and 2 years of age (age 1+); fish greater than these values are assumed to belong to the previous year's cohort and to be between 2 and 3 years of age (age 2+). For example, fish spawned during the last months of 1972 and the first months of 1973 (group A) are designated as members of the 1972-73 year class or the 1974 cohort, captured as younger fish in 1974 and older fish in 1975.

In earlier years most of the skipjack captured were younger fish, and only a small proportion of the catch consisted of older ones, but in 1971, 1972, 1973 and 1975 a considerable proportion of the catch was made up of older fish. The percentage of older fish by weight was 9% for the 1961-70 period, 27% for the 1971-74 period and 37% for 1975 under the simplifying assumption that all fish belong to group A.

This assumption has been acceptable for the earlier years for calculating total cohort catch, but is apparently wrong for 1975 as shown in the middle panel of Figure 23. The solid vertical lines indicate the theoretical lengths for the separation of cohorts by quarters according to the group-A assumption. The arrows indicate separation lengths according to the group-B assumption, where the fish are recruited 5 months later and the modes are 7 cm smaller than those of the group-A fish. It is apparent that group-A separation for the first two quarters of 1975 south of 15° N is completely unrealistic, splitting the larger modes; while the group-B separation lengths fall right on or near the lowest point between modes, making their use realistic for this area in the first semester where most of the catch was made. In Figure 23, the modes are tentatively identified according to group, and it is obvious that the use of group-A separation lengths is inappropriate for 1975.

However, for maintaining consistency with preceding years in the study of the apparent relationship of cohort catches with the Southern Oscillation index cohort analysis has been performed using group-A separation lengths: on this basis the total catch of skipjack of all ages in 1975 of 134,000 tons was

composed of 92,000 of 1975 cohort fish and 47,000 tons of 1974 cohort fish, bringing the total 1974 cohort catch to 124,000 tons (82,000 + 42,000 as shown in Table 9, method 1). If the 1975 catch is analyzed as group B the catch of younger fish is calculated to be 65,000 tons and that of older fish belonging to the 1974 cohort is 69,000 tons, bringing the total 1974 cohort catch to 151,000 tons.

The catches for 1971 and 1973 also stand out as appearing to be predominantly group-B fish. Cohort catches calculated under the alternative assumptions that skipjack captured in any one year are either all A fish, or are B fish in 1971, 1973 and 1975 are shown in Table 9 (method 2). Using group-B separation lengths instead of A not only makes considerable changes in the estimation of cohort catches for the years in question, but also increases the values for the preceding years, as the tonnage of older fish estimated by group B analysis is greater. Values of total cohort catches for 1970 and 1971 obtained by the two methods are extremely different (Table 9).

A third method, which is believed to be more realistic than either of the two preceding ones, recently has been used in cohort analysis of skipjack catches. In most years there appears to be a mixture of group-A and -B fish, with one or the other predominating in different quarters. Catches from the area north of 15° N are frequently composed of a different group than those from the area south of 15° N in the same quarter (the 15° N parallel of latitude is a natural division in skipjack studies in the eastern Pacific Ocean, since skipjack are rarely captured off the Mexican coast in this area, probably because of some oceanic conditions associated with the pool of warmer water normally found there); this is clearly illustrated in the left and middle panels of Figure 23 where the identification of groups in the first three quarters is different for both areas. This problem was resolved by analyzing the catch data by quarter and area according to the group identified; or if both groups appeared in the same quarter and area, according to the dominant group. In most cases the choice of using group-A or -B separation lengths was obvious, but in some it was difficult and necessarily subjective. The size distributions by quarter and area for the 1955-75 period totalled 84 analyzed as group-A fish with a total logged catch of 622,000 tons, and 84 analyzed as group-B fish with a total logged catch of 618,000 tons. It had previously been assumed that in most years catches of group-A fish were greater than those of group-B fish and, excepting 1964, this was apparently the case for the 1959-69 period. After 1970 the proportions of group-A and -B fish fluctuated greatly from year to year; in 1971, 1973 and 1975, group-B fish comprised about 75%, 95% and 90% of the catch, respectively; in both 1972 and 1974 group-A fish comprised about 96% of the catch. No explanation for this apparent alternation of groups in recent years has yet been proposed. Annual cohort catches calculated by method 3 differ little from those calculated by method 2 (see Table 9), but method 3 is presently regarded as the most acceptable of the three.

Skipjack and the Southern Oscillation

Sea-surface temperature (SST) data in the southern spawning area, assumed to lie somewhere between 0° and 30° S and 130° W and 180°, are insufficient to obtain reliable indices of SST to be correlated with indices of skipjack abundance in the eastern Pacific at a later time. The Southern Oscillation (S.O.) index is the mean pressure difference between Easter Island and Darwin, Australia. The S.O. index and SST along the equator between 130° W and 180° are indicative of oceanographic conditions in the southern spawning area. The strength of the southeasterly trade winds is directly related to the S.O. index, and SST in the southern spawning area is dependent in part upon the tradewind strength through mixing, and SST along the equator is dependent in part upon tradewind strength through divergence and upwelling. The S.O. index is believed to be a better indicator of SST in the southern spawning area than is temperature along the equator, and so is favored at present as a predictor of the apparent abundance of group-A skipjack in the fisheries of the eastern Pacific. The effects of the Southern Oscillation are believed to extend northward into the northern spawning area and to influence the abundance of group-B fish as well.

In past years tentative predictions of total annual catches of all ages of skipjack have been made on the basis of SST and the S.O. index in order to test the apparent relationship. Predictions of total catches of all ages for 1974 and 1975 have failed, and no further predictions of this nature will be made. Predictions for cohort catches are being made instead, as they are thought to be more representative of the population size of year-classes which are apparently correlated with environmental conditions in the spawning areas and possibly with conditions affecting migrations in and out of the fishery.

In correlating skipjack cohort abundance with the 6-month S.O. index there is a lag period of about 2 years between the index and the year of recruitment (*i.e.*, S.O. index April-September 1972 is paired with 1974 cohort catch). Sea-surface temperatures along the equator in the central Pacific appear to lag behind the S.O. index so that peak spawning in the southern spawning area is believed to occur about 1½ years before the middle months of the cohort year.

Figure 24 (upper panel) shows cohort catch calculated by method 1 (quarterly catches for all years analyzed as group A) and the S.O. index; the correlation is high with the regression line explaining 83% of the variability. However the 1975 cohort catch of younger fish analyzed as A is 92,000 tons and annual catches of older fish ranged from 2,000 to 42,000 tons from 1961 to 1975 (see Table 9). If the catch of older fish in 1976 is near average for this period, then an additional 15,000 tons of older 1975 cohort fish makes the projected estimate of final 1975 cohort catch 107,000 tons. This deviates greatly from the predicted value of 61,000 tons based on the 1961-74 fishery data and the S.O. index, making the prediction a failure but not greatly reducing the significance of the apparent correlation.

Figure 24 (middle panel) shows cohort catch calculated by method 2 (quarterly catches for 1971, 1973, and 1975 analyzed as group B and those for all other years as group A) and the S.O. index. It is apparent that the 1970 and 1971 cohorts deviate extremely from the line, greatly reducing the confidence of the model. However, the regression equations by both methods are not significantly different, indicating that predictions based on either method will remain essentially the same.

Figure 24 (lower panel) shows cohort catch calculated by method 3, (quarterly catches by areas north and south of 15° N analyzed according to dominant group A or B) and the S.O. index. Compared to method 2, the 1970 and 1971 cohort catches deviate less from the regression line, which improves the correlation coefficient such that the probability of the apparent relationship between the S.O. index and cohort catches is due to chance is less than one in a thousand. The regression lines of methods 2 and 3 are virtually identical, so the predicted estimates are also virtually identical.

Cohort predictions for recent years according to the three methods of analysis are shown in Table 10. The prediction of a large cohort catch for 1974, based on a very low S.O. index in 1972 was successful regardless of which method of analysis was used. The prediction of a low 1975 cohort catch based on method 1 (group A analysis) has failed, as the final value will be at least 92,000 tons and may exceed 100,000 tons. Methods 2 and 3, however, with the 1975 catch analyzed as all or mostly group B, results in minimum cohort catches of 65,000 and 71,000 tons, respectively, representing younger fish and the prediction may yet be successful if a large number of older fish are not captured in 1976.

Joint IATTC-Japanese study of yellowfin distribution

Most of the data analysis and a rough draft of a manuscript have been completed for the joint IATTC-Japanese study of Pacific-wide abundance and distribution for yellowfin. The results are disappointing, since the type of data and analysis utilized did not produce any clear-cut definition of boundaries between distinct subpopulations that are hypothesized to exist. The data types include catch, effort, length frequency, gonad index, larval distribution, tagging, and radioactive contamination.

One clear point is that either yellowfin are highly segregated by size, area, and time, or the fishery is selective to size dependent on time and area. Perhaps both of these mechanisms are functioning. More importantly, the sizes captured in a given time and area also depend on the type of gear. Thus it is difficult to make inferences about populations from a study of the fishery alone.

Tuna otolith studies

The determination of age of tuna has long been a primary problem. Attempts to age tunas have been carried out using scales, vertebrae and spines. During the past year, the Commission has examined the possibility of

using otoliths (bonelike structures found in the ears of vertebrates) for ageing yellowfin. Several investigators have demonstrated daily growth lines in the microstructure of otoliths from various species of fish.

The development of an accurate otolith ageing technique for yellowfin is important for several reasons. It would allow the ageing of individual fish rather than relying on growth estimates from modal progressions in catch curves or tagging studies. Also it would allow examination of growth in fish not normally caught in the fishery or only rarely caught by research vessels. The data could also be used to estimate growth rates in geographical areas where fishing effort or catch is too small to reliably determine rates by conventional methods. Finally, it is hoped that by examination of the otolith growth history of individual fish, information concerning the population structure of yellowfin can be obtained. Four major objectives of the study are:

- 1) to devise a simple and speedy technique of otolith removal which can be used for a large size range of frozen and thawed fish;
- 2) to develop a technique of otolith preparation which allows rapid and precise microscopical examination of the fine structures of the otoliths;
- 3) to validate the existence of daily growth increments in yellowfin; and
- 4) to evaluate the usefulness and applicability of data derived from the above technique to the problem of age determination in yellowfin.

During the year, the following progress was made:

- 1) A technique was devised for obtaining access to the otoliths of fish ≤ 55 cm by removing the dorsal part of the braincase with a saw. For larger fish, the cut is made dorsoventrally along a line halfway between the top of the orbits and the dorsal termination of the operculum.
- 2) Otoliths were collected from 510 yellowfin, 64 skipjack, 16 bluefin and 17 albacore from 28 to 162 cm fork length, during the period of March through November, from the eastern Pacific, American Samoa and Japan.
- 3) A technique was devised for preparation and reading of yellowfin otoliths, and 253 otoliths were processed by this method.
- 4) A validation study was undertaken in which yellowfin were injected with tetracycline during normal tagging operations and subsequently recaptured by the fleet. Dosages were determined in 1973 by live-tank experiments with Pacific mackerel, conducted at Commission headquarters with the assistance of the National Marine Fisheries Service.

5) A preliminary analysis was made of the data.

The validation of the daily increment is probably the most important phase of the study, since all subsequent work is dependent upon the assignment of a valid time scale. During tagging operations conducted by Commission employees aboard the baitboat *Taurus* in June and July of this year, 360 yellowfin were tagged and injected with tetracycline. Four of these fish have since been returned whole with their tags and another 12 of the tags have been returned without the fish. Mortality due to injection has not been analyzed, but it is evident that at least part of the fish survive treatment. The otoliths from the four fish returned were examined under ultraviolet light and two were found to have tetracycline bands 1-15 μm wide. When the rings were counted from the band to the edge, it was found that there were 25 to 28 increments in one fish that was at liberty 39 to 58 days, and 65 increments in one at liberty 91 days. These data seem to indicate a lag period of 25 to 30 days before deposition of the tetracycline takes place, but this is based on only two returns. It is hoped that more injected fish will be received in the future to substantiate the length of the lag period along with better data on the date of capture.

The processing of the otoliths consists of measuring them, etching them with hydrochloric acid to remove excess aragonite deposits, remeasuring them, and finally making an acetate replica of each otolith from strips of acetate cellulose softened in acetone. The unique shape of yellowfin otoliths makes direct counting impossible. The replicas are mounted under a cover slip on a glass slide and the increments counted three times under a compound microscope at 850 x. The mean of the three counts is then adjusted to compensate for the loss of rings at the edge due to the etching.

Of the 510 yellowfin otoliths collected thus far, 253 have been processed and the data reduced to a plot of fork length *versus* number of increments counted (Figure 25). Variation in counts has ranged from 50 to 200 increments in the same otoliths, depending on the size of the fish. This variability can be real or due to technical, procedural or methodological problems. Real variability, or that inherent in the biological processes being examined, could be due to variability in growth rate because of genetic (individual, sexual or population) factors or to environmental effects capable of altering growth. Variability in the rate of formation of increments may be random, or the number of increments deposited per unit time may vary over time. The other source of variation, that due to human error, can originate from errors in measurement of the fish or otolith, variation in the etching of the otolith, or difficulty in counting and discrimination by different workers. The following investigations are underway to determine the sources of error and variability:

- 1) comparison of counts of fish of the same fork length to estimate variability in length of the fish of the same age;
- 2) comparison of both otoliths of the same fish to ascertain variation in individual fish;

- 3) comparison of counts of fish from the same geographical area for different time periods; and
- 4) comparison of counting techniques of different investigators.

The data in Figure 25 indicate that a 1-year-old yellowfin is from 48 to 61 cm fork length, a 2-year-old is 82 to 105 cm and a 3-year-old is 126 to 151 cm. These ranges also may reflect geographic variation, since no effort has been made yet to sample different areas of the fishery but rather to sample fish of different fork lengths.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Coastal Upwelling Ecosystems Analysis (CUEA)

CUEA is a multi-disciplinary, inter-institutional investigation of the relationship between coastal upwelling circulation and associated biological changes, under the sponsorship of the International Decade of Ocean Exploration, an office of the U.S. National Science Foundation. No field experiments were scheduled for 1975, so scientists in the program worked on data from previous experiments. Commission participation in CUEA in 1975 consisted of the continuation of the analysis of hydrographic and current measurements made in several coastal upwelling zones during four expeditions prior to 1975.

Emphasis was given to extracting more information from drifting buoy measurements than had previously been considered feasible. Earlier analysis had centered on general water motion, whereas a newer technique is to study the buoys as an ensemble, and from the short-term local changes in positions of the buoys in the ensemble (see Figure 26), to infer horizontal velocity gradients such as divergence and lateral current shears. These velocity gradients are often an important balancing element in the stability of ocean fronts locations where tunas are often found in commercial quantities. Divergence may be used when estimating the upwelling velocity in biologically important, coastal marine zones. This approach will be used in the next integrated field experiment, JOINT-II, scheduled for the first part of 1976.

Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INPE) — IATTC primary production study

Research on the joint INPE/IATTC study was resumed in 1975 after some prolonged administrative problems had been resolved. Data from the 3-month study, which culminated in an ecosystems-approach cruise, were recently processed further and several charts of surface properties have been prepared and evaluated. One such chart is shown in Figure 27, representing relative surface circulation in the Gulf of Guayaquil during the cruise. The circulation, except for the influence of local tidal currents, is similar to that estimated from previous data from the Gulf of Guayaquil project.

In addition to analysis of physical measurements such as temperature and salinity, some progress was made on the biological observations. Primary

production measurements during the August cruise indicated typical near-surface carbon fixation (^{14}C) rates of 2.5 - 4.3 mg C m⁻³ hr⁻¹ with higher values of 6.5 - 7.5 mg C m⁻³ hr⁻¹ present at a few locations in the Gulf of Guayaquil.

In the coming months charts similar to Figure 27 will be prepared of properties such as chlorophyll and zooplankton concentration. To assist in this effort revised computer printouts of the cruise data were made and distributed to the participants during the latter part of December.

Satellite study

In the 1974 Annual Report Commission progress on relating thermal infrared data from satellites to fish catch data was discussed. In a comparison of Scanning Radiometer (SR) and fish catch data, statistically significant associations were found to occur. Since the SR with a ground resolution of 10 km is being gradually superceded by the Very High Resolution Radiometer (VHRR) with a ground resolution of about 1 km, Commission work on this project during 1975 was devoted to comparing the quality and utility of VHRR and SR data with that of ocean color (which can be used for studying biological productivity) data obtained from the Earth Resources Technology Satellite (ERTS-1). A review of the satellite data available from a study in 1974 showed that the November 10-12 period possessed the best conditions and data for purposes of intercomparison.

Analyses were made of infrared SR data and fishing vessel locations to ascertain the usefulness of the more spatially limited resolution of the SR system. A good example of the SR's capabilities to provide a useful map of sea-surface temperature is seen in Figure 28. Temperature differences are shown by shading and cloud-contaminated areas by stippling. Fishing vessels on November 10, 1974, are seen to group in several areas near temperature gradients. Such maps of sea-surface temperature may be useful in the general analysis of fishing vessel activity and more specifically, to evaluate those locations in which there are relatively high successful set ratios.

Since the VHRR imagery is expected to supercede the SR system, VHRR data for November 12 were processed for the same general region west of Baja California. The resulting map of sea-surface temperature (Figure 29) shows local temperature changes in considerable detail including coastal upwelling, depicted by vertical shading in the figure. The use of VHRR data to produce maps similar to Figure 28 is expected to provide a much more accurate picture of how temperature may affect the catchability of tunas. The primary disadvantage of using the VHRR data lies in the relatively higher cost of processing the great quantities of data that constitute a geographic region. Figure 29 for example, contains 32,000 data points whereas the number of data points in the SR image of the same area would be about 320.

One of the first problems to surmount in handling the ERTS-1 Multi-Spectral Scanner (MSS) data to study ocean color was to develop a computer

program to accurately place geographic reference marks within the MSS data field. The resulting program was developed, tested and found to produce a very accurate set of geographic benchmarks within the data field (see Figure 30). These benchmarks were printed as part of a 48 x 48-inch digital map and were used in subsequent determination of ship and other satellite data positions. Once the capability was developed to accurately locate surface geographical features, additional programs were written to calibrate the ocean color data into energy units and to display the MSS data as a digital map with several shades of gray (Figure 30). The figure, a full 185 x 185-km scene in the green band (Band 4) of the MSS sensor, shows some patchiness or changes in color caused by chlorophyll, sediment or sea state or a combination of these factors. Because of electronic noise in the MSS data, some effort was made to minimize this problem in order to extract the maximum possible data from MSS scenes of the ocean. The impressive capability of the MSS system in detailing a part of the scanner's view is seen in a full resolution in Figure 31. The scene is taken from the lower right part of Figure 30 and is centered on a small island in that locality. The geographic reference marks in Figure 31 are only about 500 m apart, and attest to the ability of the sensor to detect even smaller changes in the water.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1975 AND OUTLOOK FOR 1976

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

Shortly after the establishment of the Commission in 1949 its scientific staff began to collect statistics of the catch and effort for the fishery for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean, and this series of data has been continued to date. Also, data on the size composition of the fish in the catch have been collected since 1954.

The statistical data were used with the logistic model, a type of general production model, to assess the status of the stock of yellowfin tuna of the eastern Pacific Ocean. It was assumed when using this model that the eastern Pacific fishery operated upon a single stock of yellowfin which did not extend beyond the range of the fishery. Tagging and morphometric data indicated considerable mixing of fish within the eastern Pacific Ocean, but little or no interchange of fish between the eastern and central Pacific Ocean, so this assumption was believed to be reasonable for the purpose of management of the fishery, though efforts to determine to what extent it is satisfied

have continued to the present. It was estimated that this stock could, on the average, sustain a maximum annual catch of about 92,000 tons which could be taken with a total fishing effort of about 35,000 days, measured in class-4 baitboat units (vessels of 201-300 tons capacity). In 1960 and 1961, when most of the vessels of the fleet converted from bait fishing to purse seining, thereby approximately doubling their fishing power, the catches rose to about 122,000 and 115,000 tons respectively. On the basis of the model it was predicted that during 1962 the abundance of yellowfin would be lower and the catch would decrease even if the effort remained high. The predictions proved to be correct, and in 1962 and 1963 the catches were about 87,000 tons and 73,000 tons respectively. This model was used as the basis for the regulations recommended by the Commission's staff for 1962 through 1968.

In addition, the yield-per-recruit model, a type of age-structured model, was used to assess the impact of the fishery upon the stock of yellowfin in the eastern Pacific Ocean. Again it was assumed that the fishery operated upon a single stock of fish which did not extend beyond the range of the fishery. These studies indicated that an increase in the fishing effort alone would not increase the total catch, but that if the fish could be caught at a larger average size the yield per recruit, and probably also the catch, could be increased. It was determined that it would not be practical to reduce the catch of small fish, however.

Although regulation of the fishery was first recommended for the 1962 season, this could not be implemented until 1966. At that time a catch quota for the CYRA (Figure 1) was established; the fishery has been regulated each year since that time.

From 1965 to 1968 the catch per standard day of fishing (CPSDF) of yellowfin, which is used as an index of abundance for that species, increased (Figure 6), whereas according to the logistic model as used at that time it should have remained at about the relatively low level of 1965. This could be due to real or apparent changes in the abundance of yellowfin fished by the surface fleet which operates in the CYRA. Real changes in the abundance of yellowfin could be brought about by geographic expansion of the fishery, alteration of the size composition of the fish in the catch, or environmental conditions. Apparent changes could be caused by changes in the efficiency of the fishing gear, shortening of the fishing season (*i.e.* selection of a fishing season which coincides with the time of the year when yellowfin are most vulnerable to capture), complications in measuring the effort brought about by the fact that it is directed toward skipjack as well as yellowfin, and environmental conditions.

The most significant causes of the increased CPSDF during the 1965-1967 period are believed to be the geographic expansion of the fishery and the alteration of the size composition of the fish in the catch. Prior to the mid-1960's the fishery took place within a few hundred miles of the coast and

in the vicinity of a few offshore islands (Figure 32). During the mid- and late 1960's, as the total capacity of the fleet increased and as larger, more seaworthy vessels were built, fishing took place further and further offshore, and beginning in 1968 many vessels even fished outside the CYRA during the second half of the year. During the 1970's the area of the fishery has been similar to that shown in Figures 2 and 3. The inshore and offshore areas of the CYRA and the area outside the CYRA are designated as Areas A1, A2, and A3, respectively, in Figure 33. If the fish of Areas A1 and A2 mix completely and rapidly (Case 1) expansion of the fishery into Area A2 would not produce an average maximum sustained yield (AMSY) significantly greater than for Area A1 alone. On the other hand, if there is little or no mixing of the fish between the two areas (Case 2) the AMSY for Area A1 plus Area A2 would be the sum of the AMSYs for the two areas (estimated by employing the data for each area separately to estimate the parameters of the general production model). If there is moderate mixing between the two areas, as appears to be the case, then the AMSY for Area A1 plus A2 would be somewhat larger than that for Case 1, but not as large as that for Case 2. Thus the principal reason for the increase in the CPSDF during the 1965-1968 period is believed to be the expansion of the fishery into Area A2. The increase in the average size of the fish in the catch, due to the shift from baitboat to purse-seine fishing and to the expansion of the fishery to an area where small fish are not often caught, is also believed to have significantly affected the CPSDF.

By 1968 it was strongly suspected that the AMSY for the CYRA was significantly greater than the original estimate of 92,000 tons obtained from data for the years prior to the offshore expansion of the fishery. Accordingly, in that year the Commission asked its staff to prepare for its 1969 meeting a specific proposal for a program of experimental overfishing to ascertain empirically the AMSY for yellowfin in the CYRA. The program recommended by the staff and approved by the Commission provided for quotas of 120,000 tons for 1969, 1970, and 1971. If the average CPSDF, in class-3 purse-seine units, should decrease to less than 3 tons per day during this period the catch would be curtailed to prevent possible irreparable damage to the stock.

In 1969 and 1970 the catches exceeded the 120,000-ton quotas (Table 1), and the CPSDFs remained high (Figure 6). In 1971, however, both the catch and CPDSF decreased. This decrease could have been caused by overfishing, in which case the objective of the experimental overfishing program would have been realized. However, the decreases were apparently at least partly the result of two other factors, (1) the increased abundance or vulnerability of skipjack in 1971 which caused the vessels to direct their effort more toward this species than is usually the case and (2) the restrictions imposed by the canneries on the landing of large yellowfin because of the possibility that they might have a high mercury content. Accordingly, it was decided to continue the program an additional year, and in each subsequent year to the present, for various reasons, this program has been maintained. Thus the

first 3 years of regulation were based upon estimates of the parameters of the general production model and the last 7 years have been empirical. In 1972 the quota was 120,000 tons, with two additional increments of 10,000 tons each which could be implemented by the Director of Investigations if the condition of the stock early in the season warranted such action. In 1973 the quota was 130,000 tons, with three increments of 10,000 tons each, and in 1974 and 1975 the quotas were 175,000 tons, with two increments of 10,000 tons each. The 7 years of experimental overfishing have amply demonstrated that the AMSY for the CYRA is greater than the estimate of 92,000 tons obtained from data gathered when the fishery was pursued only in Area A1. Accordingly, considerable effort has been devoted to trying to estimate the AMSY for the CYRA, and also for the area outside the CYRA.

Only catch, effort, and catch-per-unit-of-effort data are used for estimating the parameters for general production models. Recruitment and growth are combined as gains to the population and fishing and natural mortality are combined as losses. In spite of its crudeness, this approach has provided extremely useful information on the status of many stocks of fish, including yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean. Because of the complicated nature of the fishery and the rapid changes which have taken place in it 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. Only the two methods which were given the most emphasis in 1975 are discussed in this report.

For the first analysis (Case 1) the logistic model, a special case of the general production model in which the relationship between catch per unit of effort and effort is linear, was used. The effort was standardized to class-3 purse-seine days (vessels of 101 to 200 tons capacity). Data for 1960 through 1975 were employed, 1960 being the first year in which purse seiners fished over most of the area in which yellowfin had been caught up to that time (Figure 32). The CPSDFs during the first half of the year were used as indices of the abundance of the fish, and the catches during the second half of the year, when most of the vessels were subject to regulation, were used to estimate the changes in abundance during that period. This technique was developed to attempt to overcome the effect of regulation on the problem of estimation of the parameters. The AMSY is estimated to be 153,000 tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 45,000 class-3 days. The production curve and the observed points representing catch and effort are shown in the upper panel of Figure 34. The points for 1968 through 1974, except for 1971, occur above the line at progressively higher levels. (As explained above, 1971 was an abnormal year.) This is not unexpected, however, as the line represents the levels of catch which could be taken at the corresponding levels of effort at equilibrium conditions, and during the period in question the catches were increasing at the expense of the accumulated stock. This pattern obviously cannot continue indefinitely, for eventually the stock will be reduced to the extent that the catch will

decrease no matter how much effort is exerted. Indeed, it appears that this happened in 1975, as can be seen in the figure. If the estimates of the parameters are correct the effort should be maintained at about the level of 1974-1975, in which case the catch would be about 160 to 170,000 tons in 1976, about 155 to 160,000 tons in 1977, and about 153,000 tons, the optimum level, in 1978. Because of the difficulty in controlling the effort *per se*, this should be done indirectly by controlling the catch.

For the second analysis (Case 2) the logistic model was again used. The effort was standardized to class-6 purse-seine days (vessels of greater than 400 tons capacity). This was done because it had been observed that the CPSDFs for the larger vessels had decreased more in recent years than had those for the smaller vessels. Since the larger vessels fish in more areas of the eastern Pacific Ocean and take a larger share (>85%) of the catch than do the smaller ones, the possibility exists that standardization to class-6 days will produce different estimates of the parameters. In addition, only the data for 1967 through 1975 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. As in Case 1, the CPSDFs during the first half of the year were used as indices of the abundance of the fish, and the catches during the second half of the year were used to estimate the changes in abundance during that period. The production curve and the observed points representing catch and effort are shown in the lower panel of Figure 34. Again the AMSY is estimated to be 153,000 tons, obtainable with a total effort of about 15,000 class-6 days. As in Case 1, most of the points for 1968 through 1974 occur at progressively higher levels above the line, while that for 1975 is nearer to the line. In Case 2, however, the points for 1974 and 1975 occur well beyond the level of effort which corresponds to the estimated AMSY, which was not true for Case 1. Accordingly, a considerable reduction in effort and catch is necessary if the stock is to be brought to the level which will produce the AMSY. If the effort is maintained at the 1974-1975 level the catch during 1976 would be about 165 to 175,000 tons, but by 1980 would be reduced to well below 140,000 tons. The best management strategy would be to reduce the effort during 1976 to about 15,000 class-6 days, which would produce a catch during 1976 of about 140 to 145,000 tons.

It is not known which of the two cases produces a better assessment of the conditions of the stock of yellowfin in the CYRA, but in both cases the AMSY is estimated to be about 153,000 tons, so obviously unless the estimates are considerably low the catches of recent years cannot be sustained.

Age-structured models are based upon much more detailed data than are general production models. The catch and effort data are partitioned into much smaller units of time and space, and the size composition of the fish in the catch is considered. In addition, independently obtained estimates of the rates of growth and mortality are used. Most of the studies have involved

estimates of recruitment derived from computer simulation studies, using the above-mentioned data as input.

The fish 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. Estimates of the recruitment, in millions of fish, are as follows:

Cohort	X group	Y group
1963	19.2	
1964	11.0	11.1
1965	12.5	13.9
Average 1963-1965	14.2	12.5
1966	33.3	15.6
1967	19.1	17.2
1968	13.7	24.3
1969	19.5	17.6
1970	23.6	20.5
1971	19.8	22.7
1972	15.0	14.2
1973	18.9	21.2
Average 1966-1973	20.4	19.2
1974 (preliminary)	23.4	36.0

The *X* and *Y* groups are, on the average, about the same size. Recruitment within the groups has varied by a factor of about three, but for the two groups combined this factor is only about two. The estimated recruitment for 1966-1973, subsequent to the offshore expansion of the fishery, was about 50% greater than that for 1963-1965.

The incidence of small fish in the catches made in Area A2 is considerably less than in Area A1, so that in most of the recent years the average size of the fish caught in the CYRA has been greater than in the earlier years when the fishery was confined to Area A1. The question arises as to whether the increased catches of recent years are due to (1) more efficient use of the same stock of fish, *i.e.* catching the individuals at a larger average size or (2) increased availability of a portion of the stock which had previously not been sufficiently exploited. The data indicate the following: (1) the change in age-specific fishing mortality alone is not sufficient to account for the increased catches during the later period; (2) a change in recruitment alone produces an overestimate of the increase in catch for the later period relative to the earlier one. Accordingly, it appears that both of these are causes of the increased catches after 1965.

Two hypotheses have been formulated to explain the lower incidence of small fish in Area A2 than in Area A1. First, Area A1 is hypothesized to be a nursery ground for fish under about 85 cm, and as they grow larger they tend to move to Area A2, where they were not available to the fishing gear until the recent offshore expansion of the fishery. Second, it is hypothesized that

small and large fish occur in about equal proportions in Areas A1 and A2, but that the small fish are much less vulnerable to the fishing gear in Area A2. The tagging data obtained to date, for the most part, indicate that the second hypothesis is more likely to be the correct one, but the question is still moot.

In 1973 and 1974 large catches of small fish were made in Area A1. 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.

In 1973 the catch of age-1 fish was about 45,000 tons, whereas the average catch of age-1 fish is only about 15,000 tons (Figure 35). In 1974 the catch of age-2 fish was low, indicating that the large catch of small fish in 1973 was due to increased vulnerability of these fish, rather than to increased recruitment. In 1975, however, the catch of age-3 fish was above average, indicating the reverse. To resolve this contradiction it is necessary to examine the data for the *X* and *Y* groups separately, as shown in Figure 36. Here it can be seen that the age-1 fish caught in large numbers in 1973 belonged mostly to the *Y* group, whereas the age-3 fish which made up such a large portion of the catch in 1975 were mostly of the *X* group. Thus the *Y* group produced a recruitment in 1973 that was only about average, but these fish were highly vulnerable to the fishery as age-1 fish in that year.

In 1974 the catch of age-1 fish was even higher, about 70,000 tons, the great majority belonging to the *Y* group. In 1975 the catch of age-2 fish of the *Y* group was about average. Thus the recruitment of *Y*-group fish in 1974 was probably well above average, and if this group had not been so heavily fished as age-1 fish in 1974 it would have been able to contribute more as age-2, -3, and -4 fish in 1975, 1976, and 1977. This is apparently verified by the tagging data discussed in a previous section of this report.

The catch of age-1 fish in 1975 was about average, so the majority of the catch in that year consisted of age-2 (*X* and *Y* groups) and age-3 (*X* group) fish of the 1973 and 1974 cohorts.

The data discussed above were used with TUNPØP, a computer simulation program designed for use with yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, to estimate the potential production from the resource. In this model the recruitment is assumed to be independent of the size of the spawning stock. For 1963 through 1974 the estimates of recruitment shown above were used, and for each of the subsequent years the recruitment of *X*- and *Y*-group fish combined was assumed to be 40 million fish. The future fishing effort was kept constant at its 1974-1975 level (Case 3) and increased to its predicted future levels if the fishery is unrestricted (Case 4). The model was

allowed to run until the catch stabilized. In Case 3 the 1976 catch would be about 160,000 tons, and by 1978 the stock would come to equilibrium with an AMSY of about 148,000 tons. In Case 4 the 1967 catch would be about 190,000 tons, but in 1977 and 1978 this would drop, and by 1979 equilibrium would be reached at about 148,000 tons.

Based on the above analyses it would appear to be better to fish without restriction in 1976, because under the assumptions of Case 4 greater catches would be realized before equilibrium was reached than with Case 3. Two important points should be kept in mind, however. First, for the model used for Cases 3 and 4 it was assumed that there is no relationship between the numbers of spawners and the numbers of recruits at the levels of stock involved, *i.e.* that reduction in the level of the stock cannot affect the recruitment. It is not known whether or not this assumption is correct, and if it is not unrestricted fishing could result in irreparable damage to the stock. Accordingly, extreme caution should be exercised. Second, in Case 4 the CPSDF, in class-3 days, would stabilize at about 2.5 tons per day, as compared to about 4 tons per day for Case 3; thus the economic consequences of unrestricted fishing could be serious.

The fishery has operated in the area outside the CYRA (Figure 33, Area A3) since 1968 (Table 1). In 1969 the catch per day of fishing (CPDF), in class-6 days, was greater than 20 tons, but since then the CPDFs have been remarkably constant, between 10 and 13 tons. In 1969, 1970, and 1971 the effort was less than 26,000 days, and the catches less than 30,000 tons. During the 1972-1975 period the effort and catches have been quite constant, the former between 35,000 and 41,000 days and the latter between 41,000 and 50,000 tons (Figure 37).

Tagging experiments have indicated that the rate of mixing between the fish of this area and those of the area inside the CYRA is low, so for the purpose of management they can be considered to be separate stocks. In the lower panel of Figure 37 it can be seen that the catch in the area outside the CYRA has increased proportionately with the effort, indicating that the fishery is still operating on the underfishing side of the dome-shaped curve representing the relationship between catch and effort. Accordingly, there appears to be no reason for controlling the fishery in this area at this time.

SKIPJACK

Skipjack occur in nearly all the tropical waters of the world's oceans. In recent years the world catch of this species has exceeded that of any other tuna or tuna-like species. Such is also the case for the Pacific Ocean; in 1974 skipjack comprised 49% of the catch of the principal market species of tunas in that ocean.

The structure of the stocks of skipjack inhabiting the Pacific Ocean is poorly understood, due primarily to the fact that most studies of this species have been based on populations occurring in relatively small areas, whereas

comprehensive, ocean-wide experiments and analyses are needed. Recently published serological studies indicate that there are at least two subpopulations in the western Pacific Ocean, one apparently restricted to the area west of about 165° E and the other occurring to the east of the first subpopulation and possibly extending to the eastern Pacific Ocean.

There is practically no spawning of skipjack in the eastern Pacific Ocean. The fish which are caught in this area are believed to have resulted from spawning in the central Pacific, west of 130° W. They arrive in the eastern Pacific when they are about 1 to 1½ years old and return to the central Pacific, where they spawn, when they are about 2 to 2½ years old.

Skipjack fishing in the eastern Pacific Ocean occurs mostly in two areas, the northern area around the Revillagigedo Islands and off the west coast of Baja California and the southern area off Central America and northern South America to Peru. The catches of the southern area are generally about twice those of the northern area. The area of very warm water off southern Mexico which separates the two areas is usually devoid of skipjack. In some years, such as 1956, the water in the central area has been unusually cool, and the distribution of skipjack has been continuous from north to south. In normal years, however, tagging results have shown virtually no interchange between the northern and southern fish. Nine tagged fish released in the northern area have been recaptured near the Hawaiian and Line Islands, but none released in the southern area has been recaptured in the central Pacific, possibly due to low fishing intensity in this area south of the equator.

The catch and apparent abundance of skipjack vary considerably from year to year. The size of the fleet has increased considerably in recent years, and this has presumably resulted in an increase in the fishing effort directed toward this species. This has apparently not depleted the resource, however, as some of the best total catches have been made in the last few years. Also, there does not appear to be any relationship between the abundance of skipjack and the fishing effort. There is the 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 catches per unit of effort (CPUE) 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 of CPUE as an index of abundance. It now appears most likely that the year-to-year variation in the catch and apparent abundance of skipjack is the result of natural factors. It is not known whether this natural variability represents changes in the abundance of the entire stock, or merely reflects changes in the portions of a relatively constant stock which are

available to the eastern Pacific fishery in different years. The estimates of apparent abundance for the northern and southern areas are moderately well correlated with one another, but in some years, for example 1968 and 1970, the catch may be above-average in one area and below-average in the other. This may indicate that when the young fish migrate from the central to the eastern Pacific different portions of them go to the northern and southern areas in different years. The skipjack catch from the CYRA during 1975 was about 134,011 tons, making it the second best year on record (Table 1).

It is important to understand the annual variability in catch and apparent abundance of skipjack so that proper management of the fishery can be undertaken, if and when it is necessary. Toward this end the staff has maintained as active a program of skipjack research as fiscal constraints allow. Part of the research has been concerned with predicting skipjack catch and abundance. The model developed for this purpose, described in the annual report for 1974, had apparently been moderately successful in explaining these fluctuations until 1973, but in 1974 and 1975 the catches considerably exceeded the predictions. Accordingly, the data are being re-examined in greater detail to try to find a method of prediction which will work consistently. These studies are described elsewhere in this report.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1975

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. En 1967, Ecuador anunció que se retiraba de la Comisión y esta renuncia se hizo efectiva el 21 agosto de 1968.

Las obligaciones principales de la Comisión bajo el convenio son (a) estudiar la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de los atunes y especies afines del Océano Pacífico oriental para determinar las consecuencias que la pesca y los factores naturales tiene 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.

Con el fin de llevar a cabo esta misión, 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, reclutados 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 vigésimoquinto 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 los trabajos y actividades se describe en un informe anual bilingüe. Se publican otros artículos en revistas científicas exteriores de prensa y en publicaciones comerciales. La Comisión a fines de 1975 ha publicado 110 boletines, 153 artículos en revistas exteriores de prensa y 24 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 celebró dos reuniones en 1975, la XXXI reunión en San Diego, California (E.U.A.) del 3 al 5 de marzo, y la XXXII reunión en París, Francia el 13, 14 y 17 de octubre (primera parte) y en Washington D.C. (E.U.A.) el 18 de diciembre (segunda parte).

La XXXI reunión de la Comisión fue celebrada de acuerdo al artículo 12 de la resolución aprobada en la XXX reunión en 1974, para la conservación del atún aleta amarilla en 1975:

“Se acuerda convocar a una reunión especial de la Comisión para el primer lunes del mes de marzo de 1975 en La Jolla, California, con el fin de recibir informes del Director de Investigaciones relacionados con la composición de la captura por edades y cualquier otro asunto relacionado que considere pertinente, con el objeto de determinar si la pesca a nivel de la cuota convenida durante la reunión anual de 1974* causara daños graves a las existencias. Si el Director de Investigaciones encuentra pruebas de que las existencias pueden ser gravemente dañadas, puede sugerir las medidas de emergencia que considere necesarias para reducir la captura. Cualquier recomendación adoptada en dicha reunión especial, que la Comisión considere necesario adoptar sobre bases de emergencia, regirá en la fecha que la Comisión considere adecuada para la conservación de las existencias, pero en ningún caso será un plazo menor de 10 días a la fecha de la comunicación de estas medidas hecha por parte del Director de Investigaciones a los gobiernos miembros, a menos que, con anterioridad a la fecha en que regirán estas medidas, algún gobierno miembro comunique su desacuerdo”.

Después de considerar un examen sobre las condiciones de la población del atún aleta amarilla, presentado por el Director de Investigaciones, la Comisión decidió que no rectificaría la resolución para la conservación del aleta amarilla en 1975, según fue aprobada por la Comisión en la XXX reunión.

En la primera sesión de la XXXII reunión de la Comisión (convocada en París, Francia), no se adoptó ninguna acción sobre la recomendación de los investigadores referente a una cuota total de captura de aleta amarilla en el área reglamentaria de la Comisión de atún aleta amarilla (ARCAA). Se decidió más bien aplazar cualquier medida sobre la recomendación hasta que se celebrara una segunda sesión de la XXXII reunión en Washington D.C., en diciembre de 1975. Sin embargo, antes de suspender la primera sesión, la Comisión acordó sobre el presupuesto propuesto de \$1,225,498 para el año fiscal (AF) de 1977-1978.

En la segunda sesión, la Comisión adoptó las siguientes medidas:

- 1) Aprobó una cuota de 175,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla durante 1976, con la posibilidad de dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno.
- 2) Excluyó dos áreas del ARCAA en 1976, solo con base experimental (Figura 1)

*es decir la XXX reunión de la Comisión

- 3) Escogió a Managua (Nicaragua) como sede de la XXXIII reunión de la Comisión para celebrarla del 18 al 22 de octubre de 1976.
- 4) Nombró al Sr. Antonio Flores (Nicaragua) como Presidente de la Comisión en 1976, y al Sr. E. B. Young (Canadá) como Secretario.
- 5) Aprobó la siguiente resolución con un programa detallado para la conservación del atún aleta amarilla en 1976.

RESOLUCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Reconociendo que la Comisión no posee 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 1976 con el programa experimental de pesca del aleta amarilla, y

Considerando que la resolución de la XIX 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 1976, en 175,000 toneladas americanas en el ARCAA definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962, siempre y cuando:
 - a) que el Director de Investigaciones pueda aumentar este límite en no más de dos incrementos sucesivos, cada uno de 10,000 toneladas americanas, 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.
 - 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 del atún aleta amarilla. El monto de esta porción debe ser determinado por el personal científico de la Comisión en la época en que la captura del atún aleta amarilla se aproxima 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 1976, 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 1976, 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 haga a la mar en conformidad al artículo 12, alcance 175,000, 185,000 o 195,000 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 7, 9, 10 y 11 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones.
- 5) Dado un nivel de esfuerzo pesquero en 1976 parecido al de 1975, se espera que la fecha de veda de la temporada abierta en 1976 sea aproximadamente la misma que la de 1975, reconociendo que al determinar la fecha de veda el Director de Investigaciones tomará en consideración todos los datos disponibles relacionados con la condición de la población.
- 6) Permitir a toda embarcación a la que no se haya otorgado una concesión especial de conformidad con los artículos 7, 9, 10 y 11 *infra*, que pesquen 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 del 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.

- 7) Permitir a las embarcaciones de bandera nacional de cada país, con capacidad de 400 toneladas americanas o menos, que pescan atún en el ARCAA después de la fecha de iniciación de la veda de pesca del aleta amarilla, pescar libremente hasta que esas embarcaciones de cada país obtengan 6,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla, o pescar aleta amarilla conforme a las restricciones que pueden ser necesarias para limitar a 6,000 toneladas americanas la captura de atún aleta amarilla por esas embarcaciones de cada país; y en lo sucesivo permitir que éstas desembarquen una captura incidental de aleta amarilla obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA en cada viaje iniciado después de haber capturado 6,000 toneladas. La cantidad que le será permitido desembarcar como pesca incidental a cada embarcación será determinada por el gobierno que regula 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% de la captura total obtenida por tales embarcaciones de cada país durante viajes iniciados después de que se hayan capturado 6,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla. En el caso de Panamá, esta medida se aplicará a embarcaciones hasta de 600 toneladas de capacidad, en vista de la reorganización actual de la industria atunera de ese país, con el entendimiento que ésta será aplicable solo en el año de 1976, y no debe constituir un precedente en años futuros o para otros países.
- 8) Las especies referidas en los artículos 2, 6 y 7 son: atún barrilete, patudo o atún ojo grande, atún de aleta azul, albacora, barrilete negro, bonito, peces espada y tiburones.
- 9) Permitir que durante la temporada de veda de 1976, los barcos de nueva construcción, pertenecientes a aquellos miembros de la Comisión que son países en vías de desarrollo y cuyas pesquerías estén en las etapas iniciales de desarrollo (es decir, aquellos cuya pesca de atún para 1970 en la zona comprendida por la Convención, no excedió de 12,000 toneladas americanas, y cuya cifra total de pesca en 1969 no excedió 400,000 toneladas métricas), y que entraron a la pesca de atún de aleta amarilla por primera vez bajo la bandera de dicho país en la zona comprendida por la Comisión, durante la temporada de veda de 1971, o durante 1972, y que debido a características tales como tamaño, equipo o técnicas pesqueras presentan problemas especiales, maniobren sin restricciones en la pesca de atún de aleta amarilla hasta alcanzar una cantidad total agregada

de 13,000 toneladas americanas de atún de aleta amarilla o que maniobren en la pesca de esta especie de acuerdo con las restricciones que se consideren necesarias para limitar la pesca agregada de dichas embarcaciones a un total de 13,000 toneladas de atún de aleta amarilla; teniendo en cuenta que si la pesca agregada de esta especie determinada por el Director de Investigaciones durante la temporada de pesca (inclusive el último viaje libre) de los barcos pesqueros de dichos países en vías de desarrollo, llegara a exceder 6,000 toneladas americanas, la asignación de 13,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla concedida a los barcos pesqueros arriba descritos de tales países, durante la temporada de veda, será reducida en la cantidad que la captura de atún aleta amarilla, capturada durante la temporada libre de pesca, sobrepase 6,000 toneladas americanas.

- a) Las embarcaciones que disfrutarán de las asignaciones especiales arriba mencionadas se definen además como sigue:
 - 1) Aquellas embarcaciones que obtuvieron una captura individual por capacidad de tonelaje, en 1975, inferior al 75 por ciento de la captura promedio por capacidad de tonelaje de todos los barcos de tamaño semejante de acuerdo con las clases de la CIAT que maniobraron en el Area de la Convención en 1974, de conformidad con sus estadísticas, y
 - 2) aquellos barcos bajo la bandera del Gobierno del país en que maniobran, designados por nombre en un memorándum oficial dirigido al Director de Investigaciones de la CIAT.
 - b) Durante la temporada de 1976, si una embarcación de un país calificado no está incluida en lo establecido en el párrafo A, inciso 1, tiene problemas como los arriba descritos o similares, ese país podrá substituir dicha embarcación por cualquiera otra que sí llene los requisitos necesarios y sea designada para el propósito de obtener ese beneficio de acuerdo con la disposición arriba descrita, notificando inmediatamente al Director de Investigaciones de la substitución y de la naturaleza del problema especial que hizo elegible al nuevo barco.
 - c) La anterior disposición se aplicará, durante 1976 solamente, a 6 (seis) nuevas embarcaciones que México incorporará a su flota pesquera durante la temporada de 1976 y que presentan problemas especiales de maniobra.
- 10) Permitir a aquellos gobiernos miembros de la Comisión que son países en desarrollo y cuyas pesquerías están en las primeras etapas de desarrollo y que como lo anunciaron en la presente reunión, tienen la posibilidad durante 1976 de adquirir una o más embarcaciones pesqueras que debido a su tamaño, equipo y técnicas de

pesca presenten problemas especiales, solicitar a través de la Comisión, un estudio del problema específico y recomendar una solución. A menos que todos los gobiernos miembros expresen su acuerdo con la solución propuesta, dichos gobiernos podrán conjunta o individualmente solicitar, a través de la misma agencia, una reunión de un grupo especial de trabajo compuesto de todos los miembros de la Comisión con el propósito de buscar una solución satisfactoria. Ambas consultas pueden ser transmitidas telegráficamente a todos los países miembros y sus contestaciones deberán ser transmitidas en diez días.

- 11) 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 párrafos anteriores A) y 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 1976, alcance las 1,000 toneladas americanas.
- 12) Solo para 1976, 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 la clausura y haya completado un viaje en el ARCAA durante 1975, 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.
 - 13) Para 1976 solamente, excluir del ARCAA, sobre una base experimental, las dos áreas que se definen en la forma siguiente: (1) el área 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 y (2) el área 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. Debido a la falta de datos de estas áreas, 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 áreas sean transmitidos a la Comisión.
 - b) Que si el personal de la Comisión determina que la pesca experimental en las áreas 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.
- 14) 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 1977, 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.
- 15) Solicitar a los gobiernos miembros y colaborativos para que:
- a) Adopten la legislación y reglamentación adecuadas, cuando éstas no existen, para prohibir y sancionar a quienes capturen el atún en contravención con las recomendaciones de la Comisión por embarcaciones de su bandera.
 - b) Aseguren de 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 8281,2 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 e 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 un área 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 transbordos 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 transbordos 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.
- 16) 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.

ADMINISTRACION

PRESUPUESTO

En la reunión celebrada en Ottawa, Canadá, en 1970, la Comisión solicitó que el Director de Investigaciones preparara dos presupuestos en el futuro. El primero sería una versión de recomendación en la que se indicara la investigación requerida sin miras a la probabilidad de obtener tales fondos, mientras que el segundo sería una versión de austeridad, designada para mantener la investigación al nivel corriente o un poco más alto. El último presupuesto sería empleado por los funcionarios del gobierno cuando presentaran el presupuesto para la aprobación del gobierno si el primer presupuesto (recomendado) no era aceptado. Siguiendo estas instrucciones, se prepararon dos presupuestos para el año fiscal (AF) de 1975-1976.

El programa recomendado de investigación, calculado en un costo de \$1,490, 437, incluía un programa completo de marcado orientado principalmente hacia el atún aleta amarilla con el fin de determinar la relación que existe entre las poblaciones costeras y las de mar afuera. En este presupuesto se asignó un total de \$546,000 para el flete de embarcaciones con el propósito de realizar este programa de marcado.

El programa de austeridad, la versión aprobada por los delegados, fue estimado en \$928,314, un aumento de \$141,531 sobre el presupuesto de austeridad del año fiscal 1974-1975. El aumento era necesario (1) para acreditar servicios anteriores en el plan de pensión de la Comisión y en esa forma colocar el plan al nivel de otras comisiones internacionales pesqueras, (2) para cubrir el aumento de sueldos decretado por el gobierno de los E.U., (3) para el pago de aumentos rutinarios por escalafón y (4) para contratar un nuevo empleado que sería estacionado en Panamá.

Cuando se preparó este informe (a fines del año civil de 1975) aún no se habían determinado las apropiaciones para el AF de la Comisión de 1975-1976, no obstante que había pasado ya más de medio año fiscal.

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 1974-1975.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

**Procedencia y Disposición de Fondos
1° julio 1974 al 30 de junio 1975**

CUENTA EN DOLARES (EEUU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1974	\$184,760.45*
EEUU	531,000.00
México	49,676.00
Canadá	11,018.00
Japón	29,679.00
Costa Rica	5,624.25
Panamá	1,000.00
Francia	2,375.00
Nicaragua	—
Entradas varias	26,138.38
TOTAL	\$841,271.08

*El saldo favorable incluye \$30,518.36 de obligaciones sin pagar.

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 32,749.46
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$132,730.92
B. Investigación de peces de carnada	
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	141,865.06
D. Biología del atún	301,730.24
E. Oceanografía	14,757.24
F. Mercado de atún	46,789.74
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	25,986.41
2) Por objetivos presupuestales	
01 Sueldos	492,976.27
02 Viajes	37,276.55
03 Transporte de equipo	2,542.13
04 Comunicaciones	5,699.97
05 Renta y servicios públicos	1,389.09
06 Imprenta y encuadernación	20,262.60
07 Servicios por contrato	27,777.56
08 Provisiones y materiales	14,131.31
09 Equipo	17,712.13
13 Premios (recaptura de marcas)	829.00
15 Contribuciones al Seguro Social EEUU	22,165.94
16 Seguro de vida	617.52
17 Contribución al plan de retiro	8,437.65
18 Seguro por incapacidad de trabajo	1,497.67
19 Contribución al seguro médico	6,545.36
20 Seguro por muerte accidental o mutilación	1,098.86
21 Seguro de indemnización	2,900.00

		\$663,859.61
Compra de soles (trabajos en el Perú).....		\$ 11,000.00
Compra de sucres (trabajos en el Ecuador).....		16,500.00
Efectivo en el banco.....	\$114,960.59	
En efectivo.....	150.00	
	<u>\$115,110.59</u>	
Menos reservas		
Combinación de seguros.....	- 927.86	
Pensión.....	- 698.56	
	<u>- 1,626.42</u>	\$116,737.01
Depósitos.....		<u>425.00</u>
TOTAL.....		\$841,271.08

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los fondos		
Saldo favorable 1 de julio, 1974.....		¢ 637.21
Efectivo en el banco.....		<u>¢ 637.21</u>
TOTAL.....		¢ 637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los fondos		
Saldo favorable 1 de julio, 1974.....		S/.131,268.17
Compra de sucres con dólares.....		<u>412,000.00</u>
TOTAL.....		543,268.17

Disposición de los fondos

Adelantos.....		12,400.00
Gastos del proyecto		
1) Por proyecto		
D. Biología del atún.....	S/.289,310.18	
F. Mercado de atún.....	400.00	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación.....	<u>96,442.56</u>	
2) Por objetivos presupuestales		
01 Sueldos.....	96,442.56	
02 Viajes.....	52,535.66	
03 Transporte de equipo.....	7,662.42	
04 Comunicaciones.....	12,602.10	
06 Imprenta.....	19,465.05	
07 Servicios por contrato.....	5,350.00	
08 Provisiones y materiales.....	9,278.95	
09 Equipo.....	182,416.00	
13 Premios (recaptura de marcas).....	400.00	386,152.74
Efectivo en el banco.....		<u>144,715.43</u>
TOTAL.....		S/.543,268.17

CUENTA EN SOLES (PERU)

Procedencia de los fondos		
Saldo favorable 1 de julio 1974.....		S/o.106,018.72
Compra de soles con dólares.....		<u>477,180.00</u>
TOTAL.....		583,198.72

Disposición de los fondos

Adelantos.....		15,600.00
Gastos del proyecto		
1) Por proyecto		
F. Marcado de atún.....	S/o. 200.00	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación.....	263,543.29	
2) Por objetivos presupuestales		
01 Sueldos.....	195,841.80	
02 Viajes.....	29,081.90	
04 Comunicaciones.....	1,876.90	
05 Renta y servicios públicos.....	27,500.00	
06 Imprenta y reproducción.....	80.00	
07 Servicios por contrato.....	1,618.75	
08 Provisiones y materiales.....	747.00	
13 Premios (recaptura de marcas).....	200.00	
15 Contribución al seguro social.....	6,796.94	263,743.29
Efectivo en el banco.....		303,855.43
TOTAL.....		S/o.583,198.72

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Con el propósito de que los investigadores se mantengan al frente de la evolución y rápido desarrollo que ocurren actualmente en la investigación pesquera mundial y en la oceanografía, la Comisión ha continuado sus relaciones tanto a nivel nacional como internacional con instituciones, universidades y organizaciones gubernamentales de investigación. Se describen enseguida algunas de las labores de la Comisión en este campo.

Durante el año la Comisión mantuvo estrechas relaciones de trabajo con las oficinas pesqueras e instituciones en hispanoamérica, desempeñando trabajos de investigación oceanográfica en colaboración con científicos del Ecuador y Perú.

El estrecho vínculo profesional que la Comisión ha mantenido en el pasado con la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada (México), continuó durante 1975. Los investigadores de la Universidad Autónoma y de la Comisión se reunieron frecuentemente para intercambiar ideas y discutir programas de interés mutuo.

Varios investigadores de otras naciones visitaron la Comisión, permaneciendo algunos pocos días y otros más de un año. Un investigador del Fisheries Agency del Japón estuvo la mayor parte de 1975 trabajando en las oficinas principales de la Comisión en un proyecto bilateral relativo a un estudio sobre la pesca del aleta amarilla en todo el Pacífico.

Los investigadores de la Comisión visitaron además laboratorios científicos en otros países, colaborando en investigaciones conjuntas con los colegas extranjeros. Uno de estos programas fue un estudio conjunto para comparar el aleta amarilla del Océano Pacífico oriental y del Océano Atlántico oriental, realizado por científicos franceses de la Costa de Marfil y científicos de la Comisión.

Continuó durante el año la relación muy cordial y productiva que ha existido entre la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico y esta Comisión. Se mantuvieron relaciones similares con otros organismos y comisiones internacionales, como con la Organización de Agricultura y Alimentación.

Las oficinas principales de la Comisión se encuentran 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 la casa madre de muchas oficinas federales y estatales implicadas en la pesca, oceanografía y ciencias subordinadas. Esto ofrece una excelente oportunidad al personal para mantener relaciones diarias con los investigadores de estos organismos.

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. Han desempeñado además cargos en la facultad de varias universidades, ofreciendo en algunos casos cursos en ramos especializados.

OFICINAS REGIONALES

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

Se encuentra una oficina con tres investigadores en Terminal Island, California. El personal aquí se encarga principalmente en recolectar y compilar 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; visitan regularmente Ponce, el otro puerto más importante de atún en Puerto Rico.

Durante el año, la Comisión estacionó un técnico en Ensenada, Baja California, el puerto atunero más importante de México. Dedicó la mayoría de su tiempo en medir atunes y obtiene además otros datos científicos de pesca.

Se encuentra estacionado un técnico en Panamá, donde obtiene los registros de bitácora de las embarcaciones que trasbordan su carga a frigoríficos en ese país, y de embarcaciones que pasan a través del Canal de Panamá para pescar en el Océano Atlántico después de haber pescado en el Océano Pacífico oriental.

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

obtener los datos de las estadísticas de captura, pero dedican también tiempo al mercado, a la recolección de muestras sanguíneas y morfométricas y a estudiar los peces cebo.

En Perú la Comisión tiene un empleado permanente que se encuentra estacionado 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 hallazgos científicos de los investigadores de la Comisión. La publicación de los datos básicos, métodos de análisis y resultados obtenidos, ofrecen la oportunidad para que sean revisados críticamente por otros investigadores, afirmando así la validez de los resultados alcanzados por el personal científico de la Comisión, despertando al mismo tiempo el interés de otros científicos en dicha investigación.

La Comisión publica las investigaciones del personal científico y de otros colaboradores en su serie de boletines. Durante 1975, se editaron cuatro publicaciones en esta serie, en inglés y español.

Boletín, Volumen 16, Número 4 — Evaluación de la abundancia de los atunes según los datos de pesca de los cerqueros en el Océano Pacífico oriental ajustada con relación al incremento de la eficacia de pesca de la flota, 1960-1971, *por* Jerome J. Pella y Christopher T. Psaropulos.

Boletín, Volumen 16, Número 5 — El Niño de 1972-1973 en el Océano Pacífico oriental tropical, *por* Forrest R. Miller y R. Michael Laurs.

Boletín, Volumen 16, Número 6 — Bibliografía del Niño y publicaciones afines, *por* Merritt R. Stevenson y Helen R. Wicks.

Boletín, Volumen 17, Número 1 — Distribución geográfica de las capturas de atún aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental, estadísticas de la flota y captura total, 1971-1974, *por* Thomas P. Calkins.

La Comisión publicó un Informe Especial en 1975, el primero en esta serie: No. 1 — Organización, funciones y resultados de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, *por* William H. Bayliff.

Otro Informe Interno fue preparado por la Comisión en 1975:

Informe Interno, Número 9 — Mathematical techniques and computer programs used to calculate biomass indices of tunas, *por* Christopher T. Psaropulos.

Además de estos boletines e informes, se publicaron seis artículos de los investigadores en otras revistas:

148. Stevenson, M.R. and F.R. Miller. 1975. Application of satellite data to problems in fishery oceanography. Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Final Report for SPOC (NESS/NOAA) Grant No. 04-4-158-28. Processed. 98 pp.
149. Sharp, Gary D. 1975. A study of the electrophoretic and O₂ dissociation properties of the hemoglobins of some delphinid cetaceans. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51 A, 673-681.
150. Sharp, Gary D. 1975. A comparison of the O₂ dissociation properties of some scombrid hemoglobins. *Comp. Biochem. Physiol.*, 51A, 683-691.
151. Barton, E.D., M.R. Stevenson, and W.E. Gilbert. 1975. CTD/STD Measurements off the NW African Coast near Cabo Corveiro during JOINT-I: R/V GILLIS CRUISE, SG 7401, Feb. 9-Apr. 23, 1974. CUEA Data Report No. 15. Univ. Wash. Ref. M-75-54: 102 pp.
152. Stevenson, Merritt, David Menzies, and Lawrence Small, 1975. Physical/Biological Measurements off the Oregon Coast, July 29-August 6, 1973. CUEA Data Report No. 17. CUEA Ref. 75-9-4: 110 pp.
153. Stevenson, M.R. 1975. A review of some uses of remote sensing in fishery oceanography and management. *IEEE OCEAN '75*:467-472.
154. Joseph, James, 1975. ETP tuna landings set record in 1974. *Pacific Fish Rev. (Fishermen's News)*, 31 (2): 35, 37, 39-41.
155. Joseph, James, 1975. Some thoughts on problems of future tuna management in the Indian and western Pacific Oceans. *Indo-Pacif. Fish Conf., Proc.*, 16 (3) 267-273.

LA PESCA EN 1975

RESUMEN

Las embarcaciones de 15 naciones, Bermuda, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, E.U.A., Francia, Japón, México, las Antillas holandesas, Panamá, Perú, Senegal y Venezuela, pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1975. 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 palangre.

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

En la XXI reunión, celebrada en marzo de 1969, la Comisión puso en vigor un programa experimental de pesca, concebido para averiguar em-

píricamente el promedio de producción máxima constante de aleta amarilla en el ARCAA. El programa experimental establecía capturas anuales de 120,000 toneladas americanas (todo el tonelaje al que se refiere en este informe es en toneladas americanas a no ser que se indique lo contrario) de aleta amarilla para ser capturadas en 1969, 1970 y 1971. Basados en el progreso aparentemente positivo de los 3 años del programa experimental, la Comisión lo continuó durante 1972, 1973 y 1974. En 1972 se estableció una cuota de 120,000 toneladas con la estipulación de aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno. Estos dos incrementos fueron llevados a cabo. En 1973, se aumentó la cuota a 130,000 toneladas con tres incrementos de 10,000 toneladas cada uno, pero éstos no se hicieron efectivos. La cuota de 1974 se aumentó a 175,000 toneladas con dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno, pero de nuevo éstos no se hicieron efectivos.

En la XXX reunión, celebrada en octubre de 1974, la Comisión expresó nuevamente el deseo de continuar con el programa experimental de pesca. Se estableció una cuota de 175,000 toneladas de aleta amarilla, y se tomaron medidas para aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno si tal acción no presentaba peligro para la población. La Comisión estableció además una concesión especial de 6,000 toneladas para embarcaciones pequeñas y el 15 por ciento de captura incidental, y una concesión de 10,000 toneladas para embarcaciones recientemente construídas de países que llenaran ciertos requisitos según se describe en la resolución para la conservación del aleta amarilla.

Desde 1965 hasta 1974, la capacidad agregada de la flota internacional que pesca atún en el Océano Pacífico oriental ha aumentado de 46,743 a 152,618 toneladas y a fines de 1975 a 169,300 toneladas. Durante 1975, esta flota capturó 177,203 toneladas de aleta amarilla y 134,011 toneladas de barrilete en el ARCAA. La captura de aleta amarilla en 1975 solo ha sido sobrepasada por la de 1974, y la captura de barrilete en 1975 solo por la de 1967. Además de la captura en el ARCAA, las embarcaciones cerqueras que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W capturaron 47,278 toneladas de aleta amarilla y 2,086 toneladas de barrilete. Además unos 36 barcos que participaron en las pesca del ARCAA en 1975, pescaron también en el Océano Atlántico oriental y obtuvieron 15,801 toneladas de aleta amarilla y 8,350 toneladas 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 el mar con permiso de pescar sin restricción, alcance la cuota del año menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las concesiones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construídos. La fecha de clausura durante 1975 fue vigente a las 0001 horas el 13 de marzo. No se hicieron efectivos los dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno. Las fechas correspondientes de los años anteriores

fueron: 15 de setiembre 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 y 18 de marzo 1974.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

Datos del Pacífico oriental

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958-1975 se presentan en la Tabla 1. La estimación preliminar de la captura de aleta amarilla en 1975 es 177,203 toneladas que es aproximadamente 14,100 toneladas inferior a la cantidad obtenida durante 1974, pero unas 21,600 toneladas más que el promedio anual de captura de los 5 años anteriores. Se incluyen en esta captura 2,113 toneladas capturadas en el área experimental de pesca (Figura 1) durante viajes reglamentados y 540 toneladas durante viajes no reglamentados. La estimación preliminar de la captura de barrilete en 1975 en el ARCAA es 134,011 toneladas, siendo la segunda captura más grande de barrilete en la historia de la pesca. La captura de barrilete en 1975 es aproximadamente 50,000 toneladas superior a la captura de 1974 y unas 66,800 toneladas superior al promedio anual de captura de los 5 años anteriores. Se incluyen en esta captura de barrilete 1,041 toneladas obtenidas en el área experimental de pesca durante viajes reglamentados y 897 toneladas durante viajes no reglamentados. La captura combinada de aleta amarilla y barrilete durante 1975 fue de 311,214 toneladas, unas 88,400 toneladas más que el promedio anual durante los 5 años anteriores.

La flota cerquera que maniobró al oeste del ARCAA pero al este de los 150°W en 1975 capturó 47,278 toneladas de aleta amarilla y 2,086 toneladas de barrilete. Los cerqueros con bandera estadounidense capturaron aproximadamente el 99.8% de los atunes obtenidos en esta área, excluyendo las capturas de embarcaciones palangreras. Las capturas de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA por bandera, en miles de toneladas y porcentaje de captura total durante 1975, son las siguientes:

BANDERA	ALETA AMARILLA		BARRILETE	
	Captura	% de captura en el ARCAA	Captura	% de captura en el ARCAA
Bermuda	2.0	1.1	2.9	2.2
Canadá	4.3	2.4	4.8	3.5
Ecuador	11.9	6.7	18.8	14.0
Japón	1.1	0.6	0.5	0.4
México	16.9	9.5	7.5	5.6
Panamá	17.0	9.6	13.4	10.0
Perú	3.3	1.9	3.4	2.6
E.U.A.	109.0	61.5	70.7	52.8
Costa Rica, Francia, Antillas holandesas, España y Venezuela	<u>11.7</u>	6.7	<u>12.0</u>	8.9
Total por banderas	177.2		134.0	

Además de registrar las cantidades de atún capturadas por embarcaciones que pescan exclusivamente en el Pacífico oriental, la Comisión mantiene archivos de la captura y desembarques de todas las especies de aquellas embarcaciones (excluyendo las palangreras) que pescan parte del año en el ARCAA y parte del año en cualquier otro lugar. Los archivos de la Comisión abarcan principalmente todos los atunes capturados por barcos que pescan en el Pacífico oriental, pero no incluyen todos los datos correspondientes al Atlántico ya que no es posible vigilar ciertas embarcaciones que pescan en este océano y que también pescan durante el año en el Pacífico oriental. Se enumeran más adelante por área oceánica de pesca y especies las capturas anuales en toneladas de todas las embarcaciones de las que se han obtenido los registros y que pescan todo el año o parte de éste en el ARCAA. El precio de la captura del peso desembarcado en 1975 se calcula en unos 208.6 millones de dólares, basado en el precio por tonelada de cada especie en California y Puerto Rico.

Area	Aleta		Patudo	Aleta		Barrilete		
	amarilla	Barrilete		azul	Bonito	negro	Albacora	Otros
ARCAA	177,203	134,011	4,205	8,122	18,758	414	3,408	282
P.O. al oeste del ARCAA	47,278	2,086	108			3		
Atlántico	<u>15,801</u>	<u>8,350</u>	<u>74</u>	<u>635</u>		<u>71</u>	<u>1</u>	<u>20</u>
Total	240,282	144,447	4,387	8,757	18,758	488	3,409	302
Total todas las especies: 420,830								

Las áreas de 1° en el ARCAA y fuera de ella que fueron pescadas por embarcaciones de cerco en 1975 se presentan en las Figuras 2 y 3. En la Figura 2 se indican las áreas que produjeron aleta amarilla durante viajes no reglamentados en el ARCAA, y durante todo el año en el área E-1 y fuera del ARCAA. Las áreas principales de captura en el ARCAA durante 1975, se localizaron cerca al Golfo de California, frente al sur de México y de la América Central y en el Golfo de Guayaquil. El área de 1° con la captura registrada más grande fue la 0-20-105-08 que produjo 4,297 toneladas. El área de 1° con la captura registrada más grande fuera del ARCAA fue la 0-00-115-22 con 2,250 toneladas registradas. La pesca fuera del ARCAA en 1975, tuvo lugar aproximadamente en las mismas áreas que en 1974, pero el área principal de captura durante 1975 fue la de los 110° a los 124°W entre los 4°-6°N, diferente a la de los últimos años.

La Figura 3 presenta el mismo tipo de datos para el barrilete que los indicados para el aleta amarilla en la Figura 2. El área principal de captura de barrilete se localizó en el Golfo de Guayaquil y cerca a éste, tanto en la temporada reglamentada como en la no reglamentada, siendo los 2 últimos meses del año los más productivos.

Los desembarques (la cantidad de atunes descargados durante el año civil omitiendo el año de captura) de aleta amarilla y barrilete del ARCAA durante 1950-1975 se indican en la Tabla 1. Los cálculos preliminares de los desembarques en 1975 dan 177,856 toneladas de aleta amarilla y 123,967

toneladas de barrilete. Durante 1975, se descargó aleta amarilla y barrilete en 11 países. El país de desembarque es el país que recibe atunes de embarcaciones pesqueras o que han sido transbordados por un frigorífico u otros transportadores, después de haber sido desembarcados en otros lugares por las embarcaciones pesqueras. Los descargues de aleta amarilla y barrilete por país de desembarque, en miles de toneladas, y el porcentaje de los descargues totales en 1975 son los siguientes:

País de desembarque	Aleta amarilla	% de desembarques del ARCAA	Barrilete	% de desembarques del ARCAA
Ecuador	14.5	8.1	21.4	17.3
Japón	0.9	0.5	0	0
México	13.7	7.7	5.6	4.5
Perú	2.8	1.6	2.7	2.2
E.U.A.	135.7	76.3	84.8	68.4
Canadá, Colombia, Costa Rica, Francia, España y Venezuela	10.2	5.8	9.4	7.6
Total	177.8		123.9	

La captura de patudo por la flota epipelágica durante 1975, se calcula en unas 4,205 toneladas en el ARCAA y 108 toneladas al oeste del ARCAA. La mayoría de patudo fue obtenida por embarcaciones que maniobraron en el área del Golfo de Guayaquil durante los últimos meses del año.

Las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete durante los viajes reglamentados y no reglamentados en el ARCAA se presentan en la Tabla 2 por áreas latitudinales. Estas representan las capturas combinadas de embarcaciones cerqueras y de carnada según han sido tabuladas de los cuadernos de bitácora. Durante los viajes no reglamentados en 1975, el área principal de producción de aleta amarilla provino del área entre los 5-15°N. La captura registrada al sur de la línea ecuatorial es la más grande en este periodo de 5 años. Durante los viajes reglamentados la captura más grande de aleta amarilla se obtuvo en el norte a los 20° y al sur de la línea ecuatorial. Las áreas de mayor captura de barrilete durante viajes reglamentados y no reglamentados se localizaron al sur del ecuador.

Captura mundial de atún

Como se indicó en el Informe Anual del año pasado, muchas especies de atún se negocian como artículo de consumo en los mercados mundiales y la estrategia de pesca de la flota internacional de atún se encuentra afectada por la ley de la oferta y la demanda. Además, en un año determinado, muchas de las grandes embarcaciones pueden maniobrar no solo en varias partes del mismo océano pero en más de un océano. Por lo consiguiente, es importante que los investigadores de la Comisión conozcan la magnitud y la composición de especies de la captura anual de atunes y especies afines de los varios océanos. Desafortunadamente, el sistema actual de coleccionar las estadísticas de captura es inadecuado. No solo esta Comisión, pero otros organismos investigadores de atún y la misma industria atunera han proclamado la necesidad

de obtener datos más exactos sobre las capturas globales de atún. Para remediar esta situación, la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas hizo un arreglo con la Comisión para contratar a uno de los investigadores de la CIAT por 3 meses en 1975, para ayudar a mejorar la recolección de las estadísticas mundiales de las capturas de atún. Se cree que este trabajo eventualmente ha de mejorar considerablemente las estadísticas de las capturas globales de atún. Actualmente, solo se tienen cálculos muy preliminares de las capturas mundiales de varios atunes, peces afines y peces espada en 1974 (Figura 4).

El aparente aumento de captura en 1974, comparado con el informado en 1972, en el informe anual del año pasado, puede que se deba solamente a un cálculo mejor, derivado del análisis de los datos que la Comisión no pudo obtener el año pasado.

En la Figura 5 se indica la distribución geográfica en los océanos mundiales de la captura en 1974, de las especies principales comerciales.

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 ARCAA. No se tienen registros de embarcaciones individuales palangreras que maniobran en el ARCAA, ni de canoas y otras embarcaciones pequeñas que maniobran en algunos de los puertos de la América Central y la América del Sur.

Las embarcaciones se encuentran agrupadas por clase de arqueado, basadas en su capacidad de acarreo, en la forma siguiente: clase 1, 0-50 toneladas; 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 revisan anualmente los registros de desembarque de cada embarcación y la capacidad de acarreo se examina cuando es necesario. Se emplean los cálculos de los propietarios y armadores de la capacidad de acarreo para las nuevas embarcaciones. Para las pequeñas embarcaciones de carnada y bolicheras ecuatorianas que hacen viajes diarios, se usa la capacidad declarada por los propietarios o capitanes. Si no se obtiene esta información, se asigna una capacidad de 25 toneladas a la nave. Las embarcaciones que se van a pique o abandonan la pesca de atún en el Pacífico oriental se incluyen en los registros de la flota de ese año. Las embarcaciones que cambian de pabellón se enumeran bajo la nueva bandera si han realizado por lo menos un viaje bajo esa bandera durante el año.

El número de embarcaciones y la capacidad de la flota atunera del Pacífico oriental en 1975, se presenta en la Tabla 3 por bandera, arte y clase de arqueado. Durante 1975, embarcaciones de 15 naciones maniobraron en el ARCAA (las 14 presentadas en la tabla más Colombia, cuya flota consiste de pequeños barcos que hacen viajes diarios y de los cuales la Comisión no mantiene archivos). Hay dos países más que en 1974 (Senegal y Venezuela).

En términos de capacidad, la flota de 1975 está formada el 95.6% por cerqueros, 4.3% clíperes atuneros y 0.1% bolicheras y embarcaciones con curricán. En términos del número de barcos, los cerqueros forman el 67.1%, los clíperes atuneros el 29.9% y las bolicheras y embarcaciones con curricán el 3.0%. En 1975 las flotas de Bermuda, Ecuador, España y los E.U.A. aumentaron en capacidad; las de Canadá, México, Panamá, Perú y Francia disminuyeron en capacidad; y las de Costa Rica, las Antillas holandesas y Japón permanecieron iguales. La flota total aumentó sobre la de 1974 en 16,682 toneladas.

El número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el ARCAA cada año entre 1965 y 1975 se presenta a continuación:

Año	Número de embarcaciones	Capacidad (t.a.)
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	355	95,229
1972	373	115,737
1973	355	138,152
1974	336	152,618
1975	334	169,300

Desde 1967 a 1975, la flota ha aumentado en 123,327 toneladas, una cantidad superior a la capacidad total de la flota de cualquier año anterior a 1973. La capacidad de la flota en 1975 aumentó el 10.9% sobre la de 1974. Este es un aumento ligeramente superior al de 1974 (14,466 toneladas o 10.5% sobre 1973) pero substancialmente inferior al aumento ocurrido en 1971-1973. La flota continuará desarrollando su capacidad en 1976. La construcción de nuevas embarcaciones atuneras en los astilleros de los E.U. se ha aminorado considerablemente, pero hay muchos nuevos barcos ya terminados, listos para empezar a pescar, y embarcaciones bajo construcción en astilleros en varias partes del mundo. No es posible, actualmente, pronosticar exactamente que nueva capacidad de pesca habrá en el ARCAA en 1976.

INVESTIGACION EN 1975

ABUNDANCIA DE ATUNES Y RESULTADOS DE PESCA

Tendencias recientes en la captura por día normal de pesca

La captura por día normal de pesca (CPDNP) la emplean los investigadores de la Comisión como un índice de la abundancia relativa aparente del aleta amarilla y barrilete. La CPDNP se calcula según la información de captura y esfuerzo obtenida de los cuadernos de bitácora que se obtuvo de casi todas las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La CPDNP está hasta cierto punto bajo la influencia de los cambios temporales y espaciales de la accesibilidad y vulnerabilidad de los peces, y supeditada

también a la variación en el comportamiento de los pescadores, pero, sin embargo, se supone que es un índice bastante bueno de la abundancia relativa y aparente. Desde 1960, la mayor parte del aleta amarilla y, desde 1961, la mayor parte de barrilete, ha sido capturada por cerqueros; por lo consiguiente, la CPDNP de las embarcaciones con cerco es el índice principal empleado para examinar las tendencias en la abundancia relativa y aparente.

La CPDNP mensual de aleta amarilla y barrilete de 1960 a 1975 en el ARCAA, se presenta en las Figuras 6 y 7. Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales.

La CPDNP del aleta amarilla

Durante 1960-1965 no hubo restricción en la pesca del aleta amarilla. A principios de 1966, cuando se establecieron las reglamentaciones, se emplearon solamente los datos de viajes sin reglamentar para calcular la CPDNP. Desde 1962, se había ajustado la CPDNP con relación a los cambios en la porción de caladas positivas para tratar de corregir los cambios ocurridos en la eficacia de las artes.

La CPDNP de aleta amarilla en el período de años presentado, fue la más alta a principios de 1960, en la época en que la pesca con cerco fue el método dominante de pesca. Después de una fuerte presión pesquera la CPDNP declinó agudamente a mediados de 1961, y continuó reduciéndose en 1962, año en que alcanzó el punto más bajo que se haya jamás registrado. La CPDNP permaneció baja en 1963, pero la captura de barrilete fue alta y la captura de aleta amarilla fue inferior a la captura equilibrada. Como resultado, la magnitud de la población aumentó aparentemente, como lo refleja el aumento en la CPDNP a principios de 1964. En el último semestre de 1964, la CPDNP declinó a un nivel que no sobrepasó mayormente el de mediados de 1963 y permaneció a este nivel hasta 1965. En 1966, el primer año de reglamentación, la CPDNP empezó a aumentar, y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968. Sin embargo, la CPDNP no alcanzó el nivel que tuvo a principios de 1960. Durante estos años se amplió el área de pesca fuera de la costa. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP permaneció más bien constante a un alto nivel; a ésto siguió una aguda reducción en 1971. En 1972 la CPDNP aumentó substancialmente y permaneció cerca al nivel de 1968-1970 en los 4 primeros meses del año. En 1973 la CPDNP empezó el año a un nivel bajo pero aumentó fuertemente en marzo y abril, y permaneció alta hasta mayo. En 1974 la CPDNP declinó desde enero hasta abril y aumentó fuertemente en mayo. A ésto siguió la reducción común de medio año. En 1975 la CPDNP alcanzó el punto más alto del año en enero cuando obtuvo el mismo nivel de enero 1974. En los años más recientes la CPDNP ha aumentado sobre los valores de enero-febrero en marzo, abril o mayo. Esto no sucedió en 1975; la CPDNP declinó constantemente hasta julio después de lo cual hubo muy poco esfuerzo sin reglamentar. Ha habido una reducción constante en la CPDNP desde 1972 hasta 1975. El valor anual de la CPDNP en 1975 es el más bajo en 10 años.

No ha sido posible calcular en los últimos años la CPDNP durante la última parte del año, ya que existe muy poco esfuerzo sin reglamentar después de junio o julio. La primera parte del año es la temporada en que la abundancia del aleta amarilla es más alta, según puede verse en la Figura 6 respecto a la CPDNP de 1960 a 1965. Por lo consiguiente, es probable que se haya sobreestimado la abundancia anual en los años reglamentados con relación a los años antes de la reglamentación. Con el fin de examinar ésto, la CPDNP se ha calculado durante los 4 primeros meses de cada año; estos valores se presentan como líneas horizontales a puntos en la Figura 6. Los valores de la CPDNP de enero-abril son substancialmente más altos que los de la CPDNP anual de los años sin reglamentar, 1960-1965. En los años reglamentados las dos medidas de la CPDNP se encuentran muy paralelas y en 1969, 1973 y 1974 los valores anuales son ligeramente superiores a los valores de enero-abril. La CPDNP de los 4 primeros meses y de todo el año demostraron las mismas tendencias sobre el período de 16 años.

La CPDNP del barrilete

La CPDNP del barrilete se presenta en la Figura 7 para 1960-1975. Desde 1966 se han combinado los datos de los viajes reglamentados y sin reglamentar para calcular el índice.

En la mayoría de los años la CPDNP ha sido lenta en la primera parte del año, alta a mediados del año y se reduce a fines del año. La CPDNP del barrilete ha tenido su ápice, sobre una base anual, en 1963, 1967 y 1971. En 1972 la CPDNP del barrilete tuvo su nivel más bajo desde 1960 y el nivel de 1973 fue solo ligeramente superior. La CPDNP aumentó substancialmente en 1974, y en 1975 fue ligeramente superior al de 1974. Tanto en 1974 como en 1975 hubo un áprice en la CPDNP a fines del año, invirtiéndose la tendencia de la mayoría de los años anteriores. La CPDNP anual de 1975 fue la más alta desde 1971. Sin embargo, el valor de 1975 de 2.73 es substancialmente inferior al de 1971 de 4.03.

Captura por tonelada de capacidad de acarreo

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) es un índice que puede emplearse para examinar las tendencias en la eficacia económica de las diferentes clases de arqueo de las embarcaciones de un año a otro. La CPTCA se calcula para cada clase de arqueo al sumar la captura de todas las áreas oceánicas de pesca y según todas las reglamentaciones establecidas y luego se divide 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. La CPTCA de las embarcaciones cerqueras con base en California y Puerto Rico ha sido presentada en informes anuales anteriores. Este año la CPTCA se ha ampliado para incluir todos los barcos de la flota internacional cerquera de 101 toneladas y de más capacidad de acarreo que pescaron cada año durante la temporada sin reglamentar. Las embarcaciones se agrupan por clase de arqueo, basada en la capacidad de acarreo como sigue: clase 3, 101-200 toneladas; clase 4, 201-300 toneladas; clase 5, 301-400

toneladas; clase 6, 401-600 toneladas, clase 7, 601-800 toneladas; clase 8, 801-1000 toneladas; clase 9, 1001-1200 toneladas; clase 10, más de 1201 toneladas.

La CPTCA de los años 1972-1975 se presenta en la Tabla 4 por clase de arqueo y por todas las clases de arqueo combinadas, para el aleta amarilla, barrilete, otras especies y todas las especies combinadas. La mayoría de la captura de "otras especies" consiste de atún aleta azul y bonito, y se incluye patudo y barrilete negro.

La CPTCA de aleta amarilla, de todas las clases combinadas de arqueo, se ha reducido de 2.08 en 1972 a 1.48 en 1975. Aunque la clase 7 de arqueo ha tenido la CPTCA más alta en cada uno de los 4 años, la reducción ha sido superior para las clases de arqueo 6, 7, 8 y 10. La CPTCA de las clases 3, 4 y 5 ha sido mayor en 1974-1975 de lo que fue en 1972-1973. La CPTCA de aleta amarilla se redujo en todas las clases en 1975, según lo demuestran los valores de 1974. La CPTCA de barrilete de todas las clases combinadas ha aumentado en cada año del período de 4 años. En 1972 y 1975, la clase 3 de arqueo obtuvo la CPTCA más alta de barrilete y en 1973 y 1974 la CPTCA de la clase 10 de arqueo fue la más alta. La CPTCA de "otras especies" es mucho más alta para las clases de arqueo 3 y 4 que para las embarcaciones de gran porte. La CPTCA de todas las especies combinadas y todas las clases de arqueo combinadas se ha reducido cada año; sin embargo, los valores de 1974 y 1975, 2.50 y 2.48, son muy próximos.

Estudios computadores de simulación

Con el fin de estimar los parámetros de pesca y de población de un modelo computador de simulación de la estructura de la edad como es TUNPØP hay que hacer dos cosas:

- 1) Usar una función de crecimiento para transformar los datos de la captura por talla a datos de la captura por edad (o cohorte).
- 2) Usar un vector de los índices de la mortalidad natural instantánea a edad específica al analizar la cohorte para estimar los índices de la mortalidad instantánea por pesca a edad específica (y luego los coeficientes de capturabilidad a edad específica) y las cantidades de la población subyacente con relación al tiempo.

Se determinó que como la validez de los pronósticos de un modelo de simulación de la estructura de la edad puede depender fuertemente de la selección de los índices de crecimiento y de la mortalidad natural a edad específica, se debía realizar un estudio para examinar la sensibilidad de TUNPØP y de SIMU (un modelo similar de la población y pesca del aleta amarilla en el Atlántico oriental) a errores en la estimación de la mortalidad natural a edad específica y a errores en la estimación de la captura por edad, debido a la incapacidad de distinguir las modas de la cohorte y los errores resultantes al estimar el crecimiento a edad específica. Este estudio fue realizado en abril de 1975 en Abidjan (Costa de Marfil) por un investigador

de la Comisión y un científico del Centre de Recherches Oceanographiques de ORSTOM. Más adelante se informa sobre los resultados de este estudio según se relacionan a TUNPØP.

En la pesca del aleta amarilla en el Pacífico oriental aparecen cada año dos cohortes principales, aproximadamente con 6 meses entre reclutamientos. Este fenómeno, junto con el hecho que solo ocurre una pesca intensiva en los seis primeros meses del año como resultado del programa administrativo, hace que sea muy difícil seguir consistentemente las modas de las cohortes aún con base mensual. Así que se emplearon dos alternativas de crecimiento en las simulaciones del Pacífico oriental (Figura 8). La primera alternativa (LENTA) es la relación de crecimiento más comúnmente usada en el Pacífico oriental. La característica que la distingue es que es casi lineal (en longitud) desde 40 a 125 cm, un lapso de tiempo de unos 3 años. La segunda alternativa (RAPIDA) se basa en la progresión aparente de dos cohortes que fueron ambas explotadas fuertemente en su primer año completo en la pesquería. La característica que distingue esta alternativa es el crecimiento acelerado en longitud entre los 65 y 125 cm (un lapso de tiempo ligeramente superior a 1 año) que es bastante similar en declive al rápido crecimiento en el estado de longitud observado en el aleta amarilla del Atlántico oriental.

La captura por edad fue estimada según la captura por talla usando las relaciones LENTA y RAPIDA de crecimiento. Para la relación (LENTA) de crecimiento usada más frecuentemente, se estimó separadamente la mortalidad por pesca a edad específica, la capturabilidad y las cantidades subyacentes de la población para la constante anual M (coeficiente de mortalidad natural) = 0.6, 0.8 y 1.0, para la reducción lineal con relación a la edad de M desde 1.0 a 0.4 (M) y para el aumento lineal con relación a la edad de M desde 0.4 a 1.0 (M). Se calcularon los mismos parámetros para la relación (RAPIDA) de crecimiento para una constante anual $M = 0.8$ solamente. Con el fin de mantener la comparabilidad de los análisis de las cohortes fue escogido el valor inicial de F (coeficiente de la mortalidad por pesca) (generación de más edad) en cada análisis de cohorte para que la mortalidad total en la cohorte fuera independiente del crecimiento y la mortalidad natural.

Estas estimaciones designadas "1969, 70" en la Figura 9 se refieren a los coeficientes promedio de capturabilidad a edad específica calculados por el análisis de la cohorte de 1969 y 1970, época en que la explotación más fuerte fue de peces de II y III años (aproximadamente 10 a 50 kg). Estos cálculos designados "1972, 73" se refieren a los coeficientes promedio de capturabilidad a edad específica de 1972 y 1973, época en la que hubo un aumento significativo de capturabilidad de peces de I año (3-10 kg) debido a un aumento aparente de su disponibilidad cerca a la costa, frente a la América Central y un aumento significativo en la capturabilidad de peces de IV años (>50 kg) debido a la expansión del esfuerzo fuera de la costa en ciertas épocas del año. Solo se emplearon las estimaciones "1972, 73" de capturabilidad para la relación RAPIDA de crecimiento.

Se realizaron varias series de simulaciones para investigar completamente la sensibilidad de los dos modelos a posibles errores en la estimación de los parámetros básicos del crecimiento y la mortalidad natural. Se iniciaron pasadas a principios del tercer trimestre de 1974. Los resultados de las simulaciones se presentan para el período de 4 años, 1975-1978, siendo la captura de 1974, la captura observada, empleada para producir las condiciones iniciales. Se calculó el esfuerzo basado en proyecciones de la capacidad de la flota de 1975 a 1978 y se supuso que existía una relación lineal entre el número de días normales de pesca producidos por trimestre y la capacidad de acarreo de la flota, y que la relación cambia según sea que la pesca es predominantemente reglamentada o no reglamentada. Las simulaciones en el Pacífico se hicieron bajo la suposición de que se estaba pescando sin restricción durante el primer semestre de cada año y que la pesca reglamentada se efectuaba en el segundo semestre. Finalmente, se supuso que cada reclutamiento simulado era constante durante el tiempo en cuanto a que la sensibilidad de los modelos es el problema que se está analizando y no el resultado absoluto de los pronósticos.

Los resultados de la primera serie de simulación, junto con las capturas simuladas de la media anual de 4 años, se presentan en la Figura 9. Se proyectaron estas pasadas para investigar la sensibilidad de las proyecciones del modelo a los cambios en la mortalidad natural a edad específica bajo los dos vectores de capturabilidad a edad específica. Resulta alguna variabilidad en la captura proyectada de los cambios a edad específica M , pero las tendencias totales de los 4 años son iguales en la mayoría de los casos. El peso medio de los individuos en la captura permanece relativamente constante (6-8 kg) según varía M . Varios puntos son interesantes:

1) Cuando $M = 1.0$, el único caso en que se calcula que la población está actualmente subexplotada, la captura se recupera bastante rápidamente después de una declinación inicial en 1975. En todos los otros casos la captura declina rápidamente en 1975 y luego no se recupera.

2) En el mismo caso de $M \downarrow$, la reducción de la captura es más gradual durante el tiempo que en los otros casos; sin embargo, el punto de equilibrio alcanzado en 1978 es muy próximo al alcanzado por $M = 0.6$, $M = 0.8$ y M .

3) Parece que no existe una diferencia significativa entre los pronósticos basados en los promedios de capturabilidad de "1969, 70" y los basados en los promedios de capturabilidad de "1972, 73". Ambas modas de explotación parecen tener igual eficacia de explotación en la población simulada del Pacífico oriental. Sin embargo, estos hallazgos tienen solamente valor en cuanto a las consecuencias en la producción por reclutamiento (*e.d.*, bajo la suposición de un reclutamiento constante). Es posible imaginarse que las dos estrategias de pesca a edad específica pueden tener impactos bastante diferentes en la fecundidad potencial de la población, un aspecto importante de la dinámica de población que no se ha considerado en este análisis.

Los resultados de la segunda serie de simulación se presentan en la Figura 10. Estas pasadas se proyectaron para examinar la sensibilidad de los pronósticos a cambios en los índices de crecimiento a edad específica en el Pacífico oriental (TUNPØP). Todas las pasadas se hicieron según las observaciones del promedio de capturabilidad a edad específica en 1972, 1973 con $M = 0.8$. Se pasaron dos series, la primera (lado derecho de la figura) de la pesca sin reglamentar en los dos primeros trimestres de cada año y de la pesca reglamentada en los dos últimos trimestres (como en las pasadas anteriores), y la segunda (lado izquierdo de la figura) de la pesca sin reglamentar en el primero y último trimestre de cada año y de la pesca reglamentada en los dos trimestres intermedios. En ambos casos, y según los cálculos determinados de la capturabilidad a edad específica, las proyecciones del modelo parecen ser bastante insensibles a los cambios en los índices de crecimiento a edad específica.

Es evidente que tanto SIMU como TUNPØP son relativamente insensibles a los cambios de los parámetros de entrada de los índices de crecimiento y de mortalidad natural a edad específica bajo las condiciones actuales de pesca. Sin embargo, esto no significa necesariamente que los pronósticos de los modelos sean correctos, pero más bien que las credibilidad de las proyecciones se apoya en la confiabilidad de otros parámetros y variables (por ejemplo, la relación entre la población y el reclutamiento, o a cambios en la disponibilidad debidos a aumentos o reducciones en el área de explotación) empleados en los modelos.

En 1975 se hizo un gran cambio en las dimensiones del sector de captura de TUNPØP. Además se aumentó el alcance de las áreas del modelo para incluir tanto el ARCAA como el área al oeste de esta región donde la flota epipelágica maniobra en algunas temporadas del año. El modelo desde su construcción original en 1972 ha sido básicamente bidimensional, siendo las dimensiones tiempo y edad. Durante 1975 se agregó al modelo el área como una tercera dimensión, debido a que los peces de ciertas edades parece que se capturan más fácilmente en ciertos estratos de tiempo y área que en otros. En la forma bidimensional del modelo el esfuerzo es rígido en la forma en que se aplica a través de la estructura de la edad de la población, mientras que en la forma tridimensional la distribución de la edad y la magnitud absoluta de la captura dependen tanto en el nivel como en el área de distribución del esfuerzo. Uno de los objetivos de este modelo es examinar la producción potencial del aleta amarilla en el Pacífico oriental según varios esquemas administrativos, muchos de los cuales incluyen el conocimiento sobre el efecto de reducir o eliminar completamente el esfuerzo en varias áreas en que maniobra la pesca.

Con el fin de realizar el cambio en la magnitud de TUNPØP, se dividió el Pacífico oriental en áreas en las que los coeficientes de capturabilidad a edad específica han sido relativamente constantes de un año a otro. Estas áreas (Figura 11) se seleccionaron basadas en el examen de las modas predominantes de las estimaciones de captura por trimestre y área de 5° desde

1969 hasta 1973. Los coeficientes de capturabilidad a edad específica (la probabilidad de que una unidad de esfuerzo encuentre una unidad de la población en una unidad de tiempo) fueron luego estimados para cada área. Estos valores se suman en la Figura 12 en gráficas separadas para las áreas cercanas a la costa (A1, A2, A3 y A6) y las áreas fuera de la costa (A4, A5, A7 y A8). Es evidente que los peces más jóvenes (edad 0 a I) son muchos más vulnerables y/o disponibles en las áreas cercanas a la costa que en las áreas mar afuera, y que lo contrario es cierto para los peces más viejos (edad II, III y IV). Además es verdad que la moda predominante de pesca en las áreas de bajura es de "cardúmenes de peces" o pesca "sin delfines", mientras que la moda predominante de la pesca con cerco del aleta amarilla en el área mar afuera es la pesca con "delfines".

Desafortunadamente, parece que existen serios problemas al emplear esta versión aumentada de TUNPØP para representar la dinámica pesquera en el Pacífico oriental.

1) La relación entre el esfuerzo que se aplica a una subárea y la mortalidad por pesca a edad específica resultante en toda la población no parece estar adecuadamente representada mediante la relación clásica multiplicativa entre la capturabilidad a edad específica y el esfuerzo. Parece que no solamente la mortalidad por pesca a edad específica es más bien independiente del esfuerzo pero que existe una estructura compleja de covariancia entre la capturabilidad en áreas específicas, vinculada tal vez a la heterogeneidad ya sea de la vulnerabilidad a edad específica, la disponibilidad y/o a la abundancia de la población subyacente.

2) La mayoría de las simulaciones de las capturas de altura son significativamente insuficientes respecto a la cantidad de las observaciones, especialmente en lo que se relaciona a las clases de más edad. Esto, a su vez, conduce a teorizar acerca de la estructura de la población subyacente. Puede que sea más complejo que el enfoque de la unidad de población actualmente usado en el modelo.

Se espera que éste y otros problemas puedan resolverse, a lo menos parcialmente, en un futuro cercano. Si se logra esto, se podrá avanzar significativamente tanto en la política administrativa como en el conocimiento básico de la estructura poblacional del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental.

Las pautas de las varias formas de TUNPØP podrán comprenderse tal vez mejor cuando los pronósticos de las capturas de 1975 y 1976, dados en el Informe Anual de la Comisión de 1974, se examinen a la luz de lo que actualmente ocurrió en la pesca de 1975. Antes de iniciarse la temporada de 1975 se proyectó, que "Si la pesca sin reglamentar cesa durante el segundo trimestre, la captura en 1975 será entre 120 y 160 mil toneladas; depende de la vulnerabilidad de los peces de 1 año . . . Se recalca que los pronósticos anteriores tienen valor solo si las suposiciones sobre las cuales están basados son válidas. Es especialmente importante la suposición de que el re-

clutamiento en 1973 y 1974 fue promedio, y que las altas capturas de peces de 1 año se debieron en esos años a una vulnerabilidad superior al promedio de los peces pequeños a las artes de pesca. Si las grandes capturas de peces de 1 año en 1973 y 1974 se debieron a un reclutamiento superior al promedio de esos años, las perspectivas de 1975 y 1976 son mucho mejores”.

Las siguientes tablas presentan las capturas observadas y pronosticadas y la CPDNP para 1975 y 1976, como también la composición relativa de la edad en la captura de los dos primeros trimestres de 1975. Los trimestres del año se designan por 1T, 2T, etc.

Tiempo	Observada	CAPTURA (toneladas)		
		Pronóstico actual	Pronóstico corregido para el reclutamiento	Pronóstico corregido para el reclutamiento y el esfuerzo
1975 1T	84,080	55,711	83,122	79,196
1975 2T	45,631	63,607	77,524	70,183
1975 1T + 2T	129,711	119,318	160,646	149,379
1975 3T + 4T	43,289)	19,598	21,168	51,009
Total-1975	173,000)	138,916	181,814	200,388
1976		147,293	158,369	159,567
)estimaciones preliminares				
Tiempo	Observada	CPDNP (toneladas/día)		
		Pronóstico actual	Pronóstico corregido para el reclutamiento	Pronóstico corregido para el reclutamiento y el esfuerzo
1975 1T	4.44	2.76	4.11	4.18
1975 2T	2.67	3.15	3.84	4.11
1975 1T + 2T	3.60	2.95	3.98	4.15
1975 3T + 4T	2.49)	2.86	3.09	2.93
Total-1975	3.24)	2.94	3.85	3.75
1976		2.97	3.19	2.99

Composición relativa de la edad de la captura en peso durante el 1T y el 2T de 1975

Edad	1T	2T	1T + 2T	3T + 4T
0	.02	.02	.01	.01
I	.35	.60	.53	.52
II	.46	.25	.37	.38
III	.14	.09	.06	.06
IV	.03	.04	.03	.03

El pronóstico actual (segunda columna) es la serie de pronósticos realizados antes de empezar la temporada de 1975, que empleó las condiciones de pesca más parecidas a las que actualmente ocurrieron en 1975 (poca vulnerabilidad y/o disponibilidad de los peces de 1 año, principalmente en la pesca sin reglamentar en los dos primeros trimestres, principalmente en la pesca reglamentada en los dos últimos trimestres). Los valores del pronóstico corregido para el reclutamiento (columna 3) representan las capturas simuladas que hubieran resultado si se hubiera considerado el incremento aparente del reclutamiento en 1974 en la entrada del modelo (122% de aumento para el grupo Y y 61% para el grupo X), estimado según el análisis de la cohorte, usando la captura por edad durante el segundo trimestre de 1975. El pronóstico corregido para el reclutamiento y el esfuerzo (columna 4) indica las capturas simuladas que hubieran resultado si tanto los cambios aparentes en el reclutamiento de 1974 como el esfuerzo actual de 1975, se hubieran conocido antes de la temporada de 1975. Finalmente, las tablas

siguientes presentan la captura observada y pronosticada, y la CPDNP para 1975 y 1976, como también la composición relativa de la edad de la captura en los dos primeros trimestres de 1975, usando la nueva versión de TUNPØP mencionada anteriormente, que incluye una expansión de la extensión de las áreas en el modelo y del área al oeste del límite del ARCAA.

CAPTURA (toneladas)

Tiempo	ARCAA		Fuera de ARCAA		Total	
	Observada	Pronosticada	Observada	Pronosticada	Observada	Pronosticada
1975 1T	80,080	97,547	0	0	84,080	97,547
1975 2T	45,631	72,311	9,841	6,848	55,472	79,159
1975 1T+2T	129,711	169,858	9,841	6,848	139,552*	176,706
1975 3T+4T	43,289*	31,942	39,159*	17,479	82,448*	49,421
Total-1975	173,000*	201,800	49,000*	24,327	222,000*	226,127
1976		177,420		24,709		202,129

*estimaciones preliminares

CPDNP (toneladas/día)

1975 1T	4.21	4.89	—	—	4.21	4.89
1975 2T	2.58	4.08	4.95	3.44	2.82	4.01
1975 1T+2T	3.44	4.51	4.95	3.44	3.52	4.46
1975 3T+4T	2.75*	2.03	6.11*	2.73	3.72*	2.23
Total-1975	3.24*	3.78	5.84*	2.90	3.59*	3.66
1976		3.32		2.94		3.27

Composición relativa de la edad de la captura en peso durante el 1T y 2T de 1975

Edad	1T	2T	1T	2T	1T	2T
0	.02	.01	.01	.00	.02	.01
I	.35	.41	.11	.11	.32	.40
II	.46	.44	.39	.52	.43	.44
III	.14	.12	.17	.31	.13	.12
IV	.03	.03	.32	.07	.11	.03

El esfuerzo observado por área y el aumento estimado en el reclutamiento de 1974 fueron considerados en la entrada del modelo. Varios puntos fueron evidentes al examinar estas tablas:

1) Los pronósticos originales de la captura en 1975 fueron substancialmente subestimados, debido principalmente a la incapacidad de calcular el aumento aparente en el reclutamiento que ocurrió en 1974.

2) Se realizó una sobreestimación de la contribución de los peces de I año y una subestimación de la contribución de los peces de III años en la captura de 1975, en todos los casos en el primer grupo de tablas. Se teoriza que esto se debe a la fuerte pesca de barrilete en 1975, como también a la incapacidad del modelo bidimensional para explicar el cambio en la mortalidad relativa por pesca a edad específica como resultado de la distribución del esfuerzo sobre área y tiempo. Puede observarse que la composición de edad en el ARCAA está bastante bien representada por las simulaciones del modelo tridimensional (segundo grupo de tablas).

3) Es evidente que el aumento aparente del reclutamiento en 1974 no se observó uniformemente en toda la pesca del Pacífico oriental. Esto se puede ejemplarizar cuando se compara la composición pronosticada de la edad con la

observada en la captura del primer semestre de 1975 al oeste del límite del ARCAA. El modelo parece sobreestimar la contribución de los peces de II años debido al hecho de que cualquier aumento en el reclutamiento simulado se observa uniformemente en la población subyacente, siendo el reclutamiento independiente del área.

4) El modelo tridimensional parece fallar con bastante consistencia en pronosticar la magnitud de la captura al oeste del límite del ARCAA. Esto se debe probablemente a la mala interpretación de la estructura subyacente de la población.

5) Las sobreestimaciones consistentes de la captura en el ARCAA, en las pasadas corregidas, se deben probablemente a la incapacidad del modelo de tener en cuenta el efecto de la fuerte pesca de barrilete en el esfuerzo real del aleta amarilla y la sobreestimación resultante del esfuerzo en esta especie.

Se puede suponer al examinar los pronósticos corregidos, que si 1975 hubiera sido un año promedio de barrilete, la captura de aleta amarilla en el ARCAA hubiera podido aproximarse a 200,000 toneladas, no habiendo cambio en el nivel de esfuerzo. Además, la reducción en la CPDNP en 1975 se debe tal vez, parcialmente, a la alta captura de barrilete como también a la merma en la abundancia del aleta amarilla.

ESTRUCTURA DE POBLACION Y MIGRACION

Estructura de la población derivada de la reproducción

Las investigaciones recientes sobre la morfología y serología del aleta amarilla indican la existencia de un número de subpoblaciones genéticamente distintas en la pesca de esta especie. Además, el aleta amarilla pertenece a dos cohortes de reclutamiento; la cohorte X que entra en la pesca durante el primer semestre del año y la cohorte Y que entra durante el segundo semestre. Estas cohortes se describen en la página 00. Un mecanismo que puede ser la causa de la existencia tanto de subpoblaciones genéticamente separadas como de grupos distintos de reclutamiento es la separación temporal y espacial de los grupos de reproducción. Los investigadores de la Comisión han obtenido los datos de reproducción desde 1953 a 1961, en las regiones de bajura de los clíperes atuneros, y desde 1970 a 1973 en las áreas pesqueras de altura y fuera del ARCAA. En 1975 se analizaron estos datos para determinar si los hábitos reproductores del aleta amarilla apoyaban la existencia de subpoblaciones separadas genéticamente y para averiguar si el desove era el mecanismo responsable por la semestralidad del reclutamiento.

Los ovarios del aleta amarilla desembarcado por la flota fueron usados para determinar la proximidad del desove. El nivel de desarrollo de los ovarios fue cuantificado por un índice gonosomático, que es la razón numérica del peso de ambos ovarios con relación al peso del pez. Al examinar los óvulos de los peces con índices gonosomáticos que fluctúan de 10 a 70, se encontró que un pez con un índice gonosomático de 30 o más contenía óvulos maduros

y se supuso que el desove ocurría en el mes de captura. Solo se usaron peces maduros en el análisis.

Con el fin de asociar grupos reproductivos de peces con las cohortes *X* e *Y*, encontrados en la pesca, se sobrepusieron las modas frecuencia-talla de los peces reproductores sobre las frecuencias de talla de los datos de captura (Figuras 13 y 14). En esta forma se podían determinar las pautas anuales de reproducción de los grupos *X* e *Y*.

Se encontraron diferentes pautas anuales de reproducción entre los peces en la región de bajura de los cíperes atuneros y los capturados en la pesca de altura y fuera del ARCAA. Las áreas principales de reproducción en la región histórica costera de los cíperes atuneros son las Islas Revillagigedo, las Islas Tres Marías, la costa meridional de México y las costas de Costa Rica y Panamá. Los peces en estas áreas exhiben dos períodos de desove anual (verano e invierno) que duran de 2 a 3 meses. El análisis revela que la misma cohorte se reproduce dos veces al año, alcanzando el máximo del desove con 6 meses de separación.

Los peces obtenidos por la pesca de altura y fuera del ARCAA no exhibieron esta pauta anual doble de reproducción. La flota no pescó en la última área durante el primer trimestre del año; sin embargo, en otros meses cuando se obtuvieron muestras, todas tenían un alto porcentaje de reproductores (Figura 14). Así que la reproducción en esta área ocurre sobre un largo período, posiblemente durante todo el año. Son inciertas las razones por las cuales existen diferencias en la reproducción entre los peces de ambas áreas. Se pueden examinar las siguientes posibilidades: (1) se cree que el ambiente marino en las dos áreas es bastante diferente y (2) los peces capturados fuera del ARCAA son diferentes a los de las poblaciones costeras y similares al aleta amarilla hawaiano, que exhibe también largos períodos de reproducción. Como la misma cohorte de peces costeros se reproduce dos veces al año, las diferencias temporales en el desove no pueden ser responsables por las subpoblaciones genéticamente separadas encontradas en la pesquería; estos datos no son suficientes para determinar si ocurre aislamiento espacial en los grupos reproductores. Sin embargo, el ciclo semianual de desove no explica la existencia de las cohortes de reclutamiento *X* e *Y*.

Mercado de atún

Se ha prestado un considerable interés al mercado durante 1969-1975, a causa del gran incremento reciente en la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas fuera de la costa y, por lo consiguiente, la necesidad de conocer más sobre el grado de mezcla que existe entre los peces de diferentes áreas cerca y fuera de la costa, y de los peces que habitan las aguas costeras y mar afuera. Como el aleta amarilla se explota mucho más que el barrilete en las áreas donde se ha intensificado la pesca recientemente, se le presta más interés a esa especie. Se han realizado durante este período 18 cruceros fletados y varios cruceros de oportunidad.

Se llevaron a cabo dos cruceros a bordo de cerqueros fletados durante 1974. El primero se realizó frente a la América Central durante el segundo trimestre del año. Se habían capturado grandes cantidades de aleta amarilla pequeños frente a la América Central durante el segundo trimestre de 1973, y se esperaba que aparecieran nuevamente en 1974. Se consideró deseable marcar estos pequeños peces para determinar así dónde aparecen en la pesquería cuando tienen más edad, y poder en esta forma estimar el índice de la mortalidad por pesca. Afortunadamente, los aleta amarilla pequeños aparecieron en esa área durante el segundo trimestre de 1974, y se marcó un gran número de ellos. El segundo crucero se realizó más lejos mar afuera durante el cuarto trimestre del año. Los resultados, hasta la fecha, de estos cruceros son los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha de liberación	Área de liberación	Atún aleta amarilla			Barrilete		
				Liberados	Recapturados 1974	Recapturados 1975 des.	Liberados	Recapturados	
1072	<i>Marco Polo</i>	abr.-mayo 1974	América Central	3,664	188	6	5	5	0
1973	<i>Marco Polo</i>	oct.-nov. 1974	10°N-107°W	5,006	68	116	14	43	0

Las áreas de recaptura de aleta amarilla del primer crucero se presentan en la Figura 15. (En la figura no aparecen todas las recapturas ya que los datos están incompletos respecto a algunas de ellas). Aunque solo se encuentran tres recapturas en 1975 con datos útiles, parece que existió un desplazamiento de estos peces fuera de la costa durante el segundo semestre de 1974.

Las proporciones de aleta amarilla en las recapturas de 1974 y 1975 del crucero 1072 son bastante interesantes. Los peces fueron liberados en abril y mayo, cuando el promedio de talla era de unos 65 cm. Los investigadores de la Comisión estaban preocupados de que las fuertes capturas de atunes aleta amarilla pequeños frente a la América Central durante el primer semestre de 1973 y 1974 se debía a la vulnerabilidad superior al promedio de estos peces a la pesca, en vez de al reclutamiento superior al promedio. La baja captura de peces marcados en 1975 indica posiblemente que quedaban muy pocos de estos peces, presumiblemente porque se habían pescado tan fuertemente en 1974. Sin embargo, se repite que esta conclusión es solo tentativa, porque puede que los peces se hubieran vuelto relativamente invulnerables a la pesca y pueden seguir sobreviviendo en grandes cantidades. Las próximas recapturas serán de gran interés para poder vislumbrar el destino de este grupo importante de peces. Son interesantes los resultados de otros tres experimentos de marcado realizados en la misma área y en la misma época del año durante el período en que la pesca fue menos intensa. Estos son:

Crucero	Fecha	Recapturas				
		Año 0 (año de liberación)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
1027	abril 1959	8	17	1	0	0
1038	abril-mayo 1961	378	157	1	0	1
8035	abril-mayo 1962	30	23	0	0	0

En todos éstos, las proporciones de las recapturas de año 1 con respecto a las recapturas de año 0 fueron superiores a las del crucero 1072, lo cual indica probablemente que el índice de sobrevivencia de estos peces fue superior durante el período de 1959-1963 que durante el de 1974-1975.

Las áreas de recaptura durante 1975 de aleta amarilla del crucero 1073 se presentan en la Figura 16. (No aparecen todas las recapturas en esta figura, ya que los datos están incompletos para algunas de ellas, incluyendo los de un pez recapturado fuera del ARCAA). La pauta de dispersión de los peces es similar a la de los peces marcados y liberados aproximadamente en la misma área en 1969 y 1971 (Informe Anual de la CIAT, 1970 y 1972). Sin embargo, estos datos servirán para obtener más conocimiento sobre las migraciones de los peces de esta área importante.

Se iniciaron en 1975 los siguientes experimentos de marcado:

Crucero	Embarcación	Fecha de liberación	Área de liberación	Atún aleta amarilla		Barrilete	
				liberados	recapturados	liberados	recapturados
1074	<i>Christina C.</i>	marzo	sur de México	1	0	0	-
		mayo-junio	América Central	124	2	0	-
1075	<i>Taurus</i>	junio	I. Revillagigedo	6	0	0	-
		junio-julio	Baja California	2,861	882	1,042	237
1076	<i>Christina C.</i>	julio	I. Revillagigedo	72	10	0	-
		julio-sept.	I. Revillagigedo	141	3	45	0
		julio-ag.	I. Tres Marías	442	1	0	-
		septiembre	Baja California	35	1	0	-
1077	<i>Christina C.</i>	septiembre	sur de México	22	1	0	-
		noviembre	I. Revillagigedo	37	0	164	4
1078	<i>Karen Mary</i>	octubre	sur de México	38	0	0	-
		noviembre	Baja California	32	2	301	48
		varios	I. Revillagigedo	431	104	1,456	634
	<i>Alofaga</i>	enero-dic.	Ecuador	292	4	107	5
		febrero-abr.	Samoa americana	12	0	102	2

Se proyectó el crucero 1074, realizado a bordo de un cerquero, para que fuera una réplica del crucero 1072, iniciado en 1974, pero desafortunadamente las grandes cantidades de aleta amarilla pequeños que habían aparecido frente a la América Central en 1973 y 1974 no aparecieron allí en 1975. El propósito de los cruceros 1076 y 1077 fue de marcar aleta amarilla en el ARCAA durante el período en el que había relativamente poca pesca en esta área para que los peces marcados tuvieran así tiempo de dispersarse antes de ser recapturados. Las cantidades de peces marcados en estos tres cruceros fueron pequeñas debido a que las capturas consistieron casi totalmente de peces demasiado grandes para manipular.

Los cruceros 1075 y 1078, realizados a bordo de clíperes atuneros, se proyectaron para marcar aleta amarilla en tres áreas, Baja California, las Islas Revillagigedo y las Islas Tres Marías, obteniendo al mismo tiempo muestras de sangre y otros datos para adquirir más conocimiento sobre las relaciones que existen entre los peces de estas áreas, entre los unos y los otros, y con respecto a los peces de otras áreas. Además, se iban a marcar tantos barriletes como fuera posible. Cantidades considerables tanto de aleta

amarilla como de barrilete han sido marcados en estas áreas en años anteriores en junio y julio, aunque sin obtener muestras sanguíneas y otros datos. Sin embargo, se han marcado relativamente pocos allí en octubre y noviembre. No se han analizado aún los datos de recaptura de estos cruceros. Unas pocas embarcaciones que pescaron cerca a los barcos en que se realizó el marcado lograron obtener grandes cantidades de peces marcados, más de lo que ha sido comúnmente el caso en el pasado. De un grupo de 310 aleta amarilla liberados frente a Baja California el 10 de julio, 272 fueron recapturados el mismo día en una sola calada por un cerquero que estaba pescando cerca. Sin embargo, es interesante observar que tres de los 38 peces restantes han sido hasta ahora recapturados por otras embarcaciones. Varios barcos que estaban pescando cerca a Roca Partida unos días después de haber liberado en noviembre atunes aleta amarilla y barriletes marcados, capturaron grandes cantidades de estos peces.

Además del aleta amarilla y barrilete enumerados anteriormente, se marcó un barrilete negro el 1 de noviembre on Roca Partida y se recapturó en la misma área el 24 de noviembre. Solo se han marcado unos pocos barriletes negros antes de éste y fue la primera recaptura de cualquiera de estos peces.

El marcado en el Ecuador se realizó a bordo tanto de clíperes atuneros como de cerqueros. Antes de 1975 no se había marcado a bordo de cerqueros basados en ese país, pero debido a la dificultad en obtener suficientes peces para marcar a bordo de los clíperes atuneros, se realizaron cuatro viajes de marcado a bordo de embarcaciones con cerco. Se marcó un total de 216 aleta amarilla y 65 barriletes, pero hasta ahora solo se ha logrado una recaptura de estos peces, así que probablemente se abandonará este método.

La industria atunera de los E.U., el gobierno de la región americana de Samoa y el National Marine Fisheries Service patrocinaron un programa de pesca exploratoria de atunes cerca a la Samoa americana en un barco que pescó tanto con carnada como con curricán durante el primer semestre de 1975. Un empleado de la Comisión estuvo a bordo de este barco en cada viaje y marcó tantos aleta amarilla y barriletes como fue posible. Los dos barriletes recapturados estuvieron en libertad de 48 a 50 días, pero ambos fueron recapturados a unas 10 millas del punto de liberación. Uno fue recapturado por un barco de investigación y el otro por una pequeña embarcación con curricán.

En 1974 se principió un estudio sobre la mortalidad del barrilete calculada según los datos del marcado, y se ha continuado ocasionalmente conforme lo permite el tiempo. Este estudio incluye datos de peces liberados en las áreas de Baja California, las Islas Revillagigedo, el Golfo de Panamá, el Golfo de Guayaquil y Perú durante un período de varios años desde 1957 hasta 1973. Como el esfuerzo de pesca no es constante con el tiempo, es necesario ajustar los datos de recaptura de las marcas, dividiendo el número de recapturas de cada período por la cantidad de esfuerzo hecho durante ese período y luego se multiplican los cocientes por una constante para hacer que

las recapturas totales ajustadas sean iguales a las recapturas totales actuales. Una parte del esfuerzo proviene de los clíperes atuneros y otra de los cerqueros, y no se puede usar en conjunto a no ser que el esfuerzo cerquero se convierta a esfuerzo de los clíperes atuneros o *viceversa*, así que se realizaron las conversiones necesarias. Las curvas de captura son irregulares (Figura 17), pero probablemente no tanto a las obtenidas para el aleta amarilla en estudios anteriores. Generalmente, los índices de mortalidad son más altos con respecto a las liberaciones en las áreas de Baja California y las Islas Revillagigedo durante 1962-1965, y también en las liberaciones efectuadas en Perú. Se sospecha que los índices correspondientes a los peces liberados en el área del Perú pueden haber sido más altos debido a los índices de emigración más altos que el promedio, o que fueron menos vulnerables a la pesca poco tiempo después de haber sido liberados. Se continuará en 1976 con el análisis de estos datos.

Estudios de la subpoblación

En los 2 últimos años la investigación de la Comisión sobre la estructura e identificación de la población basada en los datos genéticos y morfométricos se ha concentrado en obtener datos de peces frescos sin congelar. Se han obtenido 37 muestras de aleta amarilla, colectándose sangre y datos morfométricos; 19 de las muestras fueron de la pesca de bajura ecuatoriana, 7 muestras de cruceros de marcado en la pesca de bajura de la región central y de la de altura (con delfines) y 11 muestras de cruceros de marcado en la pesca de clíperes atuneros en la región del norte. Las localidades en las que se recolectaron muestras se presentan en la Figura 18. Los resultados de los análisis presentados actualmente representan una mira muy limitada de la complejidad que pueda tener la estructura de población debida a la distribución limitada del muestreo, tanto temporal como geográfica.

Las muestras se analizaron primero por su homogeneidad genética, basada en las características de la transferina del suero. Como se indicó anteriormente, la homogeneidad de una muestra se determina por la frecuencia relativa del alelo A de la transferina. Cuando la frecuencia de la transferina A es inferior a .705 y superior a .660, se considera entonces la muestra como de "baja frecuencia" y homogénea. Asimismo cuando la frecuencia de transferina A es .780 o superior la muestra es un grupo homogéneo de "alta frecuencia". Los valores intermedios (.706 a .779) se consideran como grupos de composición mixta. En la región meridional de pesca se encuentra una tercera condición en que la frecuencia de transferina es inferior a .660. Se refiere a estas muestras como de "muy baja frecuencia de genes".

Las muestras que tienen baja, muy baja o alta frecuencia de genes son distintas genéticamente la una de la otra, y están compuestas de peces con una alta probabilidad de origen diverso. Estas muestras son importantes para los análisis morfométricos ya que se espera que exhiban variancias relativamente bajas en su morfología si se comparan con las muestras que son

una mezcla de dos o más componentes genéticos. Se han seleccionado estas muestras homogéneas como muestras de referencia contra las que se comparan todas las otras muestras. El éxito en identificar y determinar los componentes de la población depende en su mayoría en tener una muestra de referencia de cada componente encontrado en la pesca, una meta que probablemente no se ha alcanzado todavía mediante el programa de muestreo.

Los resultados del análisis genético de las muestras se presentan en la Tabla 5 y 6. De las 17 muestras del área de pesca central y septentrional, solo 3 fueron homogéneas; normalmente se encuentra un porcentaje más alto de muestras homogéneas en esa área. De las 14 muestras mixtas, fue posible dividir 3 de ellas en grupos homogéneos diferentes. Estas seis muestras homogéneas se emplearon como muestras de referencia; se identificaron en las tablas mediante asteriscos después de la cifra de la muestra.

Después de determinar la composición genética de las muestras, se examinó la morfometría. Cada muestra morfométrica estaba formada por una subserie de 50 peces de la muestra sanguínea más grande. Se obtuvieron ocho medidas morfométricas de cada pez: 1) longitud total; 2) del hocico a la inserción de la primera aleta dorsal; 3) del hocico a la inserción de la segunda aleta dorsal; 4) del hocico a la inserción de la aleta anal; 5) longitud de la cabeza; 6) de la primera aleta dorsal a la segunda aleta dorsal; 7) de la primera aleta dorsal a la anal; 8) de la segunda dorsal a la anal.

Con el fin de comparar los peces de diferentes longitudes totales, se corrigieron todas las medidas morfométricas con relación a las que se encontrarían en un pez de 600 mm de longitud total. Para probar si el factor de corrección lineal era válido, se determinaron los índices del crecimiento lineal de cada variable morfológica con respecto a la longitud total para saber si eran iguales en cada muestra. Las muestras de referencia probaron tener los mismos índices de crecimiento en todas las variables morfológicas; sin embargo, la mayoría de las muestras genéticamente mixtas (13 de 27) tenían índices diferentes de crecimiento. Se supuso que ésto podía explicarse por la existencia de componentes genéticos separados en las muestras mixtas.

El examen de los valores medios de las variables morfométricas corregidas revelaron que había una diferencia entre las medias de los peces pequeños (45-70 cm) y las medias de los peces grandes (70-90 cm). Por lo consiguiente se realizó una prueba para determinar si el método de corrección era válido tanto para peces grandes como pequeños y si se podían comparar los peces grandes y pequeños. Esto se realizó al comparar estadísticamente dos muestras corregidas de la misma talla, y volviendo luego a probar las submuestras con distribución idéntica de longitud total que no estaban corregidas para ver si se obtenían resultados similares. Los resultados indicaron que no había diferencia entre las muestras corregidas y sin corregir de peces pequeños. La comparación estadística de las muestras de los grandes peces presentaron resultados diferentes para las muestras corregidas y sin corregir. Según esta prueba parece que existe alometría en el crecimiento

relativo de los peces grandes y que no se deben comparar las muestras de peces grandes y pequeños. Como existen solamente unas pocas muestras formadas por peces de gran talla (70 cm de longitud total o más), se eliminaron en los otros análisis.

La siguiente etapa en el análisis fue comparar las muestras de referencia para ver si eran morfológicamente diferentes la una de la otra. Usando una técnica estadística de múltiples variables del análisis canónico, se compararon las muestras de referencia en las áreas (norte, central y sur) y entre las áreas. Las muestras de referencia del norte alcanzaron un máximo de separación a lo largo de un eje formado por una variable (segunda dorsal a la anal). Las muestras de referencia meridionales presentaron diferencias en la longitud de la cabeza, de la segunda aleta dorsal a la longitud de la aleta anal y de la longitud de la primera aleta dorsal a la segunda. La separación de las muestras del área central se debían principalmente a la longitud de la cabeza, y la mayoría de la diferencia entre las áreas fue causada por la disparidad en la longitud de la cabeza, por la longitud de la segunda aleta dorsal a la aleta anal y del hocico a la primera aleta dorsal.

Se compararon luego todas las muestras genéticamente mixtas del norte y sur con todas las muestras de referencia de estas áreas, usando la misma prueba estadística. Esto se verificó para ver si las muestras de referencia explicaban toda la variabilidad genética encontrada en la pesquería. Las muestras genéticamente mixtas parecen estar compuestas por mezclas de las muestras de referencia, y no se encontraron nuevos grupos diferentes de las muestras de referencia. Sin embargo, cuando se volvieron a clasificar los animales de las muestras mixtas en un área, en grupos genéticos de referencia basados en la morfometría, la frecuencia de los genes no tuvo correlación con la de los grupos de referencia. Cuando se obtengan más muestras se proyecta realizar otras comparaciones de grupos mixtos y de referencia para definir todos los componentes genéticos de la pesca y para ver si los cambios morfológicos se encuentran acompañados por cambios en la frecuencia de los genes.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Morfología y energética de los escómbridos

En un continuo esfuerzo para identificar los factores que afectan la vulnerabilidad, disponibilidad y abundancia de los atunes tropicales, los investigadores han estado estudiando la organización de los músculos natatorios rojos y blancos, sus propiedades bioquímicas y los sistemas circulatorios de los escómbridos más grandes como son los atunes y caballas. El estudio reveló un número de relaciones complejas pero interesantes entre los peces y su hábitat preferido.

Entre las especies estudiadas, parece que la forma y la posición relativa de los músculos rojos y su vascularización se relaciona estrechamente. En especies más primitivas como son las caballas y bonitos, los músculos rojos

aparecen como esfenoides en la superficie exterior de los músculos blancos natatorios. En las especies más avanzadas como el barrilete, el atún aleta azul, el albacora y el patudo, el músculo rojo se encuentra rodeado por el músculo blanco. Los músculos de las especies más primitivas reciben comúnmente el abastecimiento sanguíneo vía la aorta dorsal y la vena cardenal posterior. A medida que se examinan las especies de atún progresivamente más avanzadas, existe una transición hacia una orientación completamente lateral del sistema vascular cutáneo que abastece la musculatura natatoria, como se observa en el atún aleta azul y el albacora.

Una característica de los peces afines a los atunes es la presencia de compensadores vasculares de calor en el abastecimiento sanguíneo de los músculos natatorios. Existen otras estructuras similares asociadas con las vísceras y los ojos de algunos de los atunes que viven o frecuentan aguas más frías. Los compensadores de calor parecen funcionar como dispositivos de retención de calor que conservan calor metabólico. La configuración de los compensadores de calor encontrados en asociación con los músculos natatorios depende de la variación particular de la pauta de vascularización encontrada en las especies individuales. Los escómbridos como *Auxis*, *Euthynnus*, *Katsuwonus* y algunas especies de *Thunnus* con aortas dorsales completas, colocadas debajo de la espina dorsal tienen compensadores de calor asociados con los vasos sanguíneos. Por otra parte aquellas especies que carecen de aorta completa dependen totalmente de las arterias cutáneas para el abastecimiento de sangre de los músculos natatorios. Cada una de las especies como atún tiene algún nivel de desarrollo de las arterias cutáneas. En las especies más primitivas *Auxis* y *Euthynnus* se encuentra a cada lado del cuerpo una sola arteria epaxial y un par de venas. El barrilete y los miembros del género *Thunnus* tienen dos pares de vasos cutáneos a cada lado de la musculatura natatoria. Existen varias pautas diferentes de esta vascularización especializada que son características de las especies individuales.

La configuración vascular, la configuración de los compensadores de calor y la colocación de los músculos parecen vincularse al acopio de calor de los escómbridos. La transición de la configuración más primitiva del músculo rojo lateral con el abastecimiento central sanguíneo al músculo rojo interno con vascularización lateral parece que sea paralelo al tipo del hábitat, de uno relativamente limitado, al más generalizado de las especies que se dispersan extensamente. Estas observaciones y relaciones se compendian en la Tabla 7.

Las características hidrodinámicas del barrilete, aleta amarilla, patudo y albacora se emplearon en el modelo energético, discutido en el Informe Anual de la Comisión de 1973, para computar la utilización de energía de cada especie a la velocidad mínima del equilibrio hidrodinámico constante. Las pruebas para determinar las características de la producción y dispersión relativa de calor de cada especie, basadas en estos datos, indica que las propiedades compensadoras energéticas y de calor cambian según su talla y la subsiguiente variación de sus propiedades hidrodinámicas. El problema del

calor excesivo del patudo es bien conocido. Por ejemplo, las observaciones de patudos capturados con liña y sedal en temperaturas de 24°C o mayores, que se han debatido en la captura, indican que en un gran porcentaje de los individuos alguna porción de los músculos sufre desnaturalización por el calor. Esto se relaciona con la descoloración considerable de los tejidos afectados y su separación. Comúnmente se refiere a los peces que exhiben este fenómeno como si estuvieran parcialmente "cocidos" y su valor comercial es bajo.

Se conoce además según los datos de su distribución geográfica de captura que el barrilete tiende a evitar áreas que tengan temperaturas superficiales superiores a unos 29°C e inferiores a 15°C. Esto puede indicar la intolerancia relativa del barrilete al calor, en contraste con el aleta amarilla que se encuentra abundantemente en áreas en que la temperatura superficial puede alcanzar 31°C o tan baja como 20°C.

La fisiología, morfología y actividad natatoria de los atunes varía según la especie y talla. Esto indica que las varias especies probablemente tienen localidades diferentes preferidas según cada talla o edad y que existe un traslapeo distribucional considerable entre las especies. Probablemente existe una disponibilidad diferencial según las condiciones ambientales y la talla. Esto en realidad es lo que se ha observado (Informe Anual CIAT de 1974).

Los datos de la pesca palangrera japonesa y los estudios de los índices de las capturas verticales palangreras presentan diferentes relaciones tanto en temperatura como en el contenido de oxígeno del agua y la composición de especies en la captura. Al usar el modelo energético y los datos que se tienen sobre las propiedades hidrodinámicas de los atunes, un estudio sobre la necesidad de oxígeno de los atunes, basada en la energía natatoria requerida a velocidad mínima para que los peces puedan sostener su equilibrio hidrodinámico, produjo la siguiente información interesante:

Especies	Longitud de horquilla (cm)	Tolerancia mínima de oxígeno calculada para la actividad continuada
		(ml O ₂ /L)
<i>Katsuwonus pelamis</i>	50	2.45
	75	3.42
<i>Thunnus albacares</i>	50	1.59
	75	2.06
<i>Thunnus obesus</i>	50	0.74
	75	1.35
<i>Thunnus alalunga</i>	50	1.76
	75	2.25

Los resultados sobre el patudo y el albacora pueden ser especialmente interesantes para los pescadores que pescan con palangre. Los datos de los estudios de un investigador japonés, Hanamoto, indican que cuando el nivel de oxígeno a 100 m es inferior a 1 ml O₂/L se presenta una reducción marcada en la captura positiva del patudo. En esas áreas en las que la distribución de patudo y albacora se traslapan es probable que a medida que la profundidad aumenta y los niveles de oxígeno disminuyen, el albacora se encuentre

limitado mucho antes que el patudo por los niveles de oxígeno y aunque las temperaturas estén entre los límites de tolerancia del albacora, no hay seguridad que se encuentren allí. Los resultados de los estudios en el Océano Pacífico meridional de otro investigador japonés, Saito, indicando que la concentración del patudo aumenta según la profundidad en áreas donde los índices de captura del albacora se han reducido, puede ser uno de los resultados de este fenómeno.

La necesidad de oxígeno del barrilete puede explicar el hecho de que las concentraciones de esta especie, especialmente las más grandes, no se encuentran en la zona costera más cálida frente a México y fuera de la costa hasta más allá de las Islas Revillagigedo. Esta zona se caracteriza por una capa poco profunda mínima de oxígeno en la que los niveles inferiores 1 ml/L se encuentran a profundidades tan bajas como de 50 a 100 pies.

El aleta amarilla, por supuesto, exhibe tanto una sensibilidad al nivel del oxígeno como a las afinidades de temperatura que lo mantienen confinado bastante bien a los 100 m superiores o algo así en el Océano Pacífico oriental, y solo a un poco más de profundidad en la mayoría de los océanos del orbe.

Bioquímica de los escómbridos

Las características bioquímicas de los escómbridos que han sido estudiadas por los investigadores de la Comisión incluyen la presencia o ausencia, y las propiedades cualitativas electroforéticas de unas 18 enzimas importantes para el metabolismo de la reserva y utilización de energía. Los perfiles enzimáticos de los tejidos indican la fuente predominante de energía utilizada por cada tejido. La similitud de los perfiles y de las comparaciones cualitativas tanto en las especies como entre éstas permite varias comparaciones interesantes. La primera que se ha de discutir será la fuente de la derivación de energía de cada uno de los tres tipos de músculos y la segunda será la información filogenética obtenida según los datos electroforéticos. Actualmente se han examinado 14 especies de peces escómbridos.

Los tres tipos de músculos evidentemente sirven funciones distintas de la fisiología atunera. El corazón, claro está, sirve para bombear continuamente sangre a través del cuerpo. Los dos tipos de músculos natatorios, rojos y blancos, difieren también en su función; se puede decir sin peligro, de los atunes, que la coloración de los músculos, por sí misma, es indicativa de su función.

La musculatura roja contiene el complemento enzimático necesario para producir energía continua de las fuentes básicas de energía dependientes del oxígeno, de los azúcares sencillos fosforilados y aminoácidos, pero no del almacenamiento de glicógeno. La falta o los niveles muy bajos de aldolasa y fosfoglucomatasa en los músculos rojos impide el uso efectivo de los procesos anaeróbicos de la producción de energía en este tejido.

Por otra parte, los músculos blancos tienen actividad alta de estas dos enzimas, lo que indica la importancia de los procesos anaeróbicos de la

glicolisis como fuente de energía en este tejido. Una característica única del músculo blanco es la alta actividad de dehidrogenasa del fosfato α -glicerol, una enzima que se encuentra en muchos insectos, invertebrados y en los músculos de vuelo de los tominejos. Esta enzima no se encuentra presente en cantidades determinadas en ninguno de los otros tejidos de los escómbridos. La función de la enzima es probablemente doble, sirviendo como método para la rápida movilización de la energía de las reservas grasas y sirviendo como sistema generativo potencial de energía anaeróbica, resultando en un producto secundario menos tóxico que el sistema típico de lactato.

Las enzimas claves en los procesos típicos anaeróbicos de la utilización y producción de energía son: 1) aldolasa; 2) fosfoglucomatasa; 3) dehidrogenasa lactato y, hasta cierto grado, debido a su papel regulatorio 4) piruvate kinase. Las dos primeras enzimas faltan tanto en el corazón como en los músculos rojos, los músculos continuamente activos, excluyendo cualquier producción significativa de energía anaeróbica por esta vía. La dehidrogenasa de lactato (LDH) del corazón y el músculo rojo es similar en la mayoría de las especies de escómbridos, mientras que el músculo blanco exhibe una forma única de enzima que ocasionalmente es un componente menor en el músculo rojo pero nunca se encuentra en los tejidos del corazón. Los colaboradores que trabajan en la Universidad de Colombia Británica han encontrado que la actividad de LDH en el músculo blanco del barrilete y albacora es superior a cualquier otro valor informado sobre los peces. Se han observado niveles similares de actividad en todas las especies de escómbridos examinados electroforéticamente por los investigadores. La actividad de la LDH en el músculo rojo y en el corazón es aproximadamente el 10% de la del músculo blanco.

Otra característica del músculo blanco es la falta de actividad de una dehidrogenasa glutamate (GDH). Esta enzima es importante para el catabolismo proteínico como fuente de energía, lo que indica de nuevo la relativa importancia de los procesos anaeróbicos de los músculos blancos si se comparan con los otros dos tipos de músculos.

Otros estudios de los papeles y funciones relativas de las enzimas intermediarias se necesitan para obtener un conocimiento mejor de las propiedades fisiológicas de los escómbridos.

La información filogenética se obtiene de las comparaciones de la movilidad electroforética de las enzimas individuales de cada especie. Aquellas enzimas específicas que exhiben movilidad indistinguible se supone que sean idénticas y puede producirse una tabla de similitud relativa según los datos electroforéticos. Una progresión evidente del género *Scomber* a *Thunnus maccoyii* se indica en nuestros datos (Tabla 8 y Figura 19). La razón por la cual se coloca *Scomber* en la base se debe principalmente a la colocación primitiva del músculo rojo y a la baja proporción de la repartición de enzimas en relación con las otras especies. Se pueden comparar bastante bien estos resultados con los de los estudios sistemáticos recientes del grupo, encontrándose que la diferencia principal es que el barrilete se relaciona

bioquímicamente más a *Euthynnus* que al género *Thunnus*. Los investigadores de la Comisión están en el proceso de estudiar la relación de las especies de *Auxis*, *Acanthocybium*, *Scomberomorus* y *Gasterochisma* con las de la lista actual.

Composición de talla en la captura de 1975

Las muestras frecuencia-talla de aleta amarilla y barrilete han sido obtenidas por los investigadores de la Comisión desde 1954 en las capturas de los clíperes atuneros y de las embarcaciones con cerco. La información obtenida según estas muestras se ha empleado para calcular el índice de crecimiento, mortalidad, producción por reclutamiento y abundancia de la clase de una misma generación. Los resultados de estos estudios han sido informados en varios boletines y anuarios de la Comisión.

En 1975 se obtuvieron las medidas frecuencia-talla de 716 muestras de aleta amarilla y 556 muestras de barrilete de capturas descargadas en California, Puerto Rico, Panamá, Ecuador, Perú y México. La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA durante 1970-1975 se presenta en la Figura 20. La estimación preliminar del peso promedio del aleta amarilla en el ARCAA en 1975 fue de 29.8 libras, un aumento de 11.5 libras sobre el peso promedio inusualmente bajo de 1974. En 1973 y 1974 hubo grandes capturas de peces de la generación entrante provenientes principalmente de cardúmenes asociados con troncos en las aguas costeras de la América Central. Este grupo de peces forma la moda predominante de 60 cm en la distribución frecuencia-talla de 1973 y 1974. En 1975 los peces de la generación entrante fueron mucho menos abundantes que en los 2 años anteriores. En contraste, los peces de 68-76 cm fueron mucho más abundantes en 1975 que en 1973-1974. La distribución frecuencia-talla de 1975 es más parecida a la de 1971 y 1972 que la de 1973-1974.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado según las capturas realizadas en el Océano Pacífico oriental entre el límite occidental del ARCAA y los 150°W longitud durante 1970-1974 se presentan en la Figura 21. El cálculo preliminar en 1975 del peso promedio del aleta amarilla de esta región es 72.5 libras. En 1975, como en cada año anterior con excepción de 1972, el peso promedio del aleta amarilla del área exterior es más del doble que el peso promedio del ARCAA.

La distribución anual frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, durante 1970-1975, se presenta en la Figura 22. El cálculo preliminar del peso promedio anual del barrilete en 1975 es 8.3 libras, 1.1 libras superior al peso promedio de 1974, pero ligeramente inferior a los pesos promedios de 1971, 1972 y 1973.

Composición de talla y grupos reproductores de barrilete

La composición de talla del barrilete capturado por cerqueros y clíperes atuneros se presenta por trimestres para 1974 y 1975 en la Figura 23 (la de

1974 al norte de los 15°N no se indica, ya que las capturas fueron muy pequeñas). La distribución en 1974 al sur de los 15°N es típica a muchos años, con un fuerte reclutamiento de peces jóvenes entre 45 cm y 50 cm en el primer trimestre y una progresión modal a través de los otros trimestres que se considera representa el crecimiento. La composición de talla en el primer trimestre de 1975 en el área al norte de los 15°N es también típica a la de otros años en los que una cohorte más pequeña de peces más viejos está también representada. La distribución de talla en 1975 es poco común en el área al sur de los 15°N, ya que el número de peces más viejos representado por la moda de 59 cm y que se considera pertenecen a la cohorte que fue reclutada primero en 1974 (de ahora en adelante llamada cohorte de 1974) es más grande que la cantidad de peces jóvenes que estuvieron representados por la moda de 44 cm. Esta situación ocurrió también en 1972 y 1975, pero las consecuencias en la pesca fueron menos marcadas, ya que solo se registraron en el primer trimestre de esos años 7,000 toneladas y 8,000 toneladas respectivamente de barrilete, comparadas con 32,000 toneladas en 1975. Si las tallas utilizadas para separar los peces capturados en los dos primeros trimestres de 1975, en peces más jóvenes (de la cohorte de 1975) y peces más viejos (de la cohorte de 1974) son los puntos más bajos entre las modas de 50 cm y 55 cm como lo indica la línea vertical a puntos en la Figura 23, recuadro del medio, los cálculos de las cantidades capturadas y registradas por trimestre y cohorte serían los siguientes:

Millones de barriletes registrados en 1975

	Cohorte de 1975 (edad 1Z)	Cohorte de 1974 (edad 2Z)	Total edad 1Z, 2Z
1 trimestre	2.0	4.6	6.6
2 trimestre	4.6	3.0	7.6
1 semestre	6.6	7.6	14.2

Es evidente que había más peces viejos de la cohorte de 1974, que peces jóvenes capturados en el primer trimestre de 1975. La situación se parece a la de 1971, también un buen año de barrilete, con preponderancia a grandes peces.

Desde 1959 a 1970, la captura de barrilete en el primer semestre parece estar formada por reclutas pertenecientes a un grupo reproductor designado como grupo A. En algunos años parece que un segundo grupo de reclutas, designado como grupo B, entra en la pesca en el tercer trimestre y alcanza una talla modal de 50 cm unos 5 meses más tarde que el grupo A. Sin embargo, en 1971 y 1973 los peces más jóvenes formaron una proporción muy pequeña en la captura del primer semestre, habiéndose identificado tentativamente la mayoría de los peces como pertenecientes al grupo B de más edad. En 1975, al sur de los 15°N (donde se obtuvo el 83% de la captura total registrada), tanto los peces jóvenes como los viejos parecen pertenecer al grupo B.

Las suposiciones sobre las que se basa la identificación tentativa de los grupos A y B son muchas y se prestan a interrogantes: 1) si el grupo A de reproducción se centraliza durante la primavera y el verano meridional en el área al sur de la línea ecuatorial en el Pacífico central, y si el grupo B de reproducción se centraliza durante la primavera y el verano septentrional en el área al norte de la línea ecuatorial y si existe algún traslape entre las áreas; 2) si los peces de cada grupo se reproducen solo una vez al año; 3) si el máximo de reproducción de los peces del grupo A ocurre casi siempre en la misma época del año, y si el de los peces del grupo B ocurre unos 6 meses después; 4) si la curva asignada de crecimiento está próxima a la curva real de crecimiento; 5) si el índice de crecimiento permanece igual en ambos grupos durante todos los años y 6) si las mediciones de atún obtenidas en los muelles y fábricas enlatadoras representan una muestra sin error sistemático (sin sesgo).

Es evidente que todas estas suposiciones son dudosas, lo que hace que el análisis de la cohorte de las capturas de barrilete sea extremadamente difícil y más subjetivo de lo que se desearía, así que cualquier resultado actualmente debe verse como tentativo en lugar de conclusivo.

Crecimiento del barrilete

Se ha empleado tradicionalmente una curva asintótica de crecimiento, donde el crecimiento se reduce con el aumento de la edad para expresar la relación entre la edad y la talla del pez. El examen de las progresiones modales trimestrales tanto del aleta amarilla como del barrilete en el Pacífico oriental indica que el crecimiento es lineal para peces cuya talla se ubica dentro de la distribución de tallas modales obtenidas por la pesca. Las modas que se pueden interpretar (con cautela) que indican crecimiento, fluctúan entre 37 y 73 cm para el barrilete y entre 42 y 154 cm para el aleta amarilla. Con referencia al barrilete hubo 23 progresiones modales que indicaron gradientes similares, con un promedio trimestral de crecimiento de 4.35 cm o sea 1.45 cm mensual.

Análisis de las cohortes de barrilete

Las tallas teóricas para la separación de las generaciones de un mismo año o cohortes de barrilete en cada trimestre del año, de acuerdo al crecimiento lineal y suponiendo que pertenecen al desove del grupo A de la primavera y verano meridionales son 57, 61, 66 y 70 cm para los 4 trimestres respectivamente. Estos valores son 2, 3, 5 y 7 cm superiores a los valores correspondientes estimados por la curva asintótica de crecimiento. De las dos alternativas, se cree que la separación de la cohorte de acuerdo al crecimiento lineal representa mejor las condiciones observadas en la pesquería y se emplea ahora este método para estimar las capturas de los peces de cada cohorte. Se calcula que los peces con tallas menores o iguales a la talla de separación pertenecen a la cohorte reclutada durante el año de que se trata y que tienen de 1 a 2 años (edad 1+); se supone que los peces que pasan estos

valores pertenecen a la cohorte del año anterior y que tienen de 2 a 3 años (edad 2+). Por ejemplo, los peces que desovaron durante los últimos meses de 1972 y los primeros meses de 1973 (Grupo A) se designan como miembros de la generación de 1972-73 o sea la cohorte de 1974, capturados como peces más jóvenes en 1974 y peces más viejos en 1975.

En años anteriores la mayoría de los barriletes capturados fueron peces jóvenes, y solo una proporción pequeña de la captura consistió en peces más viejos, pero en 1971, 1972, 1973 y 1975 una proporción considerable de la captura estuvo formada por peces más viejos. El porcentaje de peces más viejos por peso fue 9% en el período 1961-70, 27% en el período 1971-74 y 37% en 1975, calculando simplemente que todos los peces pertenecían al grupo A.

Esta suposición ha sido aceptable durante los primeros años para calcular la captura total de la cohorte, pero es aparentemente errada para 1975 como se indica en el recuadro medio de la Figura 23. Las líneas verticales sólidas indican las tallas teóricas de la separación de las cohortes por trimestres de acuerdo a la suposición que pertenecen al grupo A. Las flechas indican la separación de tallas de acuerdo a la suposición de que los peces pertenecen al grupo B, en la que se reclutan los peces 5 meses más tarde y las modas son 7 cm más pequeñas que la de los peces del grupo A. Es evidente que la separación del grupo A en los dos primeros trimestres de 1975, al sur de los 15°N, es completamente irrealística, dividiendo las modas más grandes; mientras que la talla de separación del grupo B se coloca encima o cerca al punto más bajo entre las modas, haciendo que su empleo sea realístico en esta área en el primer semestre donde se obtuvo la mayor parte de la captura. En la Figura 23, las modas se identifican tentativamente de acuerdo al grupo, y es evidente que el empleo de las tallas de separación del grupo A es inapropiado para 1975.

Sin embargo, para ser consistentes con los años precedentes en el estudio de la relación aparente que existe entre las capturas de la cohorte y el índice de la Oscilación Austral, se ha hecho un análisis de la cohorte usando las tallas de separación del grupo A; basados en esto, la captura total de barrilete de todas las edades en 1975 fue de 134,000 toneladas, compuesta por 92,000 toneladas de peces de la cohorte de 1975, y 47,000 toneladas por peces de la cohorte de 1974, aportando la captura total de la cohorte de 1974 a 124,000 toneladas (82,000 + 42,000; véase Tabla 9, método 1). Si se analiza la captura de 1975 como grupo B se calcularía la captura de peces jóvenes en 65,000 toneladas y la de los peces más viejos pertenecientes a la cohorte de 1974 en 69,000 toneladas, aportando el total de la captura de la cohorte de 1974 a 151,000 toneladas.

Las capturas de 1971 y 1973 se destacan también como formadas predominantemente por peces del grupo B. En la Tabla 9 (método 2) se presentan las capturas calculadas de la cohorte, bajo las suposiciones alternativas de que los barriletes capturados en cualquier año son todos peces del grupo A o son peces del grupo B en 1971, 1973 y 1975. Al usar la separación de talla del

grupo B en vez del A, no solo trae consigo considerables cambios en la estimación de las capturas de la cohorte en los años mencionados, pero aumenta además los valores de los años anteriores, ya que es superior el tonelaje de peces más viejos, estimado en el análisis del grupo B. Los valores de las capturas totales de la cohorte en 1970 y 1971 obtenidos por los dos métodos son extremadamente diferentes (Tabla 9).

Un tercer método, que se cree más realístico que cualquiera de los dos anteriores, se ha usado recientemente en el análisis de la cohorte de las capturas de barrilete. En la mayoría de los años parece existir una mezcla de peces del grupo A y B, predominando ya sea el uno o el otro en los diferentes trimestres. Las capturas en el área al norte de los 15°N están frecuentemente formadas por un grupo diferente a aquellas del área al sur de los 15°N en el mismo trimestre (el paralelo de latitud de 15°N es una división natural en el Océano Pacífico oriental en los estudios del barrilete, ya que muy rara vez se pesca barrilete frente a la costa mexicana en esta área, debido probablemente a algunas condiciones oceánicas asociadas con la masa de agua cálida que se encuentra generalmente allí); esto está claramente ilustrado en el recuadro izquierdo y en el del medio de la Figura 23, en donde la identificación de los grupos en los tres primeros trimestres es diferente en ambas áreas. Este problema fue resuelto mediante el análisis de los datos de captura por trimestre y área, de acuerdo al grupo identificado; o si ambos grupos aparecían en el mismo trimestre y área, de acuerdo al grupo dominante. En la mayoría de los casos fue evidente la selección correcta de las tallas de separación del grupo A o B, pero en algunos fue difícil y necesariamente subjetiva. La distribución de talla por trimestre y área en el período 1955-75 dio un total de 84 muestras analizadas como peces del grupo A con una captura total registrada de 622,000 toneladas, y 84 analizadas como peces del grupo B con una captura total registrada de 618,000 toneladas. Anteriormente se había supuesto que en la mayoría de los años las capturas de peces del grupo A eran superiores a las de los peces del grupo B y, con excepción de 1964, este fue aparentemente el caso en el período de 1959-69. Después de 1970 las proporciones de los peces de los grupos A y B fluctuaron bastante de un año a otro; en 1971, 1973 y 1975 los peces del grupo B formaron aproximadamente el 75%, 95% y 90% de la captura, respectivamente; tanto en 1972 como en 1974 los peces del grupo A formaron cerca del 96% de la captura. No se ha ofrecido hasta ahora ninguna explicación por la alternación aparente de los grupos en los últimos años. Las capturas anuales de la cohorte calculadas por el tercer método tienen muy poca diferencia con las calculadas mediante el segundo método (véase Tabla 9), pero se considera actualmente el tercer método como el más aceptable de los tres.

El barrilete y la Oscilación Austral

Los datos de la temperatura superficial del mar (TSM) en el área de reproducción meridional, que se supone yace entre los 0°W y 30°S y los 130°W y 180°, no son suficientes para obtener índices confiables de la TSM para

correlacionarlos con los índices de la abundancia de barrilete más tarde en el Pacífico oriental. El índice de la Oscilación Austral (O.A.) es la diferencia media de la presión entre la Isla de Pascua y Darwin, Australia. La TSM y el índice de la O.A. a lo largo de la línea ecuatorial entre los 130°W y 180° indican las condiciones oceanográficas en el área meridional de reproducción. La fuerza de los vientos alisios sudorientales se relaciona directamente con el índice de la O.A., y la TSM en el área meridional de reproducción depende en parte de la fuerza de los vientos alisios debido a la mezcla resultante, y la TSM a lo largo del ecuador depende en parte sobre la fuerza de los vientos alisios debido a la divergencia y el afloramiento resultantes. Se cree que el índice de la O.A. es un indicador mejor de la TSM en el área meridional de reproducción de lo que es la temperatura a lo largo del ecuador, y por lo consiguiente se utiliza actualmente como pronóstico de la abundancia aparente del grupo A de barrilete en la pesca del Pacífico oriental. Se cree que los efectos de la O.A. se extienden hacia el norte al área septentrional de desove, y que influye también sobre la abundancia de los peces del grupo B.

Con el fin de probar la relación aparente, se han hecho en los últimos años pronósticos tentativos de las capturas totales, anuales, de todas las edades de barrilete, basados en la TSM y en el índice de la O.A. Los pronósticos de las capturas totales de todas las edades en 1974 y 1975 han fallado y no se harán más pronósticos de este tipo. En su lugar, se están haciendo pronósticos sobre las capturas de las cohortes, ya que se cree que representan mejor la magnitud de la población de las generaciones de un mismo año que se correlacionan aparentemente con las condiciones ambientales en las áreas de desove, y posiblemente con las condiciones que afectan las migraciones dentro y fuera de la pesca.

Al correlacionar la abundancia de la cohorte de barrilete con el índice de 6 meses de la O.A., existe un período de desfase de unos 2 años entre el índice y el año de reclutamiento (*e.d.*, el índice de la O.A. de abril-septiembre 1972 se compara con la captura de la cohorte en 1974). Las temperaturas de la superficie del mar a lo largo del ecuador en el Pacífico central parecen rezagarse con relación al índice de la O.A.; por lo consiguiente se cree que el ápice de la reproducción en el área meridional de desove ocurre aproximadamente año y medio antes de los meses centrales del año de la cohorte.

La Figura 24 (recuadro superior) indica la captura de la cohorte calculada según el primer método (las capturas trimestrales de todos los años analizadas como formadas por peces del grupo A) y el índice de la O.A.; la correlación es alta con la línea de regresión explicando el 83% de la variabilidad. Sin embargo, la captura de la cohorte en 1975, de peces jóvenes analizados como pertenecientes al grupo A, es de 92,000 toneladas y las capturas anuales de peces más viejos fluctuaron de 2,000 a 42,000 toneladas desde 1961 a 1975 (véase Tabla 9). Si la captura de peces más viejos en 1976 es aproximadamente promedia para este período, entonces otras 15,000 toneladas de peces más viejos de la cohorte de 1975 contribuirán al cálculo

proyectado de la captura final de la cohorte de 1975 de 107,000 toneladas. Esto sería una gran desviación del valor pronosticado de 61,000 toneladas, basado en los datos de pesca de 1961-74 y en el índice de la O.A., haciendo que el pronóstico sea un fracaso pero sin reducir mayormente el significado de la correlación aparente.

La Figura 24 (recuadro del medio) presenta la captura de la cohorte calculada por el segundo método (las capturas trimestrales de 1971, 1973 y 1975 analizadas como grupo B, y las de todos los otros años como del grupo A) y el índice de la O.A. Es evidente que las cohortes de 1970 y 1971 se desviaron extremadamente de la línea, reduciendo bastante la confiabilidad del modelo. Sin embargo, las ecuaciones de regresión de ambos métodos no son significativamente diferentes, lo que indica que los pronósticos basados en cualquiera de los métodos permanecerán esencialmente iguales.

La Figura 24 (recuadro inferior) presenta la captura de la cohorte calculada por el tercer método (las capturas trimestrales por áreas al norte y al sur de los 15°N, analizadas de acuerdo al grupo dominante A o B) y el índice de la O.A. Comparadas con el segundo método, las capturas de la cohorte en 1970 y 1971, se desvían menos de la línea de regresión, lo que mejora el coeficiente de correlación en tal forma que la probabilidad de que la relación aparente entre el índice de la O.A. y las capturas de la cohorte se deba al azar es menos que una en mil. Las líneas de regresión del segundo y tercer método son virtualmente idénticas, de modo que las estimaciones pronosticadas son también casi idénticas.

Los pronósticos de la cohorte, en años recientes, de acuerdo a los tres métodos de análisis se presentan en la Tabla 10. El pronóstico de una gran captura de la cohorte de 1974, basado en un índice muy bajo de la O.A. en 1972, tuvo éxito, sin tomar en cuenta cuál método de análisis fue empleado. El pronóstico de una baja captura de la cohorte de 1975, basado en el primer método (análisis del grupo A) ha fracasado, ya que el valor final será por lo menos de 92,000 toneladas y puede sobrepasar 100,000 toneladas. Sin embargo, el segundo y tercer método, analizando la captura de 1975, como formada toda o la mayoría por peces del grupo B, resulta en capturas mínimas de la cohorte de 65,000 y 71,000 toneladas, respectivamente, representando peces más jóvenes, y el pronóstico puede aún tener éxito si no se captura una gran cantidad de peces más viejos en 1976.

Estudio conjunto de la CIAT y el Japón sobre la distribución del aleta amarilla

Se ha concluido la mayor parte del análisis de los datos y la copia en borrador del manuscrito de un estudio sobre la distribución y abundancia del aleta amarilla en todo el Pacífico, realizado en conjunto por la CIAT y el Japón. Los resultados han sido desalentadores, ya que los datos y los análisis utilizados no produjeron una clara definición de los límites geográficos, que se suponía existieran entre las diferentes subpoblaciones. Los datos incluyen

captura, esfuerzo, frecuencia de talla, índice gonosomático, distribución de larvas, marcado y contaminación por radiactividad.

Un punto evidente es que se segrega el aleta amarilla ya sea por talla, área y tiempo, o que la pesca selecciona la talla de acuerdo al área y tiempo. Probablemente ambos mecanismos trabajan. Aún más importante es que las tallas capturadas en un área y tiempo determinados dependen también del tipo de arte. Por lo consiguiente, es difícil hacer suposiciones sobre las poblaciones estudiando solamente la pesca.

Estudios de los otolitos de los atunes

La determinación de la edad de los atunes ha sido durante mucho tiempo un problema importante. Se ha intentado determinar la edad de los atunes mediante el estudio de las escamas, vértebras y espinas. El año pasado la Comisión examinó la posibilidad de usar otolitos (estructuras óseas que se encuentran en los oídos de los vertebrados) para encontrar la edad del aleta amarilla. Varios investigadores han demostrado que se forman líneas diarias de crecimiento en la microestructura de los otolitos en varias especies de peces.

Por varias razones, es importante desarrollar un método acertado para pronosticar la edad del aleta amarilla por los otolitos. Permitiría calcular la edad de los peces individuales en lugar de apoyarse en las estimaciones de crecimiento según las progresiones modales de las curvas de captura o de los estudios del marcado. Además permitiría examinar el crecimiento de los peces que no se capturan normalmente en la pesca, o que se obtienen rara vez en las embarcaciones de investigación. Los datos podrían emplearse además para estimar los índices de crecimiento en las áreas geográficas donde no hay datos suficientes del esfuerzo de pesca o captura para determinar con certeza los índices por métodos convencionales. Finalmente, se espera que mediante el examen de la historia de crecimiento de los otolitos de los peces individuales, se pueda obtener información referente a la estructura poblacional del aleta amarilla. Los cuatro objetivos principales de este estudio son:

- 1) Concebir un método simple y rápido para extraer los otolitos, que pueda usarse en peces congelados o descongelados de una amplia distribución de talla.
- 2) Desarrollar un método para preparar los otolitos que permita el examen microscópico rápido y preciso de la estructura delicada de los otolitos.
- 3) Validar la existencia de los incrementos diarios de crecimiento del aleta amarilla.
- 4) Evaluar la utilidad y aplicación de los datos deducidos del método anterior, referente al problema de la determinación de la edad del aleta amarilla.

Se obtuvo el siguiente progreso durante el año:

- 1) Se concibió un método para obtener acceso a los otolitos de los peces de <55 cm, removiendo la parte dorsal del cráneo con un serrucho. En los peces de más talla, se hace un corte dorsoventral a lo largo de una línea equidistante entre el ápice de las órbitas y la terminación dorsal del opérculo.
- 2) Se obtuvieron otolitos de 510 aleta amarilla, 64 barriletes, 16 aleta azul y 17 albacoras de 28 a 162 cm longitud de horquilla, durante el período de marzo a noviembre, en el Pacífico oriental, Samoa americana y Japón.
- 3) Se concibió un método para preparar y leer los otolitos de aleta amarilla, y se procesaron por este método 253 otolitos.
- 4) Se emprendió un estudio de evaluación, inyectando los aleta amarilla con tetraciclina durante maniobras normales de marcación, siendo luego recapturados por la flota. Las dosis fueron determinadas en 1973 mediante experimentos con caballas, realizados en viveros de las oficinas principales de la Comisión con la ayuda del National Marine Fisheries Service.
- 5) Se hizo un análisis preliminar de los datos.

La evaluación del incremento diario es probablemente la fase más importante del estudio, ya que cualquier trabajo subsiguiente depende de la asignación de una escala válida de tiempo. Durante las maniobras del marcado realizadas por empleados de la Comisión a bordo del clíper atunero *Taurus* en junio y julio de este año, se marcaron 360 aleta amarilla y se inyectaron con tetraciclina. Desde esa época, se han recapturado cuatro peces enteros con sus marcas y se han recibido otras 12 marcas sin los peces. No se ha analizado la mortalidad debida a las inyecciones, pero es evidente que por lo menos una parte de los peces sobrevive el tratamiento. Los otolitos de los cuatro peces que devolvieron fueron examinados bajo luz ultravioleta y se encontraron que dos tenían bandas de 1-15 μm de anchura. Cuando se contaron los anillos desde la banda hasta el extremo se encontró que había de 25 a 28 incrementos en un pez que estuvo en libertad de 39 a 58 días, y 65 incrementos en uno en libertad 91 días. Estos datos parecen indicar un período de desfase de 25 a 30 días antes de que el depósito de tetraciclina tomara efecto, pero esto se basa solo en dos recapturas. Se espera recibir más peces inyectados en un futuro para substanciar el lapso del período de desfase, junto con otros datos mejores sobre la fecha de captura.

El proceso de los otolitos consiste en medirlos, aplicándoles ácido hidroclicórico para quitarles el exceso de depósitos de aragonito, volviéndolos a medir y haciendo finalmente una réplica de cada otolito utilizando fajas de celulosa de acetato ablandadas en acetona. La forma única de los otolitos de aleta amarilla hace que el conteo directo sea imposible. Las réplicas se

colocan bajo una cubierta en una placa de vidrio y se cuentan tres veces los incrementos bajo un microscopio a 850x. La media de los tres recuentos se ajusta luego para compensar la pérdida de los anillos en el extremo debido al tratamiento con ácido.

De los 510 otolitos de aleta amarilla recolectados hasta ahora, 253 han sido procesados, y se han reducido los datos a un gráfico de la longitud de horquilla contra el número de incrementos contados (Figura 25). La variación en el recuento ha fluctuado de 50 a 200 incrementos en el mismo otolito, depende de la talla del pez. Esta variabilidad puede ser real o debida a problemas técnicos, metodológicos o de procesamiento. La variabilidad real o sea la inherente en los procesos biológicos que se está examinando puede ser debida a la variabilidad en el índice de crecimiento debido a factores genéticos (individuales, sexuales o de población) o a las condiciones ambientales capaces de alterar el crecimiento. La variabilidad en el tiempo requerido para la formación de los incrementos puede ser aleatoria, o el número de incrementos formados por unidad de tiempo puede variar sobre el tiempo. La otra fuente de variación, la debida al error humano, puede originarse de los errores en las medidas de los peces u otolitos, a la variación en el tratamiento de los otolitos con ácido o a la dificultad que encuentran los diferentes investigadores en distinguir los incrementos y en contarlos. Se están realizando las siguientes investigaciones para determinar las fuentes de error y variabilidad:

- 1) Comparar los recuentos de los peces de la misma longitud de horquilla para estimar la variabilidad en la talla de los peces de la misma edad.
- 2) Comparar ambos otolitos del mismo pez para averiguar la variación en los peces individuales.
- 3) Comparar los recuentos de los peces de la misma área geográfica en diferentes períodos de tiempo.
- 4) Comparar los métodos de recuento de los diferentes investigadores.

Los datos en la Figura 25 indican que un aleta amarilla de 1 año tiene de 48 a 61 cm de longitud de horquilla, uno de 2 años de 82 a 105 cm y uno de 3 años de 126 a 151 cm. Esta amplia distribución de longitud puede reflejar también la variación geográfica, ya que no se ha tratado todavía de muestrear las diferentes áreas de pesca, pero se han muestreado más bien los peces de diferente longitud de horquilla.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA ATUNERA

Análisis del ecosistema del afloramiento costero

El análisis del ecosistema del afloramiento costero es una investigación multidisciplinaria, interinstitucional de la relación entre la circulación del afloramiento costero y los cambios biológicos asociados, subvencionada por el International Decade of Ocean Exploration, una oficina del U.S. National Science Foundation. No se programaron para 1975 experimentos en el mar,

así que los investigadores del programa trabajaron en los datos de experimentos anteriores. La participación de la Comisión en 1975, en este programa, consistió en seguir analizando las medidas hidrográficas y de las corrientes, obtenidas en varias zonas de afloramiento costero durante cuatro expediciones efectuadas antes de 1975.

Se le dió más importancia a obtener más información sobre las medidas de las boyas a la deriva, de lo que anteriormente se había considerado posible. Los primeros análisis se centralizaron en el movimiento general del agua, mientras que un método más nuevo es el estudio de las boyas como grupo o en conjunto y según los cambios a corto plazo de la posición de las boyas en conjunto (véase Figura 26), calculando los gradientes de la velocidad horizontal como la divergencia y el deslizamiento lateral de las corrientes. Estos gradientes de velocidad son frecuentemente un elemento importante nivelador en la estabilidad de las localidades de los frentes oceánicos, donde se encuentran frecuentemente atunes en cantidades comerciales. La divergencia puede usarse cuando se calcula la velocidad del afloramiento en zonas marítimas costeras biológicamente importantes. Este enfoque se empleará en el próximo experimento integrado, JOINT II, programado para principios de 1976.

Estudio de la Producción Primaria, Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INPE)/CIAT

La investigación sobre el estudio bilateral INPE/CIAT se reanudó en 1975 después de que se resolvieron algunos problemas administrativos. Recientemente se analizaron aún más los datos del estudio de 3 meses (que culminó en un crucero en el que se destacó el concepto del ecosistema), habiendo sido procesados por la computadora, y se han preparado y evaluado varios gráficos de las propiedades superficiales. Uno de estos gráficos se presenta en la Figura 27 que representa la circulación relativa de la superficie en el Golfo de Guayaquil, durante el crucero. La circulación, excepto por la influencia de las corrientes de la marea local, es similar a la estimada según los datos anteriores del Proyecto del Golfo de Guayaquil.

Además del análisis de las medidas físicas tales como temperatura y salinidad, se ha adelantado algo en las observaciones biológicas. Las medidas de la producción primaria durante el crucero de agosto indicaron índices típicos de la fijación de carbono (C^{14}) cerca a la superficie de $2.5-4.3 \text{ mg C m}^{-3} \text{ hr}^{-1}$ con valores más altos de $6.5-7.5 \text{ mg C m}^{-3} \text{ hr}^{-1}$ presente en unas pocas localidades en el Golfo de Guayaquil.

En los próximos meses se prepararán gráficos similares a la Figura 27 de las propiedades, como son la concentración de clorofila y el zooplancton. Para ayudar en este trabajo se prepararon datos revisados del crucero y se distribuyeron entre los participantes a fines de diciembre.

Estudio de satélites

En el Informe Anual se discutió el progreso que ha obtenido la Comisión en los datos termales infrarrojos de los satélites con relación a los datos de captura. En una comparación sobre los datos del Radiómetro Explorador (RE) y la captura de peces, se encontró que ocurrían asociaciones significativas. Como el RE con una resolución de 10 km se está gradualmente reemplazando por un Radiómetro de Resolución Muy Alta (RRMA) con una resolución de suelo aproximadamente de 1 km, el trabajo de la Comisión en este proyecto durante 1975 fue dedicado a comparar la calidad y utilidad de los datos del RRMA y del RE con los datos del color del océano (que se pueden usar para estudiar la productividad biológica) obtenidos del Earth Resources Technology Satellite (ERTS-1). Un examen de los datos que se tienen del satélite según un estudio de 1974, indica que el período del 10 al 12 de noviembre tenía las mejores condiciones y datos para los fines de intercomparación.

Se hicieron los análisis de los datos infrarrojos del RE y de las localidades de las embarcaciones pesqueras para averiguar la utilidad de la resolución espacial más limitada del sistema del RE. Un buen ejemplo sobre la capacidad del RE de suministrar un gráfico útil de la temperatura superficial del mar se presenta en la Figura 28. Las diferencias de temperatura se indican mediante sombreado y las áreas con nubes por punteado. El 10 de noviembre de 1974 se observan grupos de embarcaciones pesqueras en varias áreas cerca a los gradientes de temperatura. Estos gráficos de la temperatura superficial del mar pueden ser útiles en el análisis general de las actividades de los barcos pesqueros y especialmente para evaluar aquellas localidades en que se encuentran razones relativamente altas de caladas positivas.

Como se espera que las imágenes del RRMA reemplacen el sistema del RE, se procesaron los datos del RRMA del 12 de noviembre en la misma región general al este de Baja California. El gráfico resultante de la temperatura superficial del mar (Figura 29) indica los cambios locales de temperatura detalladamente incluyendo el afloramiento costero, descrito mediante sombras verticales en la figura. Se espera que el uso de los datos del RRMA pueda producir gráficos similares a los de la Figura 28, creando una imagen mucho más exacta de cómo puede afectar la temperatura la captura de atunes. La desventaja principal en el uso de los datos del RRMA radica en el costo relativamente alto en procesar la gran cantidad de datos que constituyen una región geográfica. La Figura 29, por ejemplo, contiene 32,000 puntos de referencia (el número de puntos de referencia en la imagen del RE correspondiente a la misma área sería de unos 320).

Uno de los primeros problemas que hubo que superar para utilizar los datos del Explorador Multiespectral (EME) del ERTS-1 para el estudio del color del océano fue desarrollar un programa de cómputo para colocar acertadamente las marcas de referencia geográfica en el grupo de datos del EME. Se perfeccionó el programa resultante, se ensayó y se encontró que producía una serie muy exacta de puntos de referencia en el grupo de datos (véase

Figura 30). Estos puntos de referencia fueron impresos como parte de un mapa digital de 48 x 48 pulgadas y se emplearon luego en determinar la posición geográfica de los datos según los barcos y otros satélites. Una vez que se desarrolló la capacidad de poder localizar acertadamente las características geográficas de la superficie, se escribieron otros programas para calibrar los datos del color del océano en unidades de energía y para exhibir los datos del EME como un mapa digital con varias tonalidades grises (Figura 30). La figura, una escena completa de 185 x 185 km en la banda verde (Banda 4) del detector, presenta algunas manchas o cambios de color causados por la clorofila, el sedimento o condición del mar o la combinación de estos factores. Debido a la interferencia electrónica en los datos del EME, se trató de minimizar este problema para obtener el máximo posible de datos de las escenas oceánicas del EME. La capacidad impresionante del sistema EME en detallar una parte del panorama del detector puede verse en una resolución completa en la Figura 31. La escena ha sido tomada de la Figura 30, en la parte inferior a mano derecha y se ha centralizado en una pequeña isla en esa localidad. Las marcas de referencia geográfica en la Figura 31 se encuentran solo 500 m aparte y confirman la capacidad del detector en descubrir aún cambios más pequeños en el agua.

CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1975 Y PERSPECTIVAS PARA 1976

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 las actividades del hombre tiene sobre su abundancia. La información científica obtenida cada año por los investigadores se utiliza para hacer recomendaciones relativas a la conservación de estas especies. Esto se cumple al presentar en las reuniones de la Comisión la información oral y los documentos fundamentales. Para distribuir esta información al público en general, se compendia en este informe anual.

ATUN ALETA AMARILLA

Al poco tiempo de establecerse la Comisión en 1949, el personal científico empezó a obtener estadísticas de la captura y del esfuerzo de pesca de atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental, y se ha continuado hasta ahora con esta serie de datos. Además se han obtenido datos sobre la composición de talla de los peces en la captura desde 1954.

Los datos estadísticos se emplearon con el modelo logístico, una clase de modelo general de producción, para determinar las condiciones de la población del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Se supuso al usar este modelo que la pesca en el Pacífico oriental maniobraba sobre una población individual de aleta amarilla que no se extendía más allá del radio de pesca. El marcado y los datos morfométricos indicaron que existía una mezcla

considerable de peces en el Océano Pacífico oriental, pero ningún intercambio de peces o muy poco entre el Pacífico oriental y el central, por lo consiguiente se creyó que esta suposición era razonable en cuanto a la administración pesquera, aunque se sigue actualmente investigando para determinar hasta que grado es correcta. Se calculó que esta población podría, en promedio, sostener una captura máxima anual de unas 92,000 toneladas, que podía obtenerse con un esfuerzo total de pesca de unos 35,000 días, medidos en unidades de la clase 4 de clíperes atuneros (embarcaciones de 201-300 toneladas de capacidad). En 1960 y 1961, cuando la mayoría de las embarcaciones de la flota fueron reacondicionadas de clíperes atuneros a la pesca con cerco, duplicando casi por lo consiguiente su capacidad de pesca, las capturas ascendieron a 122,000 y 115,000 toneladas respectivamente. Basados en el modelo se pronosticó que durante 1962 la abundancia del aleta amarilla sería inferior y que la captura se reduciría aunque el esfuerzo permaneciera alto. Estos pronósticos fueron correctos, y en 1962 y 1963 las capturas fueron unas 87,000 y 73,000 toneladas respectivamente. Este modelo se usó como base para que los investigadores de la Comisión recomendaran las reglamentaciones desde 1962 hasta 1968.

Además, se empleó el modelo del rendimiento por recluta, un tipo de modelo de la estructura de la edad, para determinar el impacto de pesca sobre la población del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Se supuso nuevamente que la pesca maniobraba sobre una población individual de peces que no se extendía más allá del radio de distribución de la pesca. Estos estudios indicaron que solo un aumento en el esfuerzo de pesca no aumentaría la captura total, pero que si se podían capturar los peces cuando alcanzaran un promedio de talla más grande el rendimiento por recluta, y probablemente también la captura, podrían aumentar. Sin embargo, se determinó que no sería práctico reducir la captura de los peces pequeños.

Aunque las reglamentaciones de pesca se recomendaron por primera vez para la temporada de 1962, no se hicieron efectivas hasta 1966. En ese año se estableció la cuota de captura en el ARCAA (Figura 1); la pesca ha sido reglamentada cada año desde ese entonces.

De 1965 a 1968, la captura por día normal de pesca (CPDNP) del aleta amarilla, que se usa como un índice de la abundancia de esa especie, aumentó (Figura 6), mientras que de acuerdo al modelo logístico empleado en ese tiempo, debía haber permanecido al nivel relativamente bajo de 1965. Puede que ésto se deba a cambios reales o aparentes en la abundancia del aleta amarilla pescado por la flota epipelágica que maniobra en el ARCAA. Los cambios reales en la abundancia de esta especie pueden provenir de la expansión geográfica de pesca, la alteración en la composición de talla de los peces en la captura o debido a condiciones ambientales. Los cambios aparentes pueden ser causados por los cambios en la eficacia de las artes de pesca, a la reducción de la temporada (*e.d.*, selección de la temporada de pesca que coincida con la época del año en que el aleta amarilla es más vulnerable a

la captura), a problemas en el cálculo del esfuerzo debido a que se dirige tanto al barrilete como al aleta amarilla y también a las condiciones ambientales.

Las causas más significativas del aumento en la CPDNP durante el período de 1965-1967, se cree que sea la expansión geográfica de pesca y la alteración en la composición de talla de los peces en la captura. Antes de mediados del decenio de 1960, la pesca maniobraba a unos cientos de millas de la costa y en la vecindad de unas pocas islas mar afuera (Figura 32). A mediados y a fines del decenio de 1960, a medida que la capacidad total de la flota aumentaba y se construían embarcaciones más grandes y eficaces, la pesca se realizó cada vez más lejos de la costa y a principios de 1968 varias embarcaciones pescaron fuera del ARCAA durante el segundo semestre del año. Durante el decenio de 1970 el área de pesca ha sido similar a la indicada en las Figuras 2 y 3. Las áreas costeras y fuera de la costa en el ARCAA y el área fuera del ARCAA se designan como Areas A1, A2 y A3, respectivamente en la Figura 33. Si los peces de las áreas A1 y A2 se mezclan por completo y rápidamente (Caso 1) la sola expansión de pesca en el área A2 no produciría un promedio de producción máxima continua (PPMC) significativamente superior al del área A1 solamente. Por otra parte, si no hay mezcla de los peces o muy poca entre las dos áreas (Caso 2) el PPMC del área A1 más el del área A2, sería la suma de los PPMC de las dos áreas (estimados al emplear los datos de cada área separadamente para calcular los parámetros del modelo general de producción). Si existe una mezcla moderada entre las dos áreas, como parece que sea el caso, entonces el PPMC del área A1 más el del área A2 sería algo superior al del Caso 1, pero no tan grande como el del Caso 2. Así que la razón principal del aumento en la CPDNP durante el período de 1965-1968, se cree que se debe a la expansión de pesca al área A2. El aumento en el promedio de talla de los peces en la captura, debido al cambio en la pesca de clíperes atuneros a embarcaciones con cerco y a la expansión de pesca a un área en la que los peces pequeños no se capturan frecuentemente, se cree que ha afectado también significativamente la CPDNP.

En 1968 se sospechó fuertemente que el PPMC en el ARCAA era significativamente superior al estimado originalmente de 92,000 toneladas obtenido según los datos de los años anteriores a la expansión de pesca fuera de la costa. Por lo consiguiente, en ese año la Comisión pidió que los investigadores prepararan para la reunión de 1969 una propuesta específica de un programa experimental de sobrepesca para averiguar empíricamente el PPMC del aleta amarilla en el ARCAA. El programa recomendado por el personal y aprobado por la Comisión proveía cuotas de 120,000 toneladas para 1969, 1970 y 1971. Si el promedio de la CPDNP en unidades de la clase 3 de arqueo se reducía a menos de 3 toneladas por día durante ese período, se limitaría la captura para prevenir un perjuicio irreparable a la población.

En 1969 y 1970 las capturas excedieron las cuotas de 120,000 toneladas (Tabla 1), y la CPDNP permaneció alta (Figura 6). En 1971, sin embargo, tanto la captura como la CPDNP disminuyó. Esta reducción puede haber sido

causada por la sobrepesca; en ese caso se hubiera logrado el objetivo del programa experimental. Sin embargo, la reducción aparentemente fue debida en parte a otros dos factores, (1) al incremento en la abundancia o vulnerabilidad del barrilete en 1971, que fue la causa de que las embarcaciones dirigieran su esfuerzo más hacia esta especie de lo que sucede comúnmente y (2) a las restricciones impuestas por las fábricas enlatadoras para que no se descargara aún aleta amarilla grande debido a la posibilidad de que tuviera un alto contenido de mercurio. Por lo tanto, se decidió continuar el programa otro año, y por varias razones se ha mantenido cada año hasta ahora. Así que los 3 primeros años de la reglamentación se basaron en las estimaciones de los parámetros del modelo general de producción y los últimos 7 años han sido empíricos. En 1972 la cuota fue de 120,000 toneladas con dos incrementos adicionales de 10,000 toneladas cada uno que el Director de Investigaciones haría efectivos si la condición de la población a principios de la temporada justificaba dicha acción. En 1973 la cuota fue de 130,000 toneladas, con tres incrementos de 10,000 toneladas cada uno, y en 1974 y 1975 las cuotas fueron de 175,000 toneladas con dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno. Los 7 años de sobrepesca experimental han demostrado ampliamente que el PPMC en el ARCAA es superior al estimado de 92,000 toneladas obtenido según los datos colectados cuando se pescaba solo en el área A1. Por lo consiguiente, se ha dedicado un esfuerzo considerable para tratar de calcular el PPMC en el ARCAA y también fuera de esta área.

Se utilizan solo los datos de la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo para estimar los parámetros de los modelos generales de producción. El reclutamiento y el crecimiento se combinan como producción de la población, y la pesca y mortalidad natural como pérdida. A pesar de que este enfoque es tan rudimentario, ofrece una información extremadamente útil sobre la condición de muchas poblaciones de peces, incluyendo la del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. A causa de la naturaleza compleja de la pesca y a los cambios rápidos en años recientes que están ocurriendo en ella, se han hecho considerables experimentos para seleccionar y preparar los datos que se han de emplear y en escoger los procedimientos matemáticos que se han de utilizar. Se discuten en este informe solo los dos métodos a los que se les prestó más atención en 1975.

En el primer análisis (Caso 1) se empleó el modelo logístico, un caso especial del modelo general de producción en el que la relación es lineal entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo. Se normalizó el esfuerzo a días de la clase 3 de arqueo (embarcaciones de 101 a 200 toneladas de capacidad). Se emplearon los datos de 1960 a 1975, siendo 1960 el primer año en el que las embarcaciones con cerco pescaron en la mayor parte del área en la que se había capturado aleta amarilla en esa época (Figura 32). Las CPDNP del primer semestre del año se usaron como índices de la abundancia de los peces y las capturas del último semestre, en el que la mayoría de los barcos se encontraban sometidos a la reglamentación fueron usadas para estimar los cambios en la abundancia durante ese período. Se desarrolló esta

técnica con la intención de sobreponer el efecto de la reglamentación al problema del cálculo de los parámetros. Se calcula que el PPMC es de 153,000 toneladas y que el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones equilibradas es de unos 45,000 días de la clase 3. La curva de producción y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo se indican en el recuadro superior de la Figura 34. Los puntos de 1968 a 1974, con excepción de 1971, aparecen encima de la línea a niveles progresivamente más altos. (Como se explicó antes, 1971 fue un año anormal). Sin embargo, esto no es inesperado, ya que la línea representa los niveles de captura que pueden obtenerse a niveles correspondientes de esfuerzo en condiciones equilibradas, y durante el período de que se trata las capturas estaban aumentando a costa de la población acumulada. Evidentemente este patrón no puede continuar indefinidamente, porque eventualmente la población se reducirá hasta el punto en que la captura disminuirá sin miras a cuánto esfuerzo se ejerza. Realmente, parece que esto ha sucedido en 1975, según puede verse en la figura. Si las estimaciones de los parámetros son correctas, debe mantenerse el esfuerzo aproximadamente al nivel de 1974-1975; en ese caso la captura será de unas 160 a 170,000 toneladas en 1976, unas 155 a 160,000 toneladas en 1977 y aproximadamente 153,000 toneladas, el nivel óptimo, en 1978. Como es tan difícil controlar el esfuerzo *per se*, debe hacerse indirectamente mediante el control de la captura.

En el segundo análisis (Caso 2) se utilizó nuevamente el modelo logístico. El esfuerzo se normalizó a días de la clase 6 de arqueo (embarcaciones de más de 400 toneladas de capacidad). Se realizó esto porque se había observado que las CPDNP de las embarcaciones más grandes habían disminuido más en años recientes que las de las embarcaciones pequeñas. Como los barcos más grandes pescan en más áreas del Océano Pacífico oriental y obtienen una porción mayor (>85%) de la captura que los barcos pequeños, existe la posibilidad que la normalización a días de la clase 6 produzca diferentes estimaciones de los parámetros. Además, se usaron solamente los datos de 1967 a 1975, ya que antes de 1967 el esfuerzo de pesca no se encontraba tan bien repartido en el ARCAA como sucedió más tarde; además estaban ocurriendo grandes cambios en la eficacia de los cerqueros en los años anteriores. Como en el Caso 1, se utilizaron las CPDNP durante el primer semestre del año como índices de la abundancia de los peces, y las capturas del segundo semestre se emplearon para estimar los cambios en la abundancia durante ese período. La curva de producción y los puntos observados representantes de la captura y el esfuerzo se indican en el recuadro inferior de la Figura 34. Se estimó nuevamente que el PPMC era de 153,000 toneladas, capturables con un esfuerzo total de unos 15,000 días de la clase 6 de arqueo. Como en el Caso 1, la mayoría de los puntos de 1968 a 1974 se encuentran a niveles progresivamente más altos encima de la línea, siendo que en 1975 se encuentran más cerca a la línea. En el Caso 2, sin embargo, los puntos de 1974 y 1975 se encuentran bastante más allá del nivel del esfuerzo que corresponde al PPMC estimado, lo cual no fue verdad en el Caso

1. Por lo tanto, es necesario reducir considerablemente el esfuerzo y la captura si se ha de restaurar la población al nivel que produzca el PPMC. Si se mantiene el esfuerzo al nivel de 1974-1975 la captura durante 1976 sería de unas 165 a 175,000 toneladas, pero en 1980 se reducirá a menos de 140,000 toneladas. La mejor estrategia administrativa sería reducir el esfuerzo en 1976 a unos 15,000 días de la clase 6, que produciría una captura de unas 140 a 145,000 toneladas en 1976.

No se conoce cuál de los dos casos produce una determinación mejor de la condición de la población del aleta amarilla en el ARCAA, pero en ambos casos el PPMC se estima que sea de unas 153,000 toneladas, así que evidentemente a no ser que las estimaciones sean considerablemente bajas, no se pueden mantener las capturas de los años recientes.

Los modelos de la estructura de la edad se basan en datos mucho más detallados que los de los modelos de la producción general. Los datos de la captura y el esfuerzo se dividen en unidades mucho más pequeñas de tiempo y espacio, y se considera la composición de talla de los peces en la captura. Además, se emplean estimaciones de los índices de crecimiento y mortalidad obtenidas independientemente. La mayoría de los estudios incluyen estimaciones del reclutamiento derivadas de los estudios de simulación de la computadora, usando como entrada los datos antes mencionados.

Los peces pertenecen aparentemente a dos grupos, el grupo X que entra en la pesca durante el primer semestre del año pero no contribuye significativamente a ésta hasta el segundo semestre, y el grupo Y que entra durante el segundo semestre pero no contribuye significativamente hasta el primer semestre del año siguiente. Los cálculos del reclutamiento, en millones de peces, son los siguientes:

<u>Cohorte</u>	<u>Grupo X</u>	<u>Grupo Y</u>
1963	19.2	
1964	11.0	11.1
<u>1965</u>	<u>12.5</u>	<u>13.9</u>
Promedio 1963 - <u>1965</u>	<u>14.2</u>	<u>12.5</u>
1966	33.3	15.6
1967	19.1	17.2
1968	13.7	24.3
1969	19.5	17.6
1970	23.6	20.5
1971	19.8	22.7
1972	15.0	14.2
<u>1973</u>	<u>18.9</u>	<u>21.2</u>
Promedio 1966 - <u>1973</u>	<u>20.4</u>	<u>19.2</u>
1974 (preliminar)	23.4	36.0

Los grupos X e Y son, en promedio, más o menos de la misma magnitud. El reclutamiento en los grupos ha variado aproximadamente por un factor de 3, pero para los dos grupos combinados el factor es solo aproximadamente de 2. El reclutamiento estimado para 1966-1973, después de la expansión de la pesca fuera de la costa, fue un 50 por ciento superior al de 1963-1965.

La aparición de pequeños peces en las capturas realizadas en el área A2 es considerablemente inferior a la del área A1, así que en la mayoría de los últimos años la talla promedio de los peces capturados en el ARCAA ha sido mayor que en los años anteriores cuando la pesca estaba confinada al área A1. Se presenta la interrogante si el incremento en las capturas en años recientes se debe (1) al uso más eficaz de la misma población de peces, *e.d.*, a la captura de individuos con un promedio mayor de talla o (2) a un aumento en la disponibilidad de una porción de la población que no había sido antes explotada suficientemente. Los datos indican lo siguiente: (1) no es suficiente el cambio solamente en la mortalidad por pesca a edad específica, para causar el aumento en las capturas durante el último período; (2) un cambio, por sí solo, en el reclutamiento durante el último período produce con relación al primero una sobreestimación en el aumento de la captura. Por lo consiguiente, parece que ambos puntos son la causa del incremento en la captura después de 1965.

Se han formulado dos hipótesis para explicar la baja incidencia de pequeños peces en el área A2 con respecto al área A1. Primero se supone que el área A1 era un criadero para peces de menos de 85 cm, y que a medida que crecieron se desplazaron al área A2, donde no fueron accesibles a las artes pesqueras hasta que se presentó la reciente expansión de pesca fuera de la costa. Segundo, se supone que aparecieron peces pequeños y grandes en proporciones casi iguales en las áreas A1 y A2, pero que los peces pequeños fueron menos vulnerables a las artes de pesca en el área A2. Los datos de marcado obtenidos hasta ahora indican, en su mayor parte, que la segunda hipótesis es probablemente la más correcta, pero esta cuestión sigue debatible.

En 1973 y 1974, se obtuvieron grandes capturas de peces pequeños e el área A1. Se pregunta, evidentemente, si este aumento en la captura se debió a un aumento en el reclutamiento, un aumento en la vulnerabilidad de los peces pequeños a causa del reclutamiento promedio, o a la combinación de un aumento en el reclutamiento y vulnerabilidad. En el primer caso, se podían esperar grandes capturas en los años siguientes cuando los peces de grandes reclutamientos eran disponibles como peces medianos y grandes, pero en el segundo caso, lo contrario sería lo natural debido a la escasez de los peces medianos y grandes después de que se habían explotado fuertemente los peces pequeños.

En 1973 la captura de peces de 1 año fue de unas 45,000 toneladas, mientras que el promedio de la captura de peces de 1 año fue solo de unas 15,000 toneladas (Figura 35). En 1974 la captura de peces de 2 años fue baja, lo que indica que la gran captura de peces pequeños en 1973 se debió al aumento en la vulnerabilidad de estos peces y no al aumento en el reclutamiento. En 1975, sin embargo, la captura de los peces de 3 años fue superior al promedio, indicando lo contrario. Para resolver esta contradicción, es necesario examinar los datos separadamente de los grupos X e Y, como se indica en la Figura 36. Puede verse aquí que los peces de 1 año capturados en

grandes cantidades en 1973 pertenecían en su mayoría al grupo Y, mientras que los peces de 3 años que formaron una porción tan grande en la captura de 1975 fueron en su mayoría del grupo X. Así que el grupo Y produjo un reclutamiento en 1973 que solo fue más o menos promedio, pero estos peces fueron muy vulnerables a la pesca en ese año como peces de 1 año.

En 1974 la captura de los peces de 1 año fue aún más grande, unas 70,000 toneladas, siendo la gran mayoría del grupo Y. En 1975 la captura de peces de 2 años del grupo Y fue aproximadamente promedio. Así que el reclutamiento de los peces del grupo Y en 1974 fue probablemente muy superior al promedio, y si este grupo no hubiera sido explotado tan fuertemente en 1974 cuando tenía 1 año, hubiera podido contribuir más como peces de 2, 3 y 4 años en 1975, 1976 y 1977. Esto puede verificarse aparentemente según los datos del mercado discutidos en una sección anterior de este informe.

La captura de peces de 1 año en 1975 fue aproximadamente promedio, así que la mayoría de la captura en ese año consistió en peces de 2 años (grupos X e Y) y de 3 años (grupo X) de las cohortes de 1973 y 1974.

Los datos discutidos anteriormente fueron usados en TUNPØP, un programa computador de simulación concebido para estimar la producción potencial del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. En este modelo se supone que el reclutamiento sea independiente de la magnitud de la población reproductora. Desde 1963 a 1974 se emplearon las estimaciones del reclutamiento indicadas anteriormente, y se supuso para cada año subsiguiente que el reclutamiento de los peces de los grupos combinados X e Y era de 40 millones de peces. Se mantuvo constante el esfuerzo futuro de pesca al nivel de 1974-1975 (Caso 3) y se aumentó a los niveles pronosticados en el futuro si no se limita la pesca (Caso 4). Se permitió que el modelo corriera hasta que se estabilizó la captura. En el Caso 3 la captura de 1976 sería de unas 160,000 toneladas y en 1978 la población se habrá equilibrado a un PPMC de unas 148,000 toneladas. En el Caso 4 la captura en 1976 sería de unas 190,000 toneladas, pero en 1977 y 1978 se reducirá, y en 1979 se logrará equilibrar a unas 148,000 toneladas.

Basados en los análisis anteriores parece que sería mejor pescar sin restricción en 1976, ya que bajo la suposición del Caso 4 se obtendrían capturas más grandes que en el Caso 3 antes de que se alcance el equilibrio. Sin embargo, se deben considerar dos puntos importantes. Primero, en el modelo usado en el Caso 3 y 4 se supuso que no existe relación entre el número de reproductores y el número de reclutas a los niveles de la población implicada, *e.d.*, la reducción en el nivel de la población no puede afectar el reclutamiento. No se sabe si esta suposición es o no correcta, y si no lo es la pesca irrestricta puede resultar en un perjuicio irreparable de la población. Por lo consiguiente, se debe proceder con extrema cautela. Segundo, en el Caso 4 la CPDNP en días de la clase 3, se estabilizaría a unas 2.5 toneladas diarias, comparada con 4 toneladas diarias en el Caso 3; así que las consecuencias económicas de la pesca irrestricta pueden ser serias.

La pesca ha maniobrado en el área fuera del ARCAA (Figura 33, área A3) desde 1968 (Tabla 1). En 1969 la captura por día de pesca (CPDP), en días de la clase 6, fue superior a 20 toneladas, pero desde esa época la CPDP ha sido notablemente constante, entre 10 y 13 toneladas. En 1969, 1970 y 1971 el esfuerzo fue menos de 26,000 días y las capturas menos de 30,000 toneladas. Durante el período de 1972-1975 el esfuerzo y la captura han sido suficientemente constantes, el primero entre 35 y 41,000 días y la segunda entre 41 y 50,000 toneladas (Figura 37).

Los experimentos de marcado han indicado que la proporción de mezcla entre los peces de esta área y los del área en el ARCAA es baja, así que para los fines de administración pueden considerarse como poblaciones separadas. En el recuadro inferior de la Figura 37 puede verse que la captura en el área fuera del ARCAA ha aumentado proporcionalmente con el esfuerzo, lo que indica que la población en esta área está subexplotada, es decir que los datos actuales del esfuerzo y la captura se encuentran en la porción de la curva que representa la subpesca. Por lo consiguiente no parece que exista actualmente ninguna razón para controlar la pesca en esta área.

BARRILETE

El barrilete aparece en casi todas las aguas tropicales de los océanos del orbe. En años recientes la captura mundial de esta especie ha excedido la de cualquier otro atún o especies afines. Este es también el caso en el Océano Pacífico; en 1974 el barrilete formó el 49% de la captura en ese océano de las especies comerciales principales de atún.

No se conoce muy bien la estructura de las poblaciones de barrilete que habitan el Océano Pacífico, debido principalmente a que la mayoría de los estudios de esta especie se han basado en poblaciones que aparacen en áreas relativamente pequeñas, y es necesario realizar amplios experimentos y análisis en todo el océano. Los estudios serológicos recientemente publicados indican que existen por lo menos dos subpoblaciones en el Océano Pacífico occidental, una aparentemente limitada al área oeste de los 165°E y la otra aparece al este de la primera subpoblación y se extiende posiblemente al Océano Pacífico oriental.

No existe prácticamente desove de barrilete en el Océano Pacífico oriental. Se cree que los peces capturados en esta área provienen del desove en el Pacífico central, al oeste de los 130°W. Llegan al Pacífico oriental cuando tienen de año a año y medio de edad y regresan al Pacífico central, donde se reproducen cuando tienen aproximadamente de dos a dos años y medio.

La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental aparece en su mayoría en dos áreas, al norte alrededor de las Islas Revillagigedo y frente a las costas occidentales de Baja California, y al sur frente a la América Central y al norte de la América del Sur hasta Perú. Las capturas en el área meridional son por lo general el doble de las del área del norte. El área de aguas muy cálidas frente al sur de México, que separa las dos áreas, se encuentra por lo

general desprovista de barrilete. En algunos años, como en 1956, el agua en el área central fue inusualmente fría y la distribución de barrilete fue continua de norte a sur. Sin embargo, en los años normales los resultados del marcado han indicado que no existe virtualmente intercambio entre los peces del norte y del sur. Nueve peces marcados y liberados en el área septentrional fueron recapturados cerca a las islas Hawaianas y las Line, pero ninguno liberado en el área meridional ha sido recapturado en el Pacífico central, posiblemente debido a la poca intensidad pesquera en esa área al sur del ecuador.

La captura y la abundancia aparente de barrilete varían considerablemente de un año a otro. La magnitud de la flota ha aumentado considerablemente en años recientes y posiblemente esto ha causado un aumento en el esfuerzo de pesca sobre esta especie. Sin embargo, esto aparentemente no ha agotado el recurso, ya que en los últimos años se han obtenido algunas de las mejores capturas totales. Además, no parece existir ninguna relación entre la abundancia de barrilete y el esfuerzo de pesca. Sin embargo, hay la posibilidad de que tal relación se encuentre velada por la naturaleza de la pesca. Por ejemplo, en diferentes años la disponibilidad de barrilete puede variar, pero la cantidad de esfuerzo dirigido hacia esa especie puede ser proporcional a su disponibilidad, lo que resultaría en capturas iguales por unidad de esfuerzo (CPUE) en cada año. Este puede ser el caso, si en los años de alta disponibilidad el barrilete se encontrara en más áreas que en años de poca disponibilidad, pero la densidad de los peces en las áreas fue igual en todos los años. Actualmente los datos no proveen ninguna evidencia de que este fenómeno pueda estar ocultando la relación entre la abundancia de barrilete y el esfuerzo de pesca, pero se sigue investigando la interrogante como parte de los amplios estudios de la Comisión sobre el esfuerzo de pesca y de la CPUE como índice de la abundancia. Parece ahora lo más probable que la variación de un año a otro en la captura y la abundancia aparente es el resultado de factores naturales. No se conoce si la variabilidad natural representa cambios en la abundancia de toda la población o refleja solamente los cambios en segmentos de una población relativamente constante que es accesible en diferentes años a la pesca de Pacífico oriental. Las estimaciones de la abundancia aparente de las áreas al norte y sur se correlacionan bastante bien unas con las otras, pero en algunos años, por ejemplo en 1968 y 1970, la captura puede ser superior al promedio en un área o inferior en la otra. Esto puede indicar que cuando los peces jóvenes emigran del Pacífico central al oriental se desplazan diferentes cantidades a las áreas norte y sur en diferentes años. La captura de barrilete en el ARCAA durante 1975 fue de unas 134,011 toneladas, siendo este el segundo año mejor de pesca (Tabla 1).

Es importante conocer la variabilidad anual de la captura y de la abundancia aparente del barrilete para poder administrar apropiadamente la pesca cuando y si es necesario. Con el fin de lograr esta meta los investigadores han mantenido un programa activo sobre la investigación del barrilete según lo permiten las obligaciones fiscales. Parte de esta investigación se ha

orientado hacia el pronóstico de la captura y abundancia de esta especie. El modelo desarrollado con este propósito, descrito en el informe anual de 1974, ha tenido un éxito aparentemente moderado en explicar hasta 1973 estas fluctuaciones, pero en 1974 y 1975 las capturas sobrepasaron considerablemente los pronósticos. Por lo tanto, se están examinando de nuevo muy detalladamente los datos para tratar de encontrar un método de pronóstico que sirva consistentemente. Estos estudios se describen en otro lugar de este informe.

APPENDIX I — APENDICE I

STAFF* — PERSONAL*

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

SCIENTIFIC — CIENTIFICO

Senior Scientists — Científicos principales

William H. Bayliff, Ph.D. (Washington)
Biology —*Biología*
 Robert C. Francis, Ph.D. (Washington)
Biology: population dynamics —*Biología: dinámica de poblaciones*
 Joseph W. Greenough, M.S. (Washington)
Fisheries management —*Administración pesquera*
 (From February 16 —Desde el 16 de febrero)
 Witold L. Klawe, M.A. (Toronto)
Biology —*Biología*
 Forrest R. Miller, M.A. (California)
Meteorology —*Meteorología*
 Craig J. Orange, B.S. (Oregon State)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
 Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)
Oceanography —*Oceanografía*

Associate Scientists — Científicos asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
 Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
 (San Pedro, California)
 Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)
Biology —*Biología*
 Robert G. Kirkham, M.S. (San Diego State)
Remote sensing technology —*Tecnología de captadores remotos*
 (From February 18 —Desde el 18 de febrero)
 Christopher T. Psaropulos, A.B. (San Diego State)
Statistics —*Estadísticas*
 (To August 31 —Hasta el 31 de agosto)

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted

*Todo el personal en la Jolla, a no ser que se indique lo contrario

- Robert D. Robinson, B.S. (Colorado State)
Statistics —*Estadísticas*
- Gary D. Sharp, Ph.D. (California)
Biology —*Biología*
- Ziro Suzuki, B.S. (Tokyo)
Biology —*Biología*
 (To November 30 —Hasta el 30 de noviembre)
- Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)
Biology: population dynamics —*Biología: dinámica de poblaciones*

Assistant Scientists — Científicos auxiliares

- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
 (Ecuador)

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*
 (Perú)
- Nannette Y. Clark
Statistical technician —*Técnica en estadísticas*
- Fernando Crastz P.
Waterfront contact —*Representante en el muelle*
 (Panamá)
 (To November 22 —Hasta el 22 de noviembre)
- Mike E. Freese
Waterfront contact: laboratory technician
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*
 (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 R. Gracia, M.A. (Inter-Amer. Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*
 (Puerto Rico)
 (From June 16 —Desde el 16 de junio)

- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Ensenada, México)
- Mark D. Heinrich, B.A. (California)
Laboratory technician (oceanography)
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)
- C. Aníbal 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)
- (From October 1 —Desde el 1 de octubre)
- Vaughn M. Silva
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
- Robert W. Wagner
Laboratory technician (oceanography)
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)
- Helen R. Wicks
Secretary (oceanography) —Secretaria (oceanografía)

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

- Theodore C. Duffield
Bookkeeper and administrative assistant
 —Contador y asistente administrativo
- Lucy Dupart
Bilingual secretary —Secretaria bilingüe
- Regina A. Newman
Bilingual secretary to Director —Secretaria bilingüe del Director
- Robert L. Sheppard, B.A. (Stanford)
Switchboard operator —Telefonista
 (To August 15 —Hasta el 15 de agosto)
- Penelope L. Soderberg
Switchboard operator —Telefonista
 (From August 16 —Desde el 16 de agosto)

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

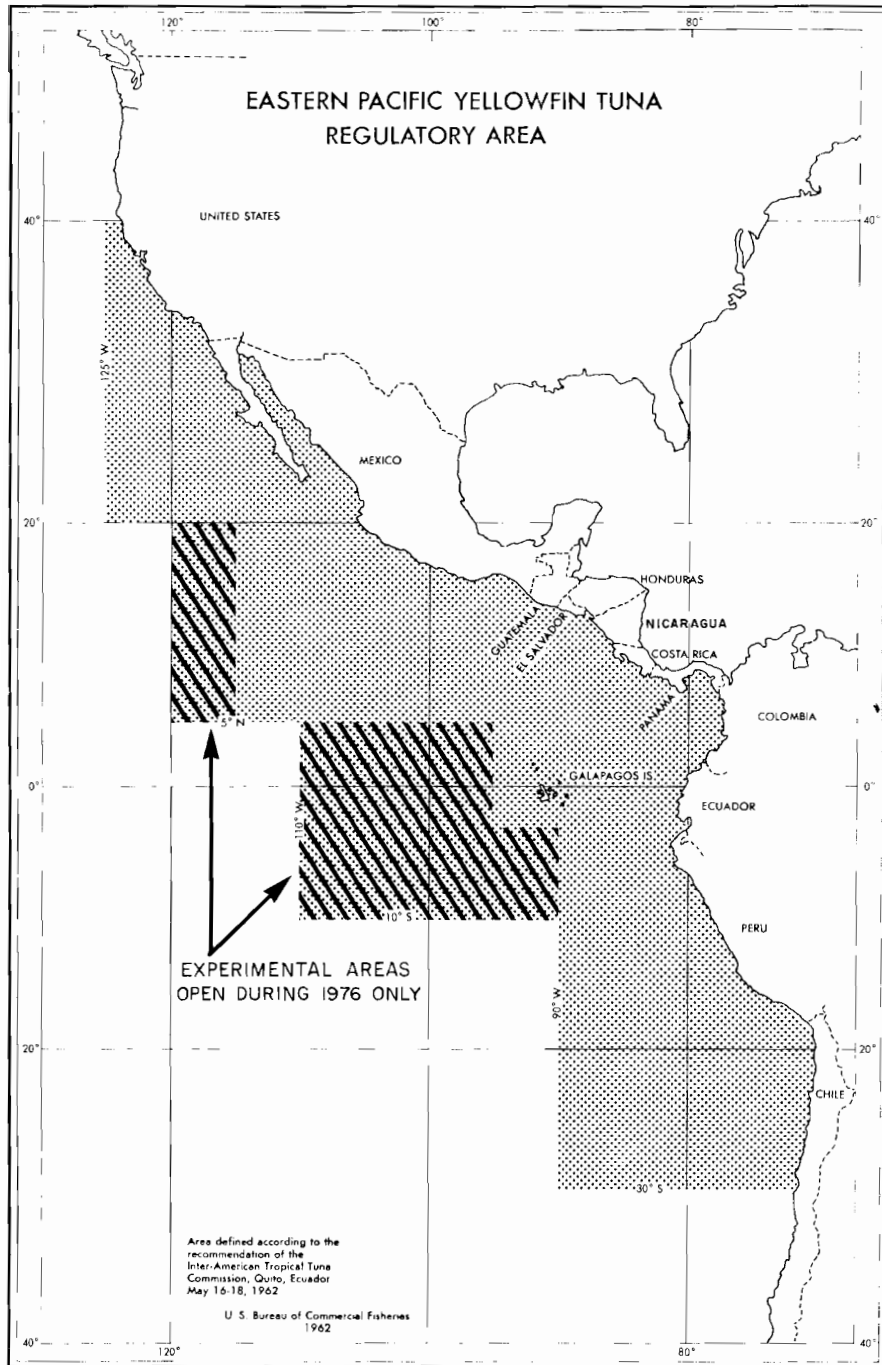


FIGURE 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

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

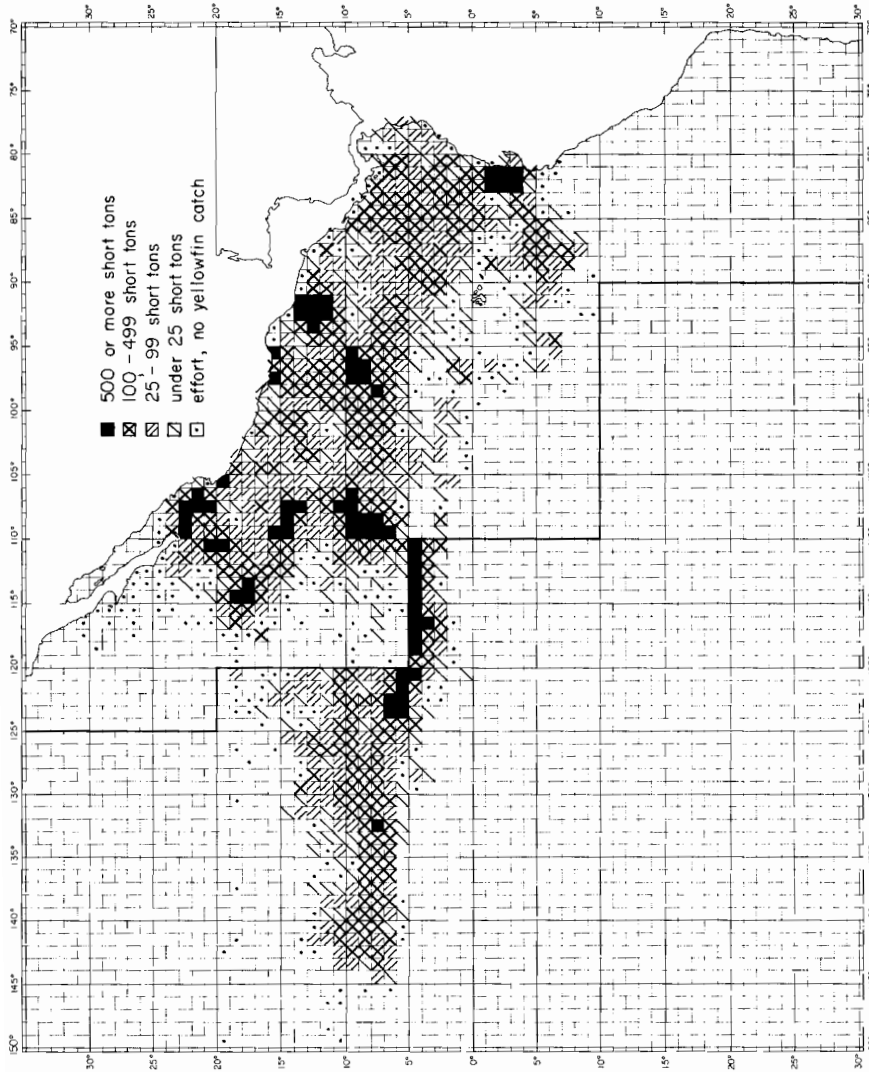


FIGURE 2. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1975 by 1° areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

FIGURA 2. Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1975 por áreas de 1° correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora, con excepción de viajes reglamentados en el ARCAA.

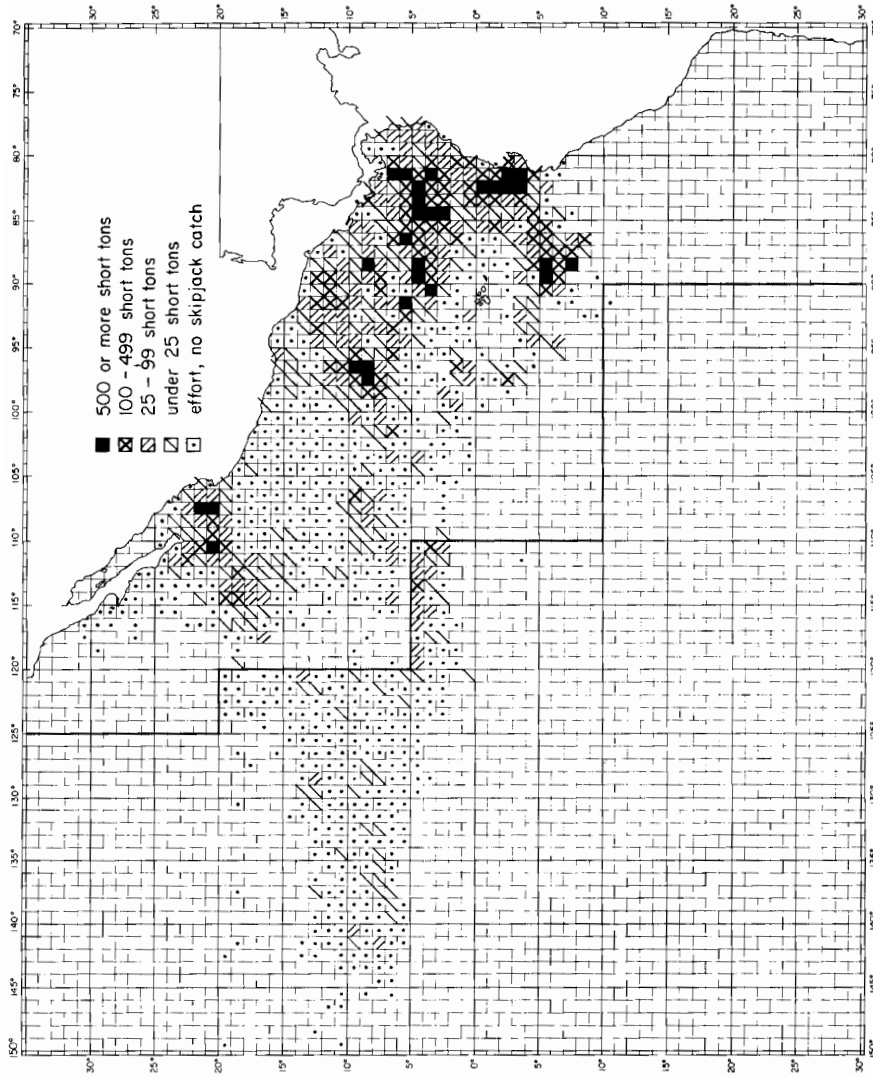


FIGURE 3. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1975 by 1° areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

FIGURA 3. Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1975 por áreas de 1° correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora, con excepción de viajes reglamentados en el ARCAA.

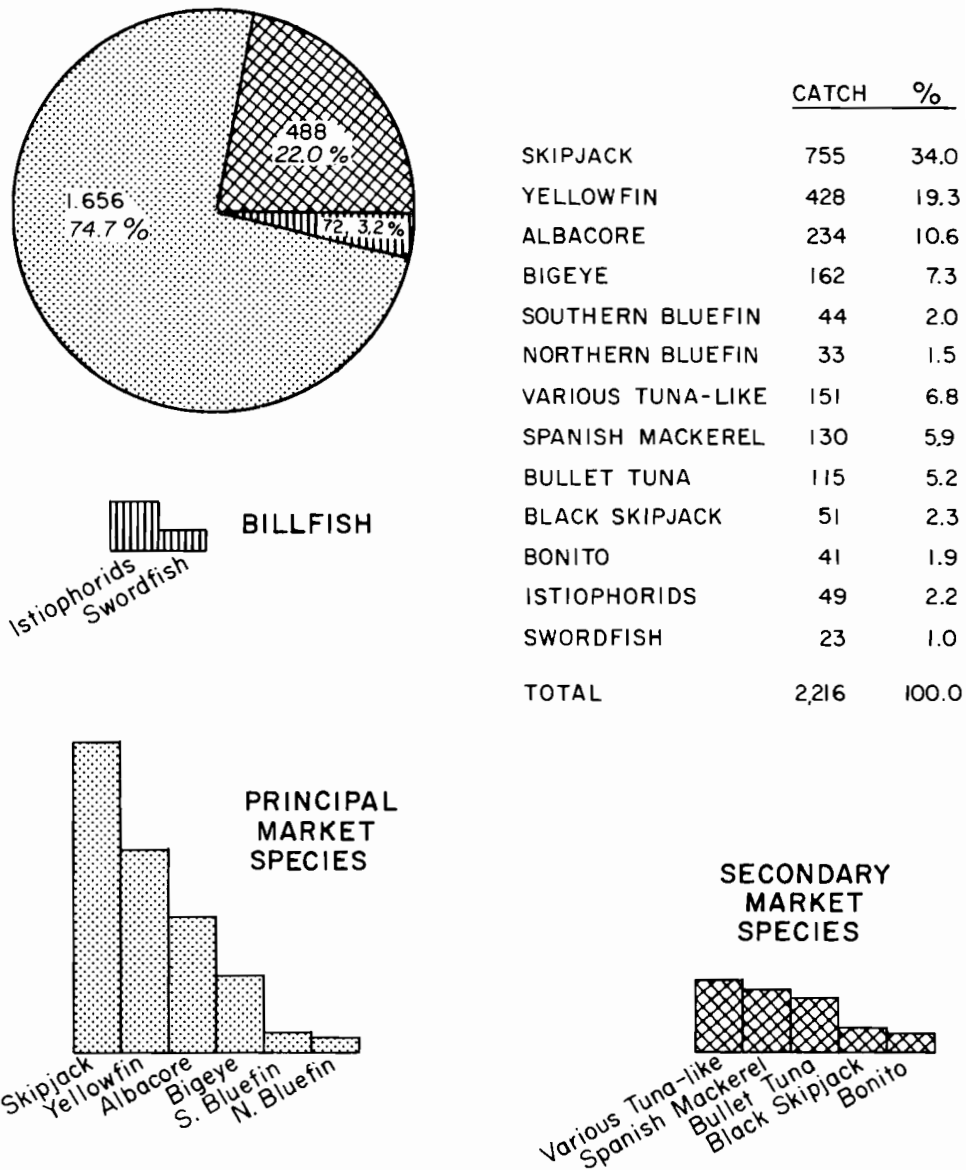


FIGURE 4. Total estimated world catch of tunas and billfishes, 1974, by major groups and species in thousands of metric tons.

FIGURA 4. Estimación de la captura total mundial de atunes y peces espada, 1974, por grupos principales y especies, en miles de toneladas métricas.

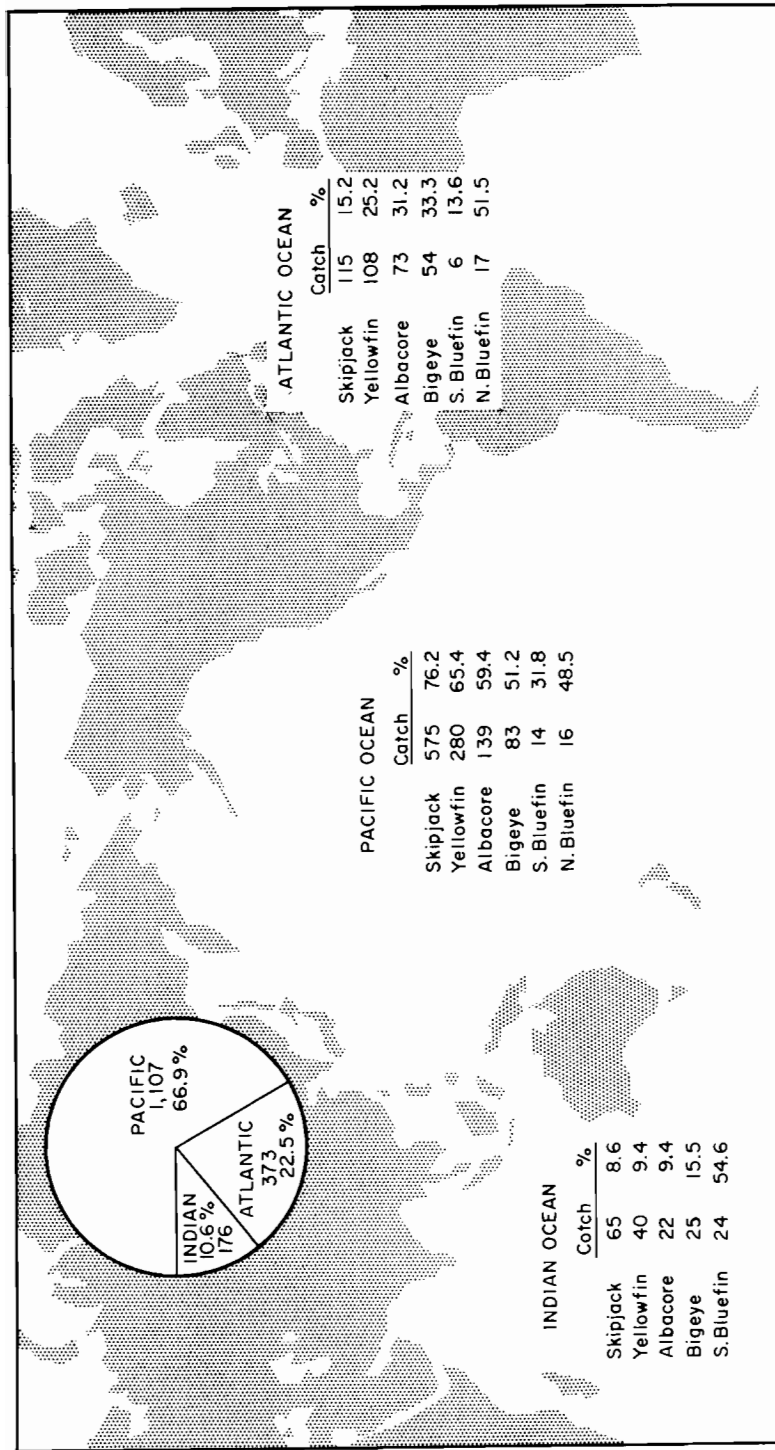


FIGURE 5. Total estimated world catches of the principal market species of tunas, 1974, by oceans and species, in thousands of metric tons.

FIGURA 5. Estimación de la captura total mundial de las principales especies comerciales de atún, 1974, por océanos y especies, en miles de toneladas métricas.

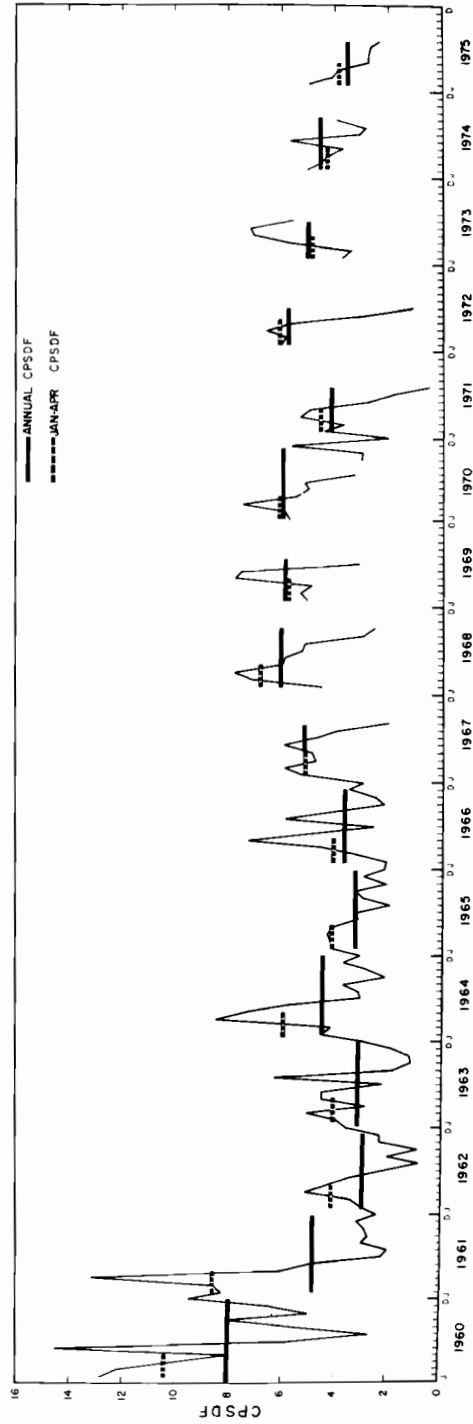


FIGURE 6. Catch per standard day's fishing for yellowfin, in the CYRA during 1960-1975. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1975 are preliminary.

FIGURA 6. Captura por día normal de pesca de aleta amarilla, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos rederos en el ARCAA durante 1960-1975. Los valores de 1975 son preliminares.

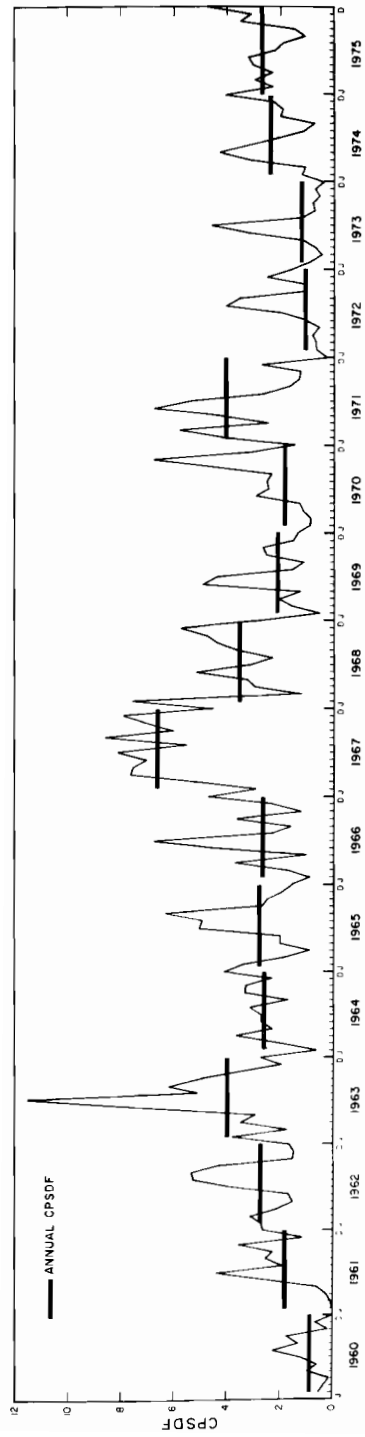


FIGURE 7. Catch per standard day's fishing for skipjack, in Class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1975. The values for 1975 are preliminary.

FIGURA 7. Captura por día normal de pesca de barrilete, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos rederos en el ARCCA durante 1960-1975. Los valores de 1975 son preliminares.

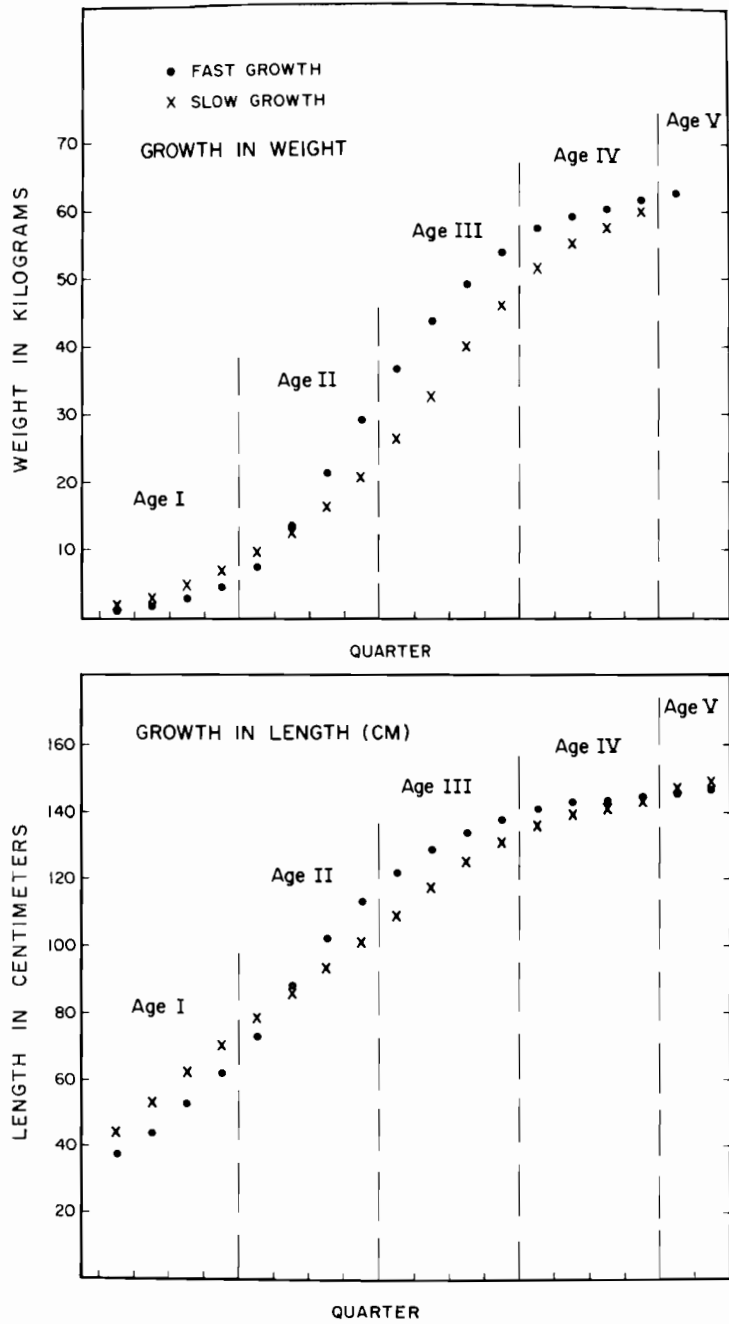


FIGURE 8. TUNPØP growth (weight in kg, length in cm) for yellowfin, age I to age V, by quarters.

FIGURA 8. Crecimiento trimestral TUNPØP (peso en kg, longitud en cm) del aleta amarilla de 1 a 4 años.

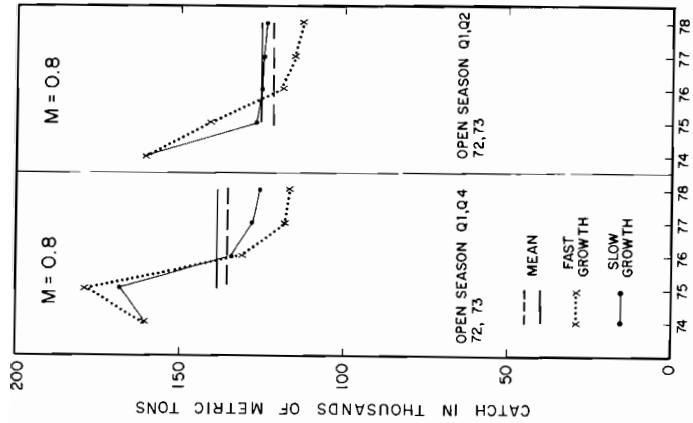


FIGURE 10. Simulated catches, 1975 to 1978, as functions of growth.

FIGURA 10. Capturas simuladas, 1975-1978, como funciones del crecimiento.

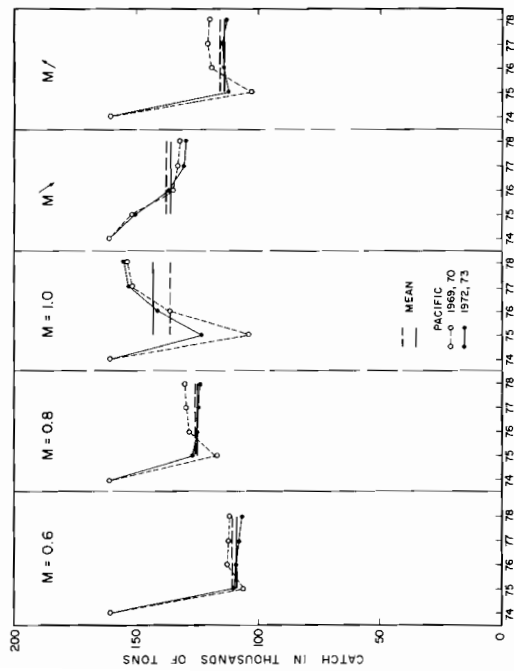


FIGURE 9. Simulated catches, 1975 to 1978, as functions of natural mortality (M).

FIGURA 9. Capturas simuladas, 1975-1978, como funciones de la mortalidad natural (M).

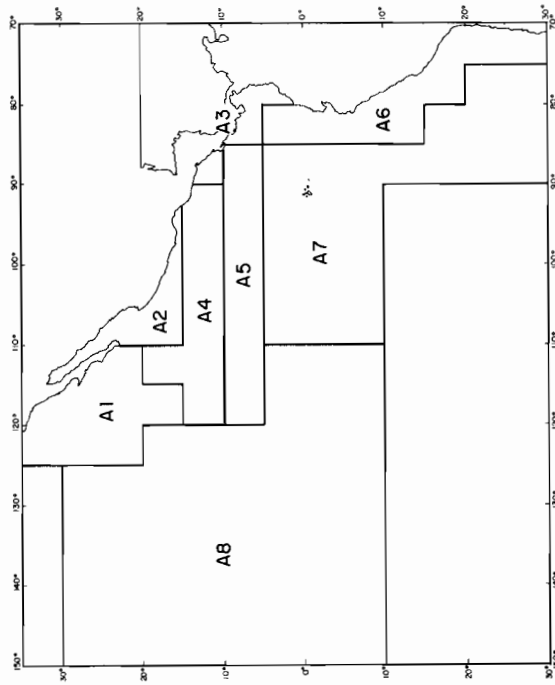


FIGURE 11. Areal stratification of the eastern Pacific Ocean for TUNPOP.

FIGURA 11. Estratificación zonal del Pacífico oriental para TUNPOP.

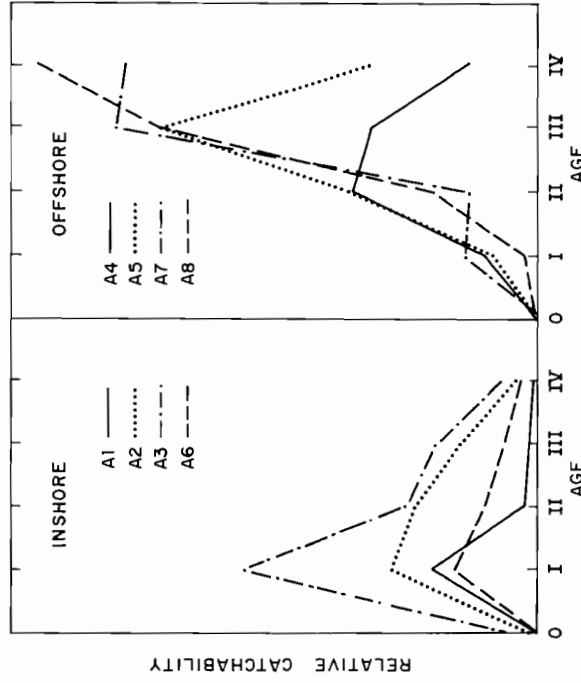


FIGURE 12. Age-specific catchability, by TUNPOP area, for the inshore region and offshore regions.

FIGURA 12. Capturabilidad a edad específica, por área de TUNPOP, en las regiones cerca y lejos de la costa.

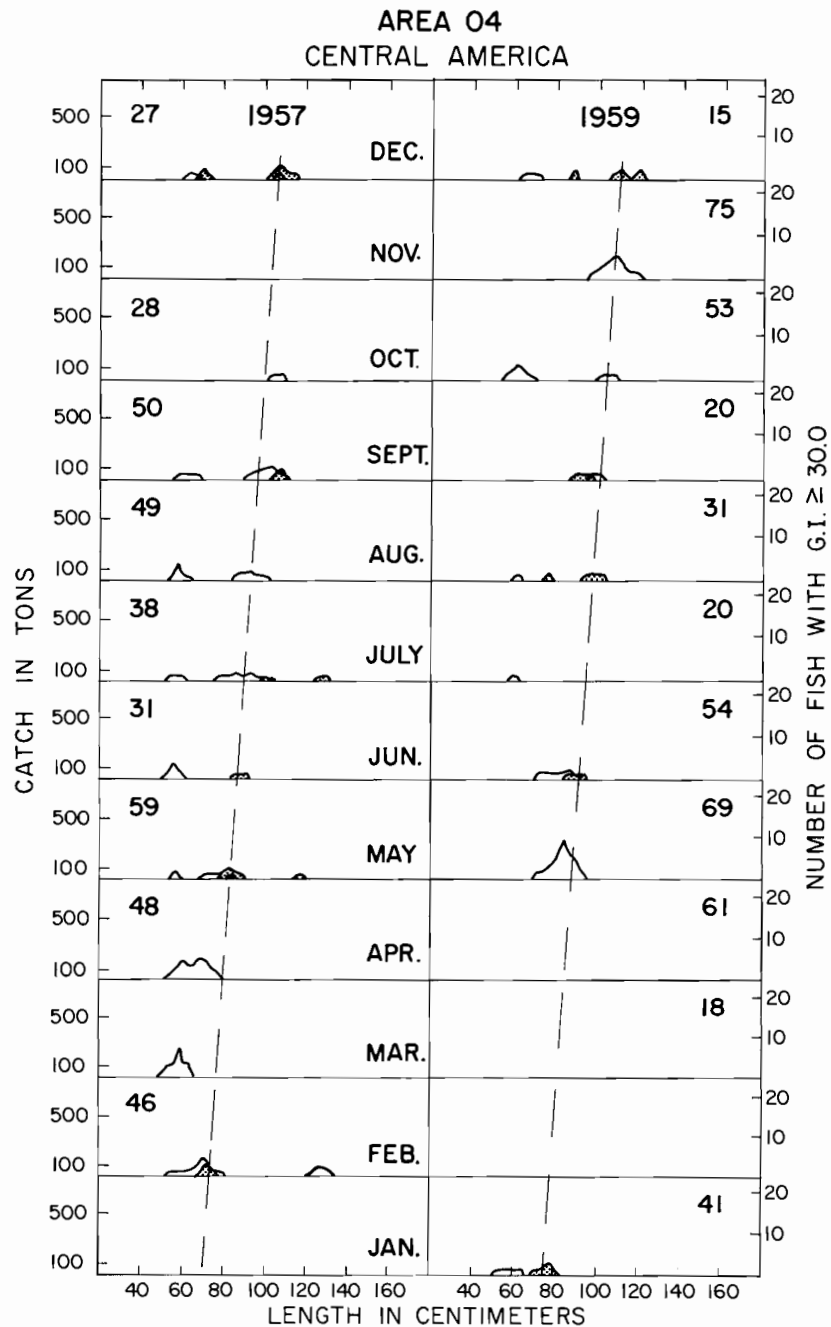


FIGURE 13. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches (unstippled peaks) and spawning fish (stippled peaks) from Area 04. The dashed line shows the expected modal position of the X group. Numbers in each monthly panel indicate the number of gonad pairs sampled.

FIGURA 13. Distribución suavizada de la frecuencia de tallas de las capturas mensuales (máximos sin puntear) y de los peces reproductores (máximos punteados) del área 04. La línea a puntos indica la posición esperada de la moda del grupo X. La cifra en cada recuadro mensual indica el número muestreado de gónadas pares.

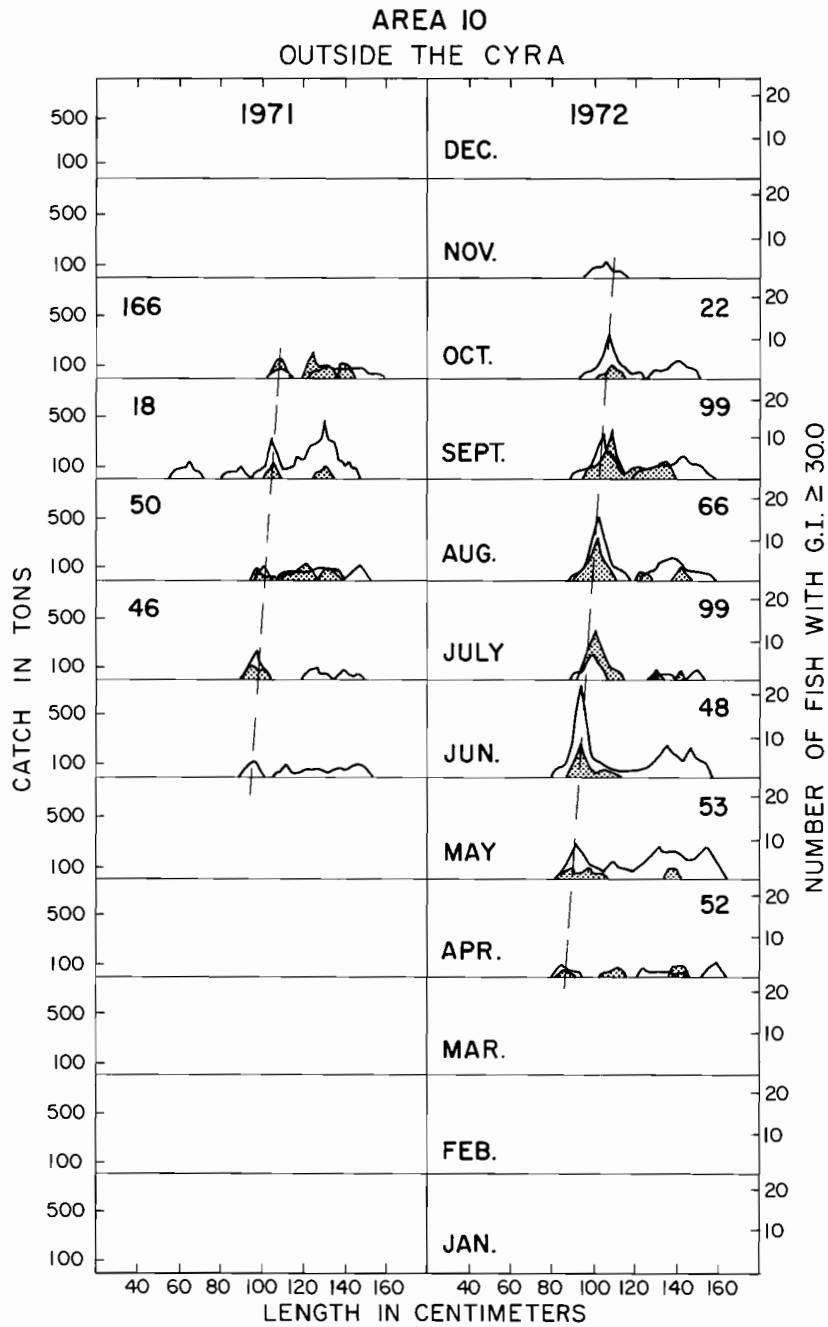


FIGURE 14. Smoothed length-frequency distributions of monthly catches (unstippled peaks) and spawning fish (stippled peaks) from Area 10. The dashed line shows the expected modal position of the X group. Number in each monthly panel indicates the number of gonad pairs sampled.

FIGURA 14. Distribución suavizada de la frecuencia de tallas de las capturas mensuales (máximos sin puntear) y de los peces reproductores (máximos punteados) del área 10. La línea a puntos indica la posición esperada de la moda del grupo X. La cifra en cada recuadro mensual indica el número muestreado de gónadas pares.

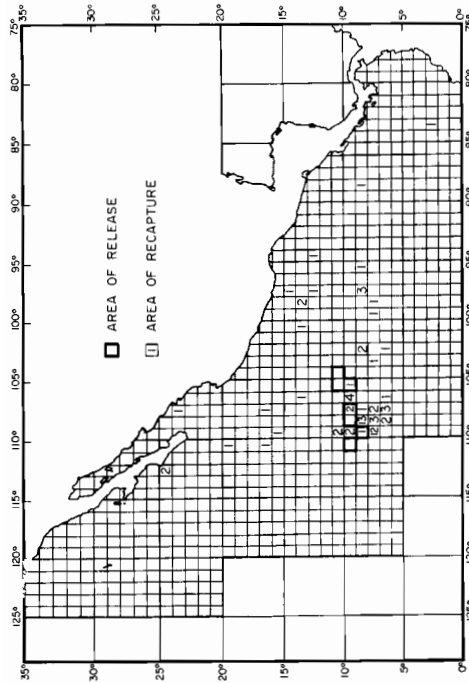


FIGURE 16. Areas of release and areas of recapture during 1975 of yellowfin released offshore off Mexico during October-November 1974.

FIGURA 16. Areas de liberación y de recaptura durante 1975 del aleta amarilla liberado fuera de la costa frente a México durante octubre-noviembre 1974.

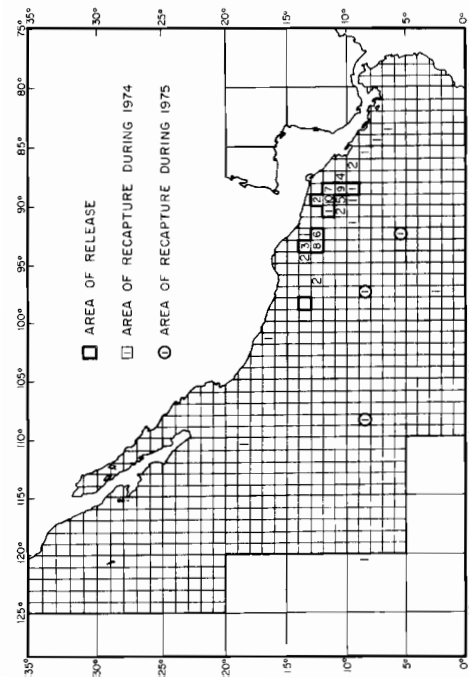


FIGURE 15. Areas of release and areas of recapture during 1974 and 1975 of yellowfin released off Central America during April-May 1974.

FIGURA 15. Areas de liberación y áreas de recaptura durante 1974 y 1975, del aleta amarilla liberado frente a la América Central durante abril-mayo 1974.

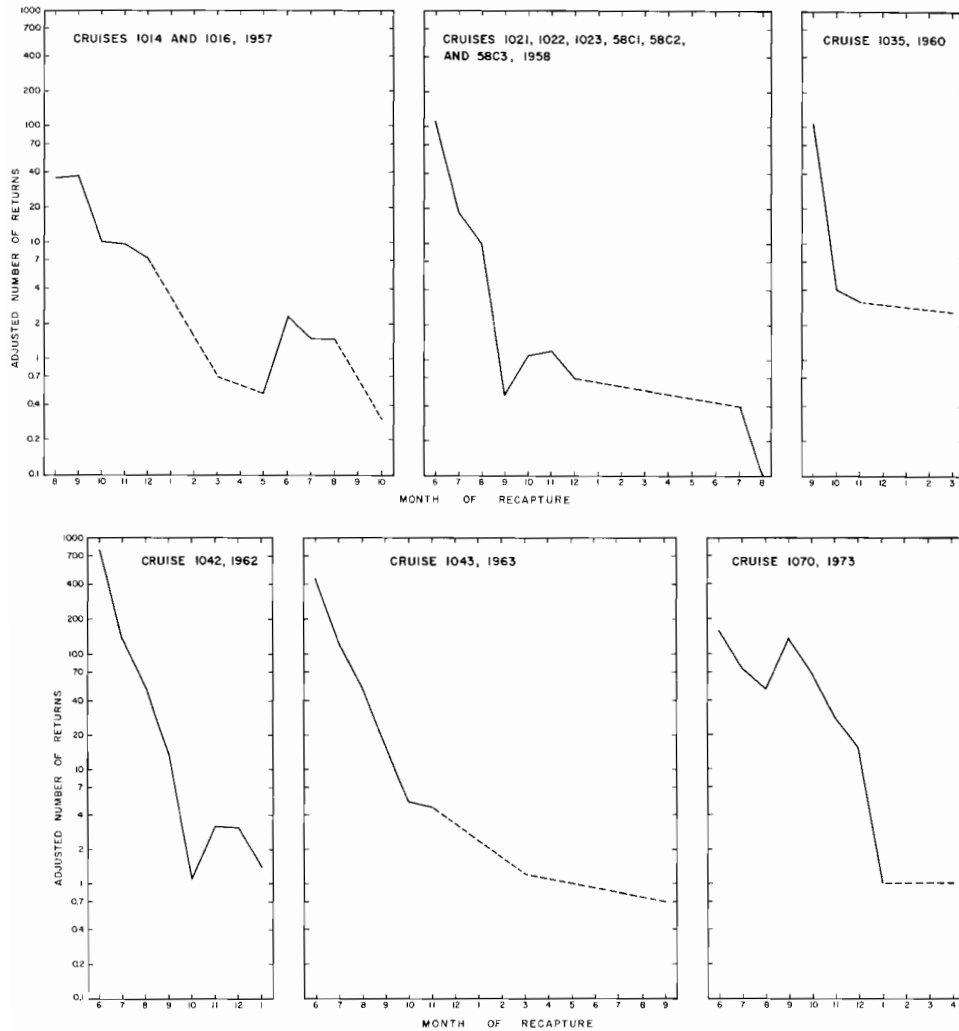


FIGURE 17. Returns by month of recapture, adjusted for fishing effort, of tagged skipjack released off Baja California.

FIGURA 17. Recuperaciones por mes de recaptura, ajustadas por el esfuerzo de pesca, de barriletes marcados y liberados frente a Baja California.

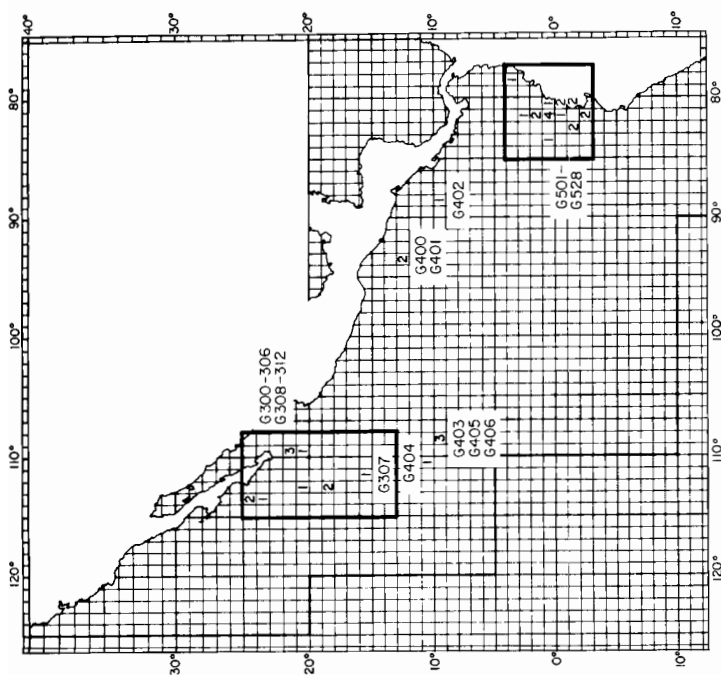


FIGURE 18. Number of blood and morphometric samples from each 1° area.

FIGURA 18. Número de muestras morfométricas y sanguíneas en cada área de 1°.

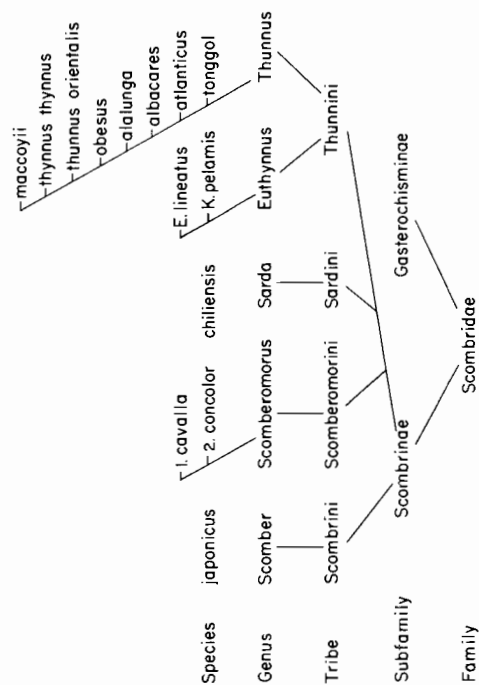


FIGURE 19. The phylogeny of 14 scombrid species based on electrophoretic study. The relative similarities of the genera can be determined from Table 8. The tunas were similarly compared and ranked accordingly.

FIGURA 19. La filogenia de 14 especies de escómbridos basada en el estudio electroforético. La similitud relativa de los generos puede determinarse según la Tabla 8. Los atunes se compararon igualmente y se clasificaron de acuerdo.

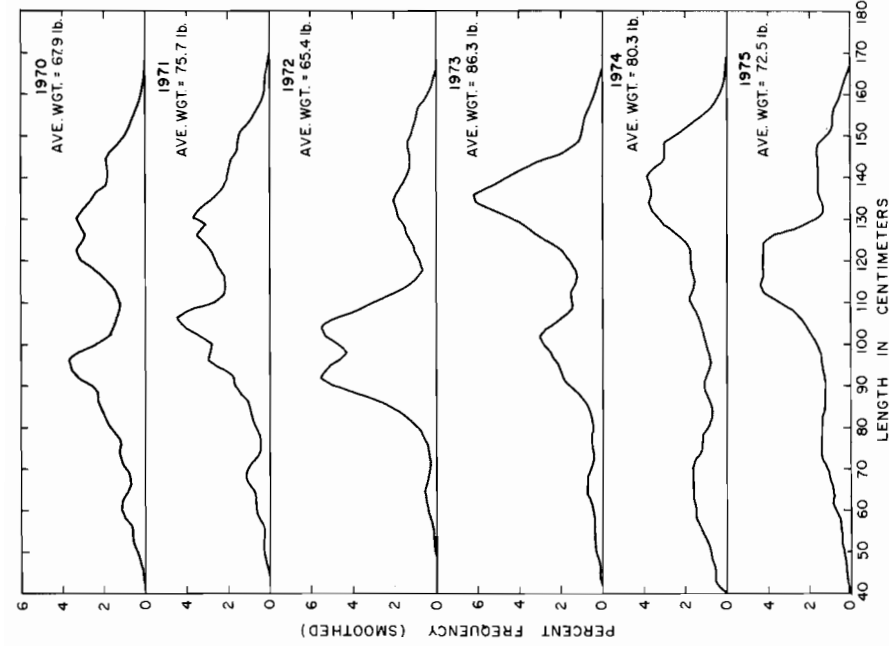


FIGURE 20. Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA, 1970-1975.

FIGURA 20. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA, 1970-1975.

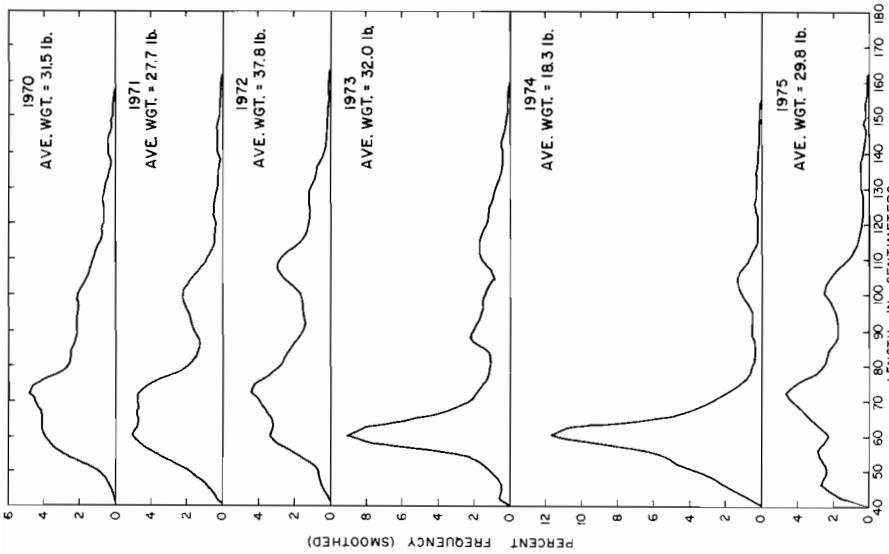


FIGURE 21. Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150° W, 1970-1975.

FIGURA 21. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado entre el límite del ARCAA y los 150°W, 1970-1975.

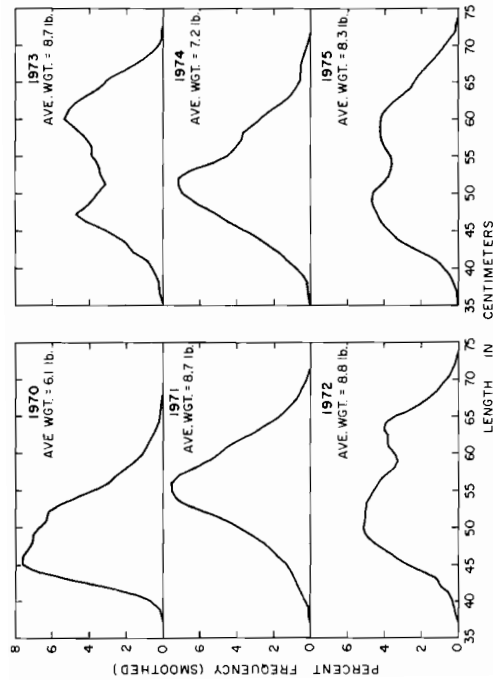


FIGURE 22. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1970-1975.

FIGURA 22. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, 1970-1975.

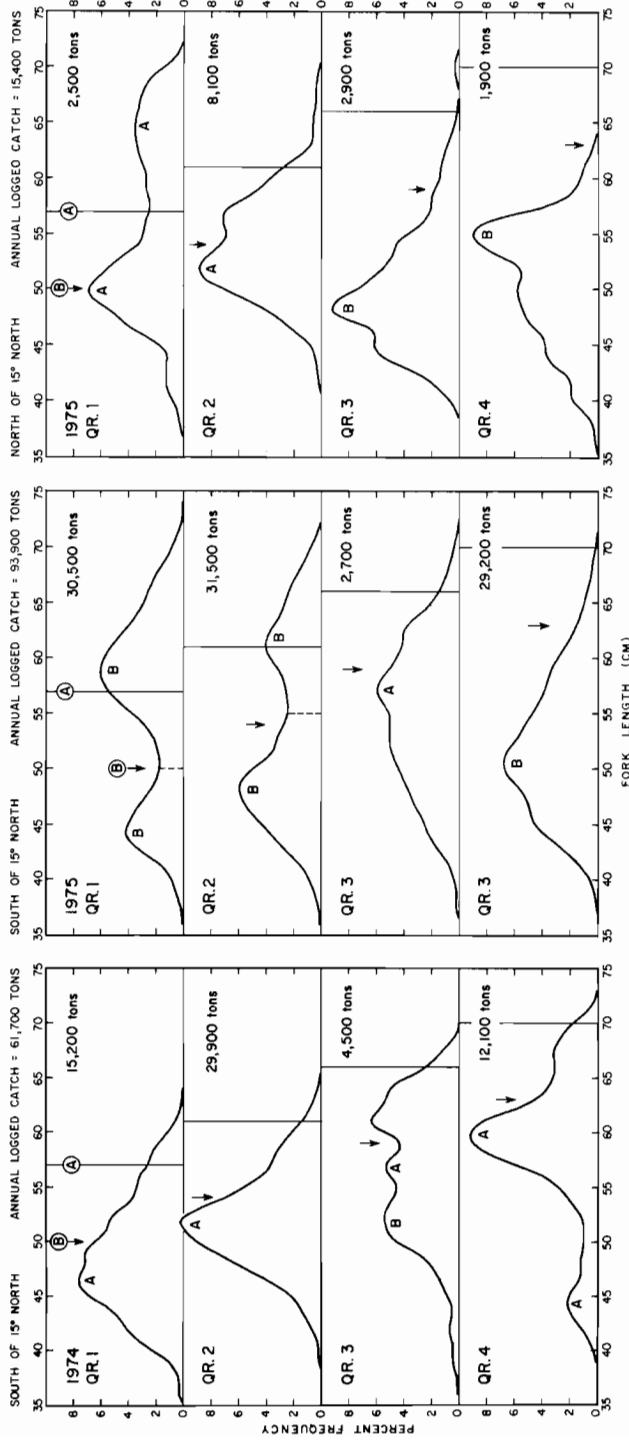


FIGURE 23. Quarterly length-frequency distributions of skipjack captured by seiners and baitboats in the Pacific Ocean east of 150° W; in 1974 south of 15° N (left panel); in 1975 south of 15° N (middle panel); and in 1975 north of 15° N (right panel).

FIGURA 23. Distribución trimestral frecuencia-talla del barrilete capturado por embarcaciones cerqueras y cliperes atuneros en el Océano Pacífico al este de los 150°W; en 1974 al sur de los 15°N (recuadro izquierdo); en 1975 al sur de los 15°N (recuadro medio) y en 1975 al norte de los 15°N (recuadro de la derecha).

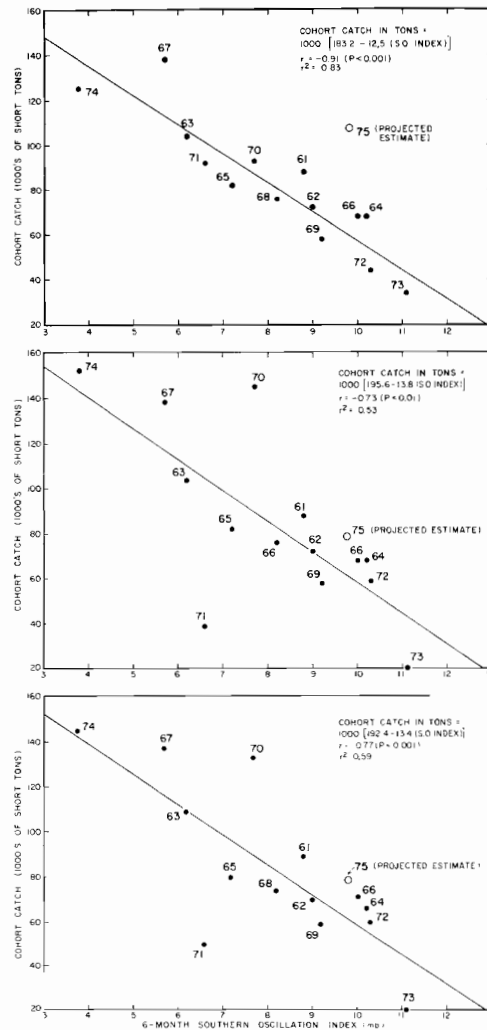


FIGURE 24. Cohort catches of skipjack by baitboats and seiners in the Pacific Ocean east of 150° W and the 6-month Southern Oscillation index two years earlier. Cohort catches have been calculated by three methods of analysis: 1) quarterly catches for all years analyzed as group A (upper panel); 2) quarterly catches in 1971, 1973 and 1975 analyzed as group B, all other years as group A (middle panel); 3) quarterly catches by areas north and south of 15° N analyzed according to dominant, A or B (lower panel). Numbers indicate cohort by year of recruitment. Regression lines are for 1961-74 cohorts.

FIGURA 24. Capturas de las cohortes de barrilete por cliperes y cerqueros al este de los 150° W en el Océano Pacífico y el índice de la Oscilación Austral de 6 meses, dos años antes. Las capturas de las cohortes han sido calculadas según tres métodos de análisis: 1) capturas trimestrales de todos los años, analizadas como del grupo A (recuadro superior); 2) capturas trimestrales en 1971, 1973 y 1975 analizadas como del grupo B, todos los demás años como del grupo A (recuadro medio); 3) capturas trimestrales por áreas al norte y sur de los 15° N analizadas de acuerdo al grupo dominante, A o B (recuadro inferior). Las cifras indican las cohortes por año de reclutamiento. Las líneas de regresión indican las cohortes de 1961-74.

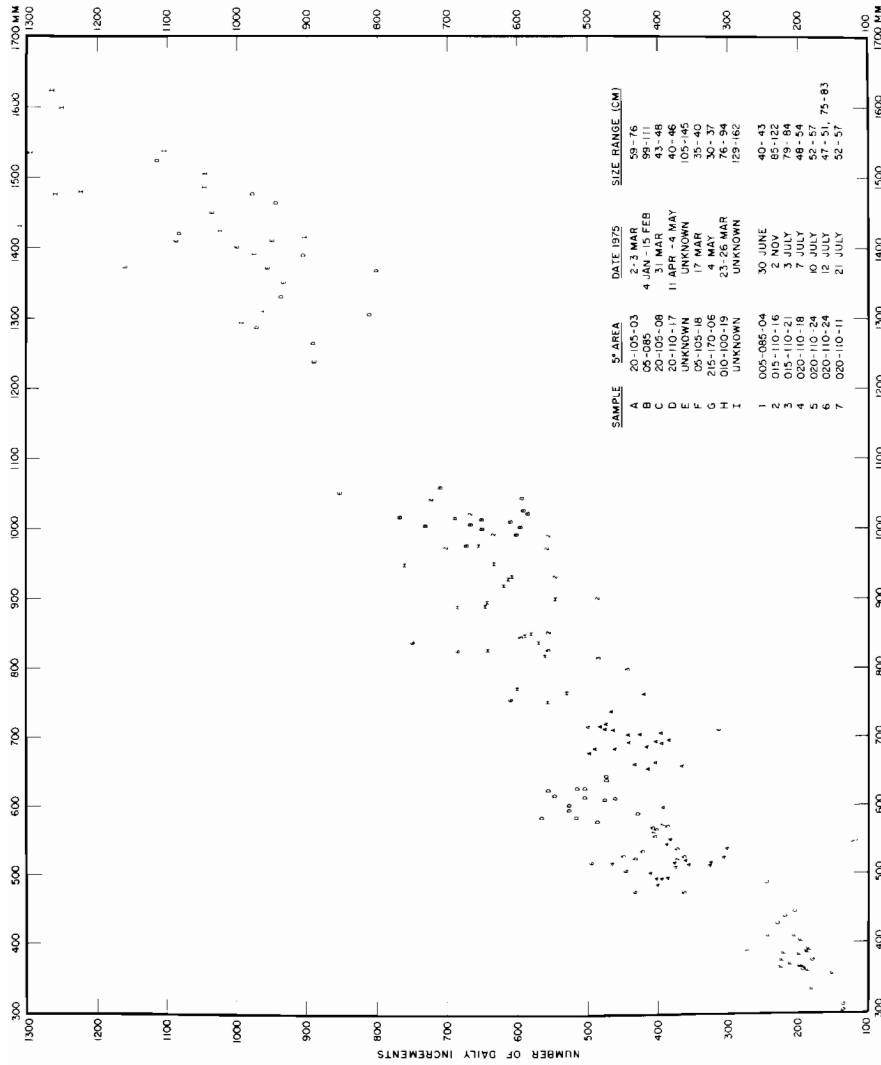


FIGURE 25. Relationship between fork length (mm) and the number of daily increments of yellowfin otoliths sampled in 1975. The letters indicate values calculated by one worker and the numbers indicate values by a second worker.

FIGURA 25. Relación que existe entre la longitud de horquilla (mm) y el número diario de incrementos de los otolitos de aleta amarilla muestreados en 1975. Las letras indican los valores calculados por un investigador y las cifras indican los valores obtenidos por otro investigador.

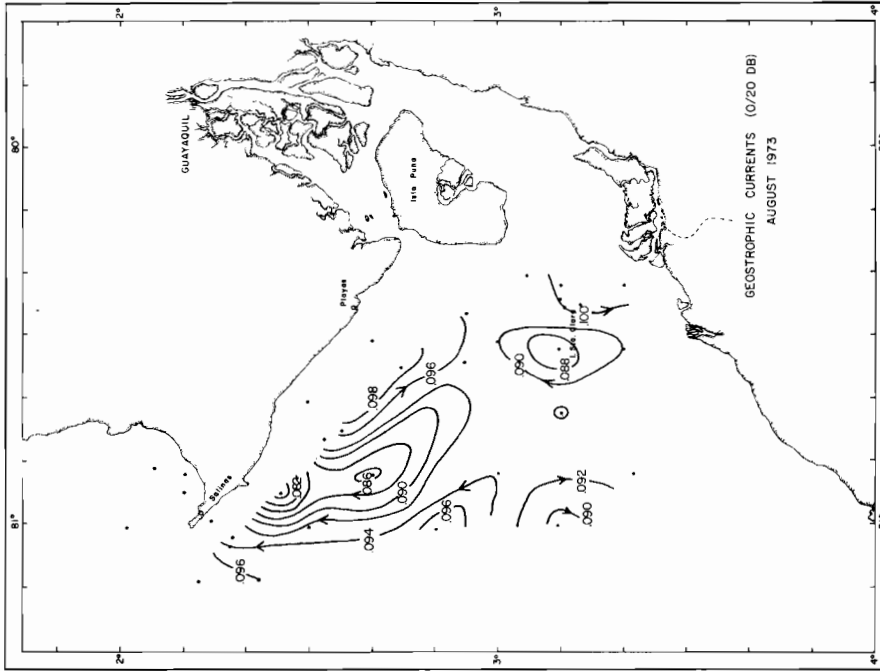


FIGURE 27. Relative surface circulation based on data from the INPE/IATTC primary production study of June 4, 1973.

FIGURA 27. Circulación relativa superficial basada en los datos del Estudio de la Producción Primaria en junio de 1973 de INPE/CIAT.

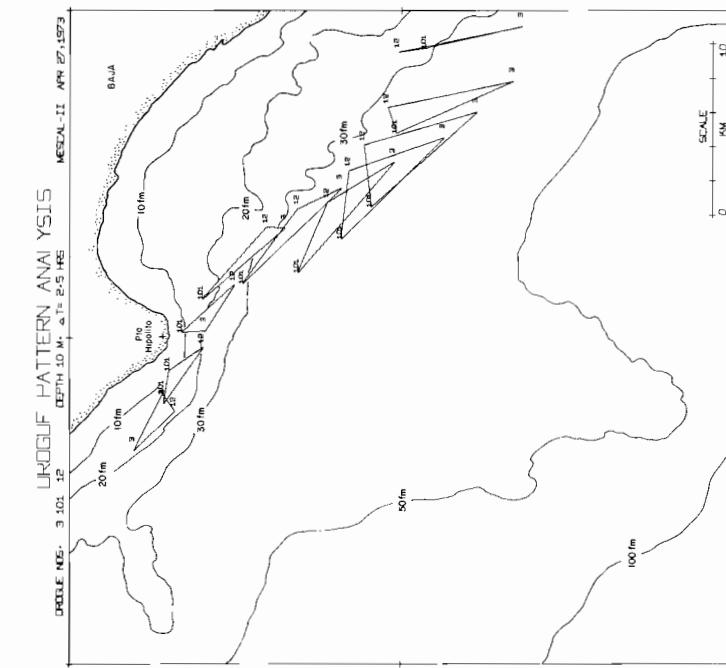


FIGURE 26. Drifting buoy positions shown as a cluster at uniform time intervals during the MESCAL-II Expedition. Change in area of triangles indicates change in divergence, change in shape indicates a change in velocity gradient in currents.

FIGURA 26. Posiciones de boyas a la deriva presentadas en grupo a intervalos uniformes de tiempo durante la Expedición MESCAL-II. El cambio del área de los triángulos indica cambio en la divergencia, el cambio en forma indica el cambio en el gradiente de velocidad de las corrientes.

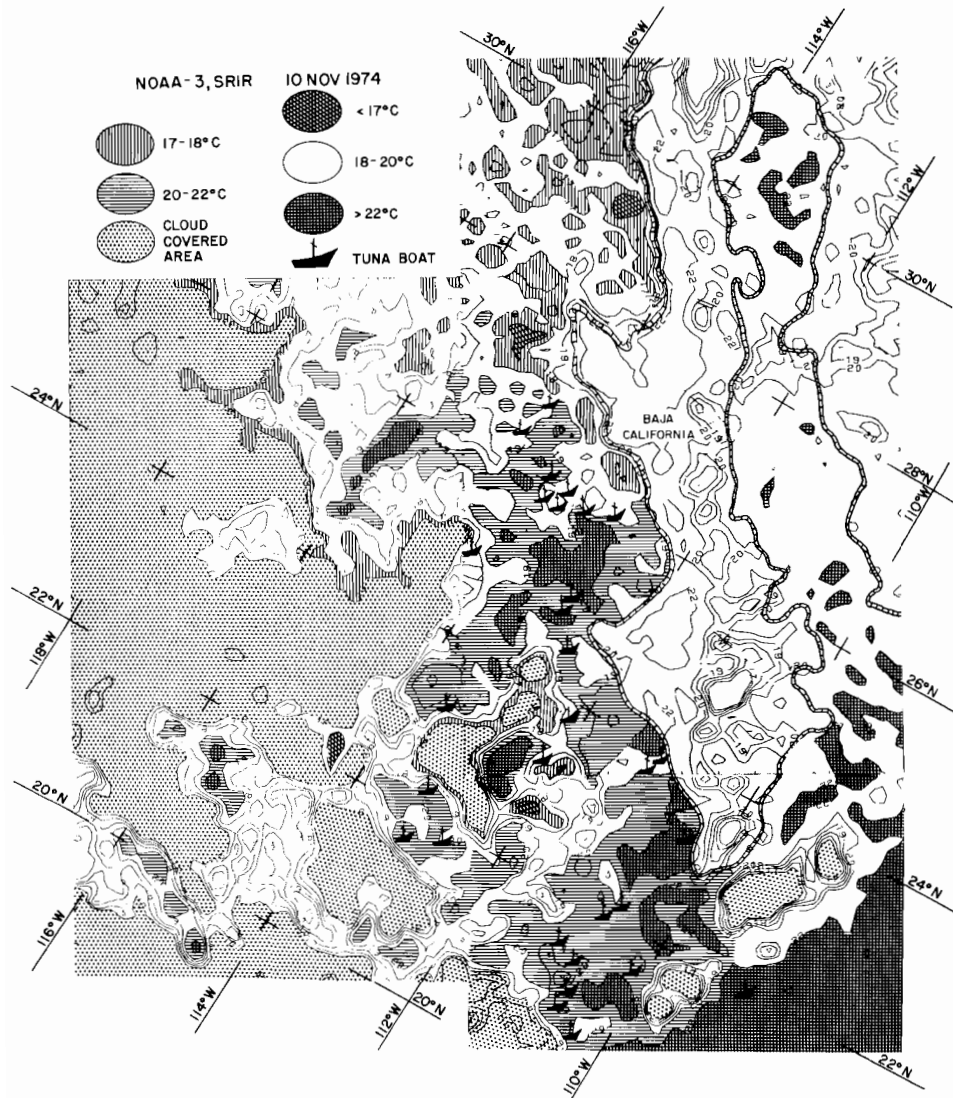


FIGURE 28. NOAA-3 SR temperature map for November 10, 1974, and fishing boats' positions.

FIGURA 28. Mapa de temperatura del RE de NOAA-3 el 10 de noviembre de 1974, y posiciones de las embarcaciones pesqueras.



FIGURE 29. NOAA-3 VHRM map, November 12, 1974, showing surface-temperature structure.

FIGURA 29. Mapa del RRMA de NOAA-3, noviembre 12 de 1974, indicando la estructura de la temperatura superficial.

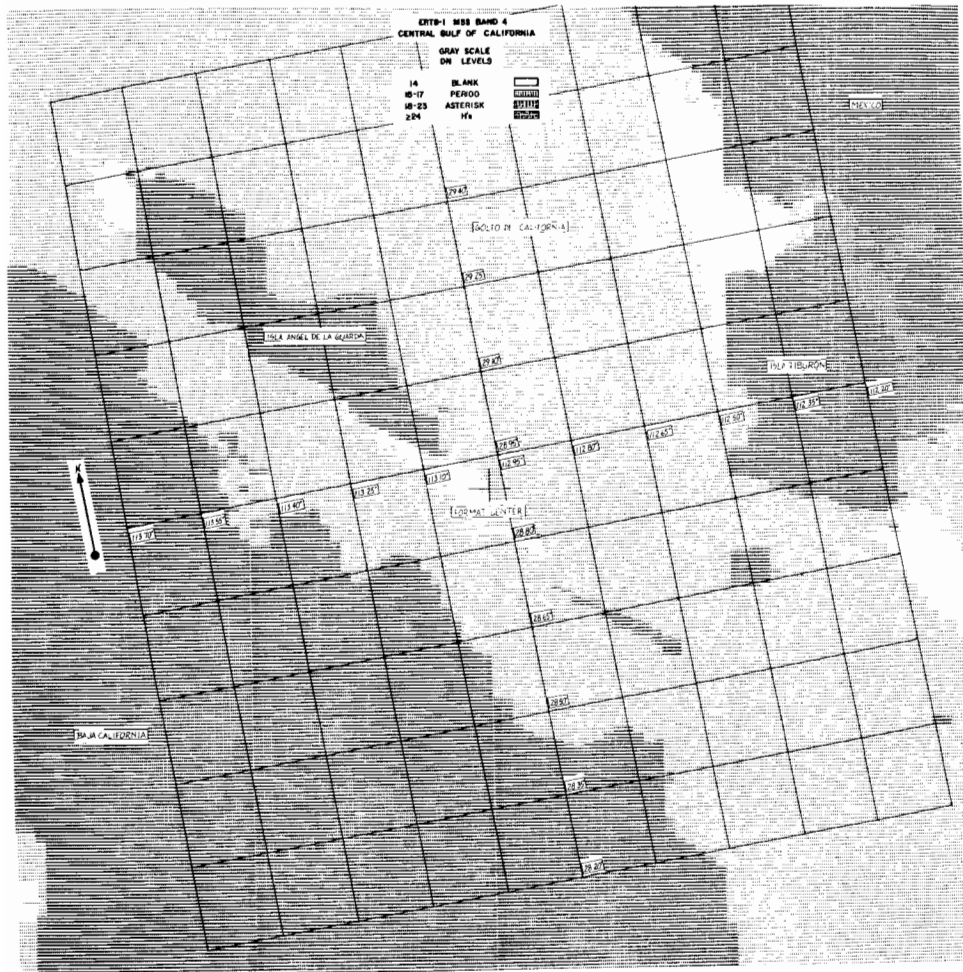


FIGURE 30. Compressed digital image, Scene 1, Band 4.

FIGURA 30. Imagen digital reducida, 1 Escena, Banda 4.

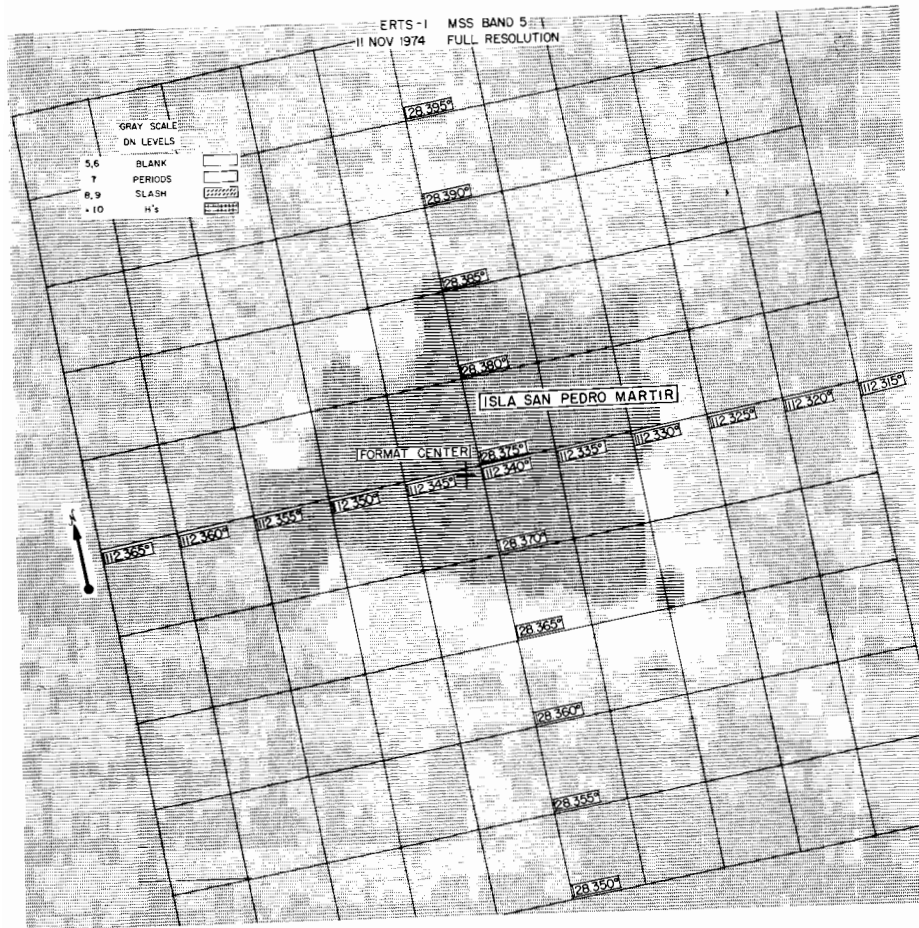


FIGURE 31. Full resolution, machine-contoured map, ERTS-1 MSS, Band 5.

FIGURA 31. Mapa de resolución completa contorneado mecánicamente, ERTS-1 MSS, Banda 5.

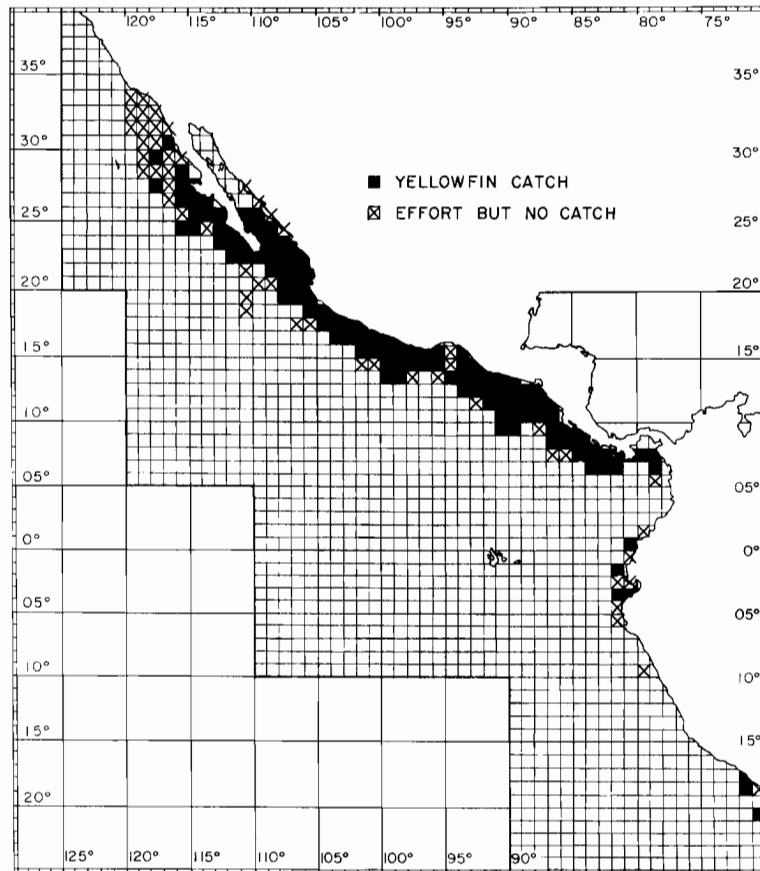


FIGURE 32. One-degree areas where yellowfin tuna were captured by purse-seine vessels during 1960.

FIGURA 32. Areas de 1 grado en las que las embarcaciones cerqueras capturaron aleta amarilla en 1960.

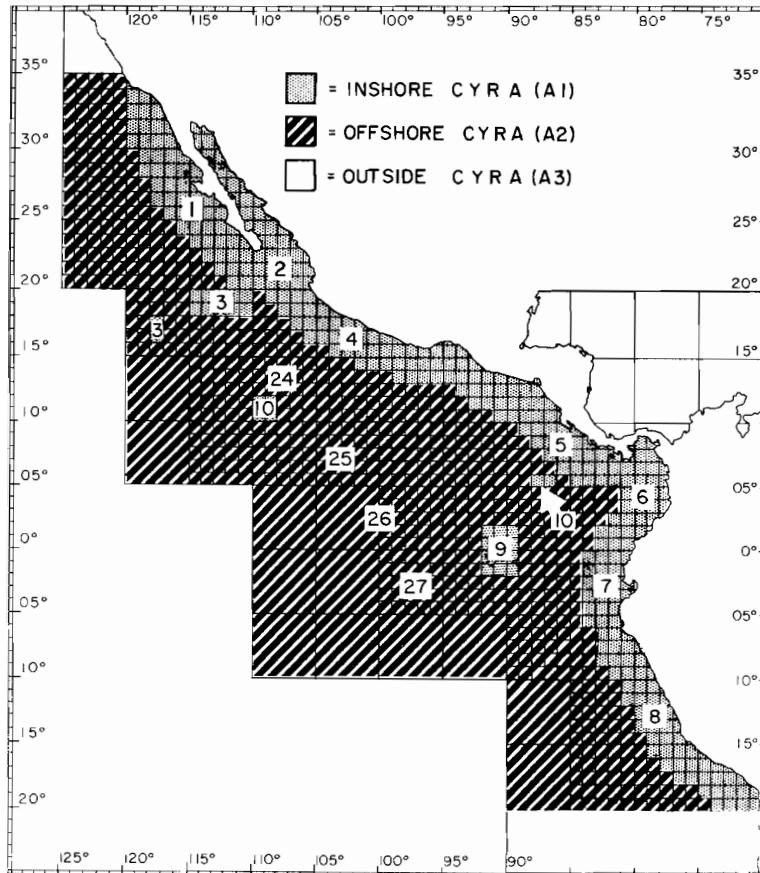


FIGURE 33. The eastern Pacific Ocean, showing Areas A1, A2, and A3. The numbers within the areas designate subareas used for size composition studies.

FIGURA 33. El Océano Pacífico oriental indicando las Areas A1, A2 y A3. Las cifras en las áreas muestran las subáreas usadas en los estudios de la composición de talla.

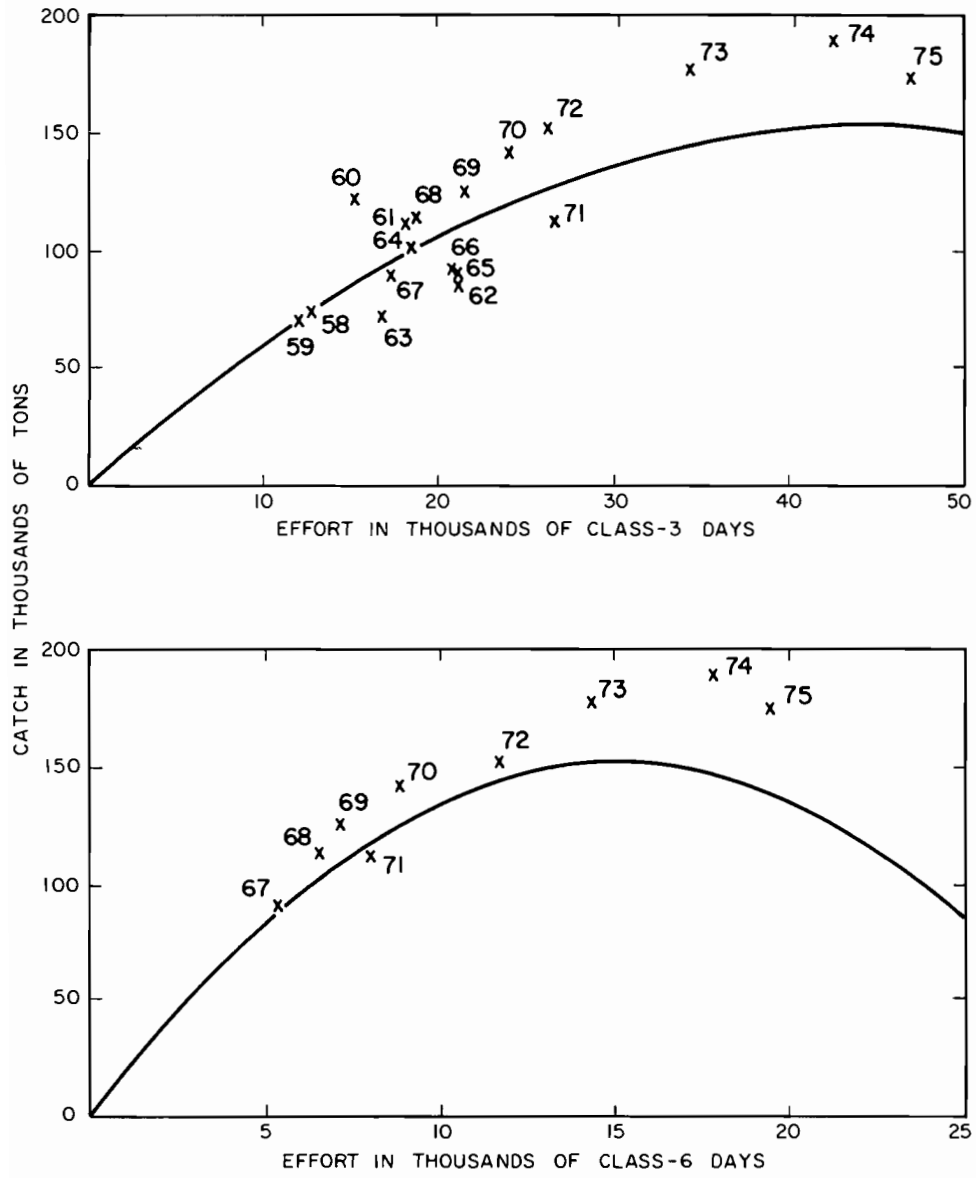


FIGURE 34. Relationships between catch and effort for the fishery for yellowfin within the CYRA.

FIGURA 34. Relación entre la captura y el esfuerzo en la pesca del aleta amarilla en el ARCAA.

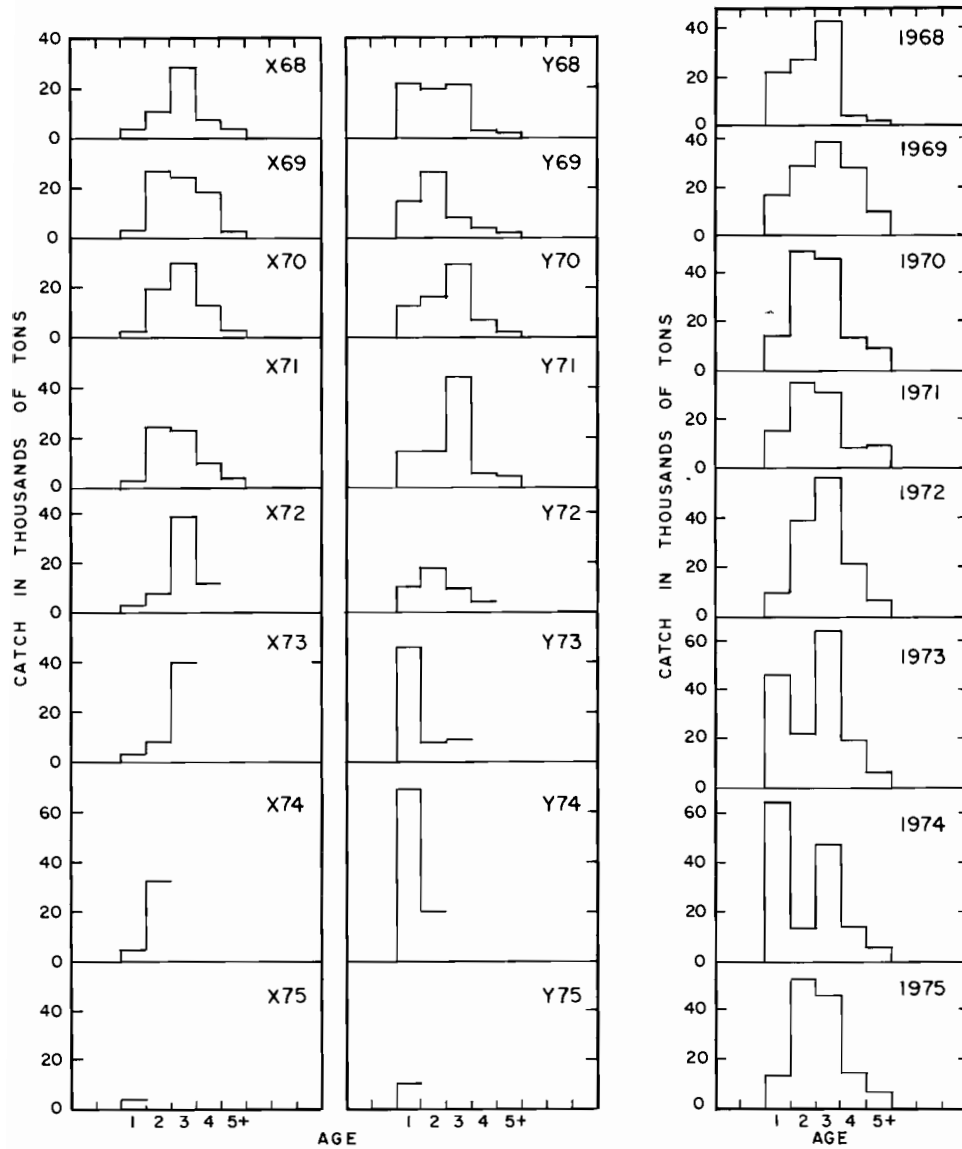


FIGURE 35. (left). Estimated weights of fish of ages 1 through 5+ in the first- and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1975.

FIGURA 35. (izquierda). Peso estimado de los peces de 1 año a 5+ en las capturas de embarcaciones cerqueras en los dos primeros trimestres de 1968 a 1975.

FIGURE 36. (right). First- and second-quarter purse-seine catches in weight from the 1968 through 1975 cohorts, ages 1 through 5+, by X and Y groups.

FIGURA 36. (derecha). Captura en peso durante los dos primeros trimestres de las cohortes de 1968 a 1975, de 1 año a 5+, por grupos X e Y.

TUNA COMMISSION

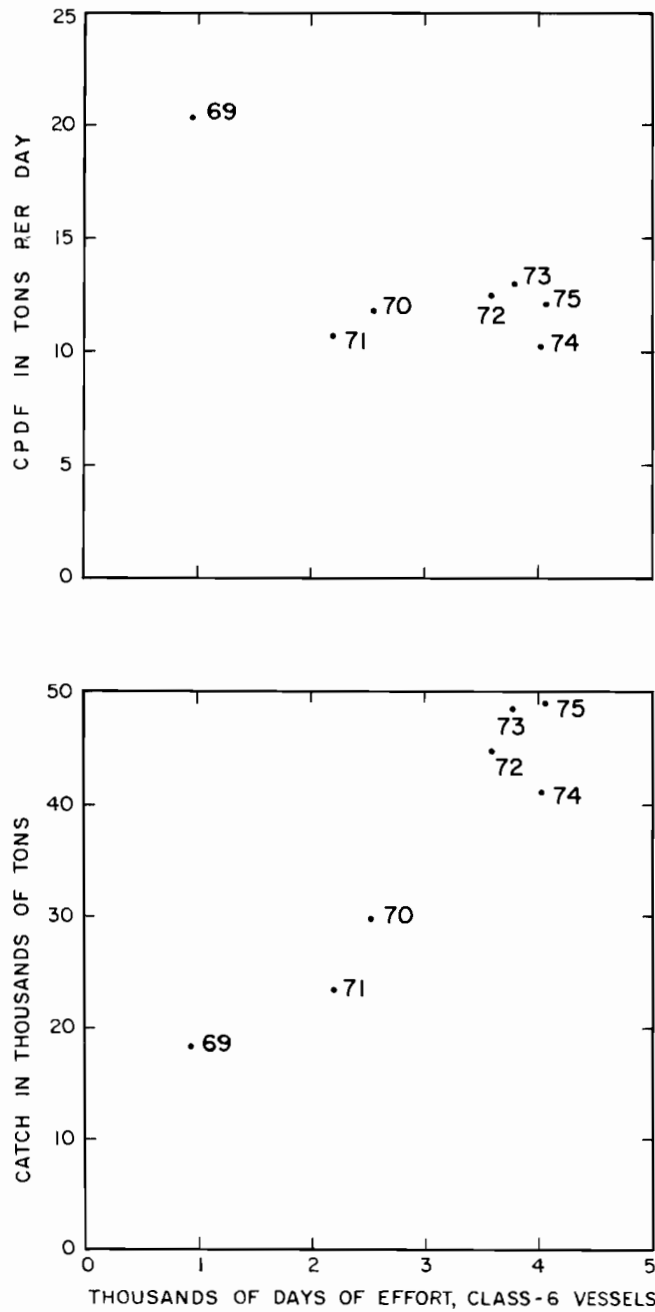


FIGURE 37. Relationships between CPSDF and effort (upper panel) and between catch and effort (lower panel) for yellowfin in the area outside the CYRA, 1969-1975.

FIGURA 37. Relación entre la CPDNP y el esfuerzo (recuadro superior) y entre la captura y el esfuerzo (recuadro inferior) para el aleta amarilla que se encuentra fuera del ARCAA. 1969-1975.

TABLE 1. Catches (1958-1975) and landings (1950-1975) of yellowfin and skipjack tuna in the CYRA and west of the CYRA, in millions of pounds. YF = yellowfin, SK = skipjack.

TABLA 1. Capturas (1958-1975) y desembarques (1950-1975) de atún aleta amarilla y barrilete en el ARCAA y al oeste de ésta en millones de libras. AA = aleta amarilla, B = barrilete.

Year Año	Total CYRA catch Capturas totales del ARCAA			Total CYRA landings Desembarques totales del ARCAA			No ident. Sin ident.	Total catch outside CYRA Captura total fuera del ARCAA		
	YF AA	SK B	Total	YF AA	SK B	Total		YF AA	SK B	Total
1950				224.8	129.3	354.1				
1951				183.7	121.1	308.5	3.7			
1952				192.2	90.8	287.5	4.5			
1953				138.9	133.7	274.2	1.6			
1954				138.6	173.7	313.8	1.5			
1955				140.9	128.0	268.9				
1956				177.0	150.3	327.3				
1957				163.0	128.3	292.6	1.3			
1958	148.4	161.1	309.5	149.9	164.9	315.2	0.4			
1959	140.5	174.1	314.6	145.6	177.6	323.0				
1960	244.3	103.0	347.3	234.2	110.5	345.4	0.7			
1961	230.9	152.7	383.6	239.8	143.1	382.9				
1962	174.1	156.8	330.9	172.5	161.4	333.9				
1963	145.5	212.2	357.7	144.3	205.1	349.4				
1964	203.9	130.6	334.5	197.7	125.2	322.9				
1965	180.1	172.2	352.3	188.7	185.9	374.6				
1966	182.3	133.1	315.4	187.9	132.4	320.3				
1967	179.3	265.0	444.3	180.8	269.8	450.6				
1968	229.2	155.4	384.6	229.1	155.3	384.4		2.4	0.0	
1969	253.0	128.4	381.4	253.4	129.2	382.6		38.4	2.0	
1970	285.4	110.9	396.3	284.3	110.4	394.6		59.6	12.8	
1971	227.0	227.7	454.7	227.6	227.8	455.4		46.7	2.3	
1972	304.9	70.3	375.2	298.9	70.4	369.3		89.5	2.5	
1973	356.5	94.7	451.2	356.6	94.7	451.3		97.6	2.9	
1974	382.6	168.0	550.6	380.7	162.8	543.5		82.2	5.6	
1975*	354.4	268.0	622.4	355.7	247.9	603.6		94.6	4.3	

*preliminary — preliminar

TABLE 2. Logged yellowfin and skipjack tuna catches, by major areas of the CYRA, in thousands of short tons 1971-1975.
TABLA 2. Capturas registradas de atún aleta amarilla y barrilete por áreas principales del ARCAA, en miles de toneladas americanas 1971-1975.

Yellowfin-Atún aleta amarilla											
Area of catch Area de captura	1971	1971	1972	1972	1973	1973	1974	1974	1975*	1975*	1975*
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	R
North of 20° N	9.4	4.9	4.1	5.3	3.0	5.9	11.4	8.4	14.6	7.2	
Al norte de los 20° N											
15° - 20° N	8.9	0.5	9.7	2.1	10.8	3.0	11.4	2.3	14.6	1.8	
10° - 15° N	13.6	1.2	23.0	1.5	18.0	1.6	50.2	4.9	24.1	1.3	
5° - 10° N	32.9	1.5	58.8	3.4	69.8	8.4	38.1	8.5	36.2	1.7	
0° - 5° N	8.8	0.2	18.1	0.8	10.4	2.1	9.8	2.8	8.7	2.0	
South of 0°	12.5	3.7	8.4	3.8	11.8	4.7	4.3	7.3	13.5	11.7	
Al sur de los 0°											
Total	86.1	12.0	122.1	16.9	123.8	25.7	125.2	34.2	111.7	25.7	
Skipjack-Barrilete											
North of 20° N	13.6	5.7	1.2	6.3	0.8	5.8	2.1	3.3	5.7	7.4	
Al norte de los 20° N											
15° - 20° N	1.2	0.3	0.4	0.1	0.6	0.6	1.6	0.6	1.7	1.3	
10° - 15° N	4.4	1.0	0.2	0.1	0.1	0.0	17.9	1.8	3.3	1.9	
5° - 10° N	20.3	4.8	3.7	0.3	6.7	4.0	19.6	7.7	11.5	5.1	
0° - 5° N	1.2	2.8	1.2	0.5	3.6	7.8	7.7	3.7	14.0	3.8	
South of 0°	32.3	4.6	4.0	5.9	4.5	0.8	1.7	4.6	20.5	20.6	
Al sur de los 0°											
Total	73.0	19.2	10.7	13.2	16.3	19.0	50.6	21.7	56.7	40.1	

NR= non-regulated — sin reglamentación

R= regulated — reglamentada

*= preliminary — preliminar

TABLE 3. Number and carrying capacity (short tons) of fishing vessels operating in the eastern Pacific Ocean by flag, gear and size class in 1975.**TABLA 3.** Número y capacidad de acarreo (toneladas americanas) de las embarcaciones pesqueras que maniobraron en 1975 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 No. total de embarcaciones	Total capacity Capacidad total
		1	2	3	4	5	6		
Bermuda	seiner					2	3	5	2,396
	cerquero								
Canada	seiner					1	5	6	5,611
Costa Rica	seiner				1	1		2	646
Ecuador	seiner		5	8	5			18	2,677
	baitboat	41		2				43	1,497
	carnada								
	bolichera	4						4	105
Mexico	seiner			3	5	6	6	20	8,709
	baitboat			2				2	270
Netherlands	seiner							2	2,436
Panama	seiner		2	1	1		5	9	6,525
Peru	seiner			3	4			7	1,666
Senegal	seiner							2	1,500
Spain	seiner							8	7,298
U.S.A.	seiner		1	13	9	7	112	142	118,611
	baitboat	3	29	22	1			55	5,483
	jig	6						6	120
France	seiner						1	1	
Japan*	seiner						1	1	
Venezuela	seiner						1	1	
Total France, Japan, Venezuela									3,750
All flags	seiner		8	28	25	17	146	224	161,825
	baitboat	44	29	26	1			100	7,250
	bolichera	4						4	105
	jig	6						6	120
Total all gear		54	37	54	26	17	146	334	169,300

CAPACITY OF VESSELS BY SIZE CLASS

CAPACIDAD DE LAS EMBARCACIONES POR CLASE DE ARQUEO

Gear-Arte	1	2	3	4	5	6	Total
Seiner		664	4,574	6,615	6,082	143,890	161,825
Baitboat	1,362	2,064	3,578	246			7,250
Bolichera	105						105
Jig	120						120
Total	1,587	2,728	8,152	6,861	6,082	143,890	169,300

*The number of Japanese longliners operating in the CYRA each month during 1975 varied between 5 and 36. Information concerning their capacity is not available.

*El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1975 fluctuó entre 5 y 36. No se dispone de la información sobre su capacidad.

TABLE 4. Catch per ton of carrying capacity by vessel size class for the international purse-seine fleet, 1972-1975.**TABLA 4.** Captura por tonelada de capacidad de acarreo por clase de arqueo de las embarcaciones de la flota internacional cerquera, 1972-1975.

Year Año	Size class Clase de arqueo	Yellowfin Aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Other species Otras especies	All species Todas las esp.
1972	3	1.62	.77	2.15	4.54
	4	1.60	.35	1.04	2.99
	5	1.53	.67	.70	2.90
	6	2.55	.22	.26	3.03
	7	2.92	.39	.08	3.39
	8	2.09	.38	.07	2.54
	9	1.63	.42	.05	2.10
	10	1.62	.54	.02	2.18
	All	2.08	.42	.30	2.80
	1973	3	1.89	.43	1.70
4		1.67	.33	.73	2.73
5		1.89	.42	.62	2.93
6		2.12	.36	.17	2.65
7		2.74	.38	.08	3.20
8		2.08	.42	.07	2.57
9		1.66	.65	.08	2.39
10		1.23	.74	.06	2.03
All		1.89	.51	.20	2.60
1974		3	2.05	.58	1.53
	4	1.96	.78	.51	3.25
	5	1.86	.63	.38	2.87
	6	1.71	.72	.14	2.57
	7	2.18	.52	.00	2.70
	8	1.43	.64	.01	2.08
	9	1.74	.73	.03	2.50
	10	1.12	.96	.04	2.12
	All	1.64	.73	.13	2.50
	1975*	3	1.92	1.35	1.93
4		1.84	1.04	1.15	4.03
5		1.79	.85	.73	3.37
6		1.76	.81	.39	2.96
7		2.04	.60	.03	2.67
8		1.12	.82	.22	2.16
9		1.50	.72	.04	2.26
10		1.06	.82	.04	1.92
All		1.48	.79	.21	2.48

*preliminary — preliminar

TABLE 5. Chi-square test of heterogeneity for blood samples of yellowfin taken from the northern and central areas of the fishery in 1974 and 1975. The homogeneous samples are marked with asterisks.

TABLA 5. Prueba del ji cuadrado de la heterogeneidad de las muestras sanguíneas del aleta amarilla capturado en las áreas norte y centrales de pesca en 1974 y 1975. Las muestras homogéneas están marcadas por asteriscos.

Sample number	Date of capture	Length range (cm)	Transferrin genotypes	Total	Transferrin A frequency	χ^2 H.W. fit	Relative composition
Número de la muestra	Fecha de captura	Fluctuación de talla (cm)	Genotipos de la trans. AA AB BB	Total	Frecuencia de la transferrina A	Prueba χ^2 de H. W.	Composición relativa
G-300	Apr. 4, 1974	53-59}	AA 113	190	.776	0.396	mix
G-301	Apr. 4, 1974	47-58}					
G-302	Apr. 7, 1974	49-60	75	136	.732	0.928	mix
G-305	Nov. 17, 1975	47-71	51	97	.712	0.902	mix
G-400*	Apr. 18, 1974	52-67	68	142	.699	0.170	homo.
G-401	Apr. 25, 1974	56-68	95	189	.714	0.259	mix
G-402*	May 13, 1974	54-69	96	194	.700	0.053	homo.
G-403	Oct. 23, 1974	56-79	91	173	.724	0.071	mix
G-404*	Oct. 29, 1974	64-93	63	123	.730	1.707	mix
G-405*	Nov. 7, 1974	65-91	34	55	.782	0.091	mix
G-406	Nov. 8, 1974	48-79	93	183	.716	0.080	mix
G-306*	Jun. 27, 1975	45-60	68	132	.701	0.831	homo.
G-307	Jul. 3, 1975	73-87	36	65	.746	0.015	mix
G-308	Jul. 7, 1975	47-60	94	175	.740	0.517	mix
G-309	Jul. 10, 1975	48-60	102	197	.726	0.417	mix
G-310*	Jul. 12, 1975	47-84	110	179	.794	1.465	mix
G-311	Jul. 18, 1975	60-93	41	74	.764	1.901	mix
G-312	Jul. 21, 1975	48-93	120	200	.778	0.137	mix
			Pooled 1974-1975	2504	.737	0.590	1 n.s.
			Total			31.230	18 $\alpha < .005$
			Heterogeneity			30.641	17 $\alpha < .005$

(H.W. = Hardy-Weinberg)

TABLE 6. Chi-square test of heterogeneity for blood samples of yellowfin taken from off Ecuador in 1974 and 1975. The homogeneous samples are marked with asterisks.

TABLA 6. Prueba del ji cuadrado de la heterogeneidad de las muestras sanguíneas del aleta amarilla capturado frente al Ecuador en 1974 y 1975. Las muestras homogéneas están marcadas con asteriscos.

Sample number	Date of capture	Length range (cm)	Transferrin genotypes AA AB BB	Total	Transferrin A frequency	χ^2 H.W. fit	Relative composition
Número de la muestra	Fecha de captura	Fluctuación de talla (cm)	Genotipos de la trans. AA AB BB	Total	Frecuencia de la transferrina A	Prueba χ^2 de H.W.	Composición relativa
G-501*	May 18, 1974	57-77	82	176	.699	2.013	homo.
G-502*	May 23, 1974	54-59	66	156	.657	0.229	homo.
G-503	Jul. 8, 1974	58-68	91	154	.750	3.535	mix
G-504	Jul. 9, 1974	59-68	89	156	.746	0.479	mix
G-505	Sep. 26, 1974	54-70	109	186	.750	3.127	mix
G-506	Oct. 2, 1974	64-72	97	187	.717	0.125	mix
G-507	Oct. 28, 1974	60-74	107	197	.747	1.685	mix
G-508	Oct. 29, 1974	56-71	105	194	.737	0.023	mix
G-509	Nov. 30, 1974	67-79	65	131	.710	0.186	mix
G-510	Dec. 1, 1974	63-76	108	197	.744	0.125	mix
G-520	Jan. 11, 1975	69-81	117	200	.772	0.893	mix
G-521	Jan. 15, 1975	64-78	91	200	.670	0.152	homo.
G-522	May 13, 1975	55-62	107	195	.755	0.369	mix
G-523*	May 17, 1975	52-65	124	200	.780	0.914	homo.
G-524	May 29, 1975	101-124	96	200	.693	0.001	homo.
G-525*	Aug. 1, 1975	36-45	121	198	.778	0.253	homo.
G-526	Aug. 24, 1975	40-50	97	198	.700	0.002	homo.
G-527	Sep. 20, 1975	42-52	106	195	.746	0.940	mix
G-528	Sep. 28, 1975	88-110	114	198	.754	0.520	mix
Pooled 1974-1975				3362	.733	0.059	n.s.
Total						56.458	$\alpha < .005$
Heterogeneity						56.399	$\alpha < .005$
							d.f.
							1
							37
							36

(H.W. = Hardy-Weinberg)

TABLE 7. Morphological characteristics of selected scombrids and their variations compared to corresponding variations in size and preferred habitat, where known.

TABLA 7. Características morfológicas de escómbridos seleccionados y sus variaciones, comparadas a las variaciones correspondientes en talla y hábitat preferido, cuando se conoce.

Species or groups Especies o grupos	Red muscle configuration Configuración de los músculos rojos	Complete dorsal aorta Aorta dorsal completa	Developed heat exchangers) Desarrollo del compensador(es) de calor	Lateral cutaneous arteries and veins (each side) Arterias y venas laterales cutáneas (a cada lado)	Preferred temperature range if known Grado preferido de temperatura si se conoce	Habitat and relative size Hábitat y talla relativa
Mackerels Caballas	primitive lateral wedge músculo esfenoide	yes si	none ninguno	none ninguno	temperate or tropical templada o tropical	coastal zones-neritic small to medium zonas costeras-neríticas pequeña a mediana
<i>Sarda</i> spp.	deeply situated lateral wedge músculo esfenoide lateral colcado profundamente	yes si	none ninguno	none ninguno	temperate or tropical templada o tropical	coastal to pelagic medium costero a pelágico mediana
<i>Auxis</i> spp.	internalized interno	yes si	central only solo central	one only, complete epaxial portion solo una, porción completa epaxial	tropical tropical	coastal to pelagic small costero a pelágico pequeña
<i>Euthynnus</i> spp.	internalized with lateral extension interno con extensión lateral	yes si	central and uno lateral	one only, complete epaxial portion solo una, porción completa epaxial	tropical tropical	coastal to pelagic medium costero a pelágico mediana
<i>Katsuwonus pelamis</i>	internalized interno	yes si	central and two lateral y dos laterales	paired, epaxial and hypaxial with lateral heat exchangers pareadas, epaxial e hipaxial con compensadores de calor laterales	15 C - 29 C 15 C - 29 C	pelagic migrator medium migradores pelagicos mediana
<i>Thunnus tonggol</i> <i>T. atlanticus</i>	internalized but contiguous with lateral surface interno pero inmediato a la superficie lateral	yes si	central and two lateral central y dos laterales	paired, epaxial and hypaxial with lateral heat exchangers pareadas, epaxial e hipaxial con compensadores de calor laterales	25 C to 32 C 25 C a 32 C	neritic-continental shelf medium neritico-plataforma continental mediana
<i>T. albacares</i>					23 C to 32 C 23 C a 32 C	pelagic large pelágico grande
<i>T. obesus</i>	internalized and not contiguous with lateral surface interno pero no inmediato a la superficie lateral	diminished reducida	two lateral dos laterales	paired as above pareadas como la anterior	11 C to 15 C 11 C a 15 C	deep pelagic large pelágico profundo grande
<i>T. alalunga</i>	deeply internalized and small profundamente interno y pequeño	no no	two lateral dos laterales	paired and long pareadas y largas	14 C to 18 C 14 C a 18 C	pelagic migrator large migrador pelágico grande
<i>T. thynnus thynnus</i>	deeply internalized and large profundamente interno y grande	no no	two lateral dos laterales	paired and long pareadas y largas	5 C to 30 C 5 C a 30 C	pelagic migrator very large migrador pelágico muy grande
<i>T. thynnus orientalis</i>					temperate templada	pelagic migrator large migrador pelágico grande
<i>T. maccoyii</i>					5 C to 17 C 5 C a 17 C	South Polar Sea large Oceano Antártico grande

TABLE 8. The biochemical relationships of the six generic groups examined electrophoretically are shown. The label "bands" indicates the number of identified enzymes which were encountered in the pair-wise comparisons. "New products" indicates the number of bands which had no comparable counterpart in the comparison. The "% difference" indicates the proportion of unique or different bands between the two groups when only comparable pairs are evaluated. The "% common" indicates the proportion of shared bands of those that are comparable. No new products are included in these two calculations. The higher the number in "% common", the greater the similarity of the species.

TABLA 8. Se presentan las relaciones bioquímicas de los seis grupos genéricos examinados electroforéticamente. Las siguientes inscripciones indican: "bands" el número de enzimas identificadas en comparaciones pareadas; "new products" el número de bandas que no tienen contraparte en la comparación; "% difference" la proporción de bandas únicas o diferentes entre los dos grupos cuando se calculan solo pares comparables; "% common" la proporción de bandas repartidas que son comparables. No se incluyen productos nuevos en estos dos cálculos. Cuanto más alto sea el número en el "% common", es mayor la similitud de las especies.

	<i>Thunnus</i>	<i>Katsuwonus</i>	<i>Euthynnus</i>	<i>Sarda</i>	<i>Scomberomorus</i> <i>cavalla</i>	<i>S.</i> <i>concolor</i>	<i>Scomber</i>
<i>Scomber</i>							
bands	21	22	21	19	—	21	—
new products	3	5	7	3	—	6	—
% difference	100	100	93	93	—	93	—
% common	0	0	7	7	—	7	—
<i>S. cavalla</i>						(2)	
bands	29	23	22	24	—	20	21
new products	10	10	4	4	—	1	6
% difference	90	85	83	75	—	42	93
% common	10	15	17	25	—	58	7
<i>Sarda</i>							
bands	19	22	20	—	24	—	19
new products	3	7	4	—	4	—	3
% difference	80	87	69	—	75	—	93
% common	20	13	31	—	25	—	7
<i>Euthynnus</i>							
bands	26	22	—	20	22	—	21
new products	9	3	—	4	4	—	7
% difference	64	42	—	69	83	—	93
% common	36	58	—	31	17	—	7
<i>Katsuwonus</i>							
bands	36	—	22	22	23	—	22
new products	7	—	3	7	10	—	5
% difference	61	—	42	80	85	—	100
% common	39	—	58	20	15	—	0

TABLE 9. Cohort catches of skipjack by baitboats and seiners in the Pacific Ocean east of 150°W calculated by three methods of analysis: 1) quarterly catches for all years analyzed as group A; 2) quarterly catches for 1971, 1973 and 1975 analyzed as group B, all other years as group A; 3) quarterly catches by areas north and south of 15°N analyzed according to dominant group A or B (in thousands of short tons).

TABLA 9. Capturas de la cohorte de barrilete por cliques atuneros y cerqueros en el Océano Pacífico oriental al este de los 150°W, calculadas por los tres métodos de análisis: 1) capturas trimestrales de todos los años, analizadas como grupo A; 2) capturas trimestrales de 1971, 1973 y 1975, analizadas como grupo B, todos los demás años como grupo A; 3) capturas trimestrales por las áreas norte y sur de los 15°N, analizadas de acuerdo al grupo dominante A o B (en miles de toneladas americanas).

Year Edad	All ages Todas las edades	METHOD 1 — METODO 1			Group Grupo	METHOD 2 — METODO 2			METHOD 3 — METODO 3		
		Age 1+ Edad 1+	Age 2+ Edad 2+	Cohort* Cohorte*		Age 1+ Edad 1+	Age 2+ Edad 2+	Cohort* Cohorte*	Age 1+ Edad 1+	Age 2+ Edad 2+	Cohort* Cohorte*
1955	64	59	5	70				51		13	73
56	75	64	11	70				53		22	60
57	64	58	6	66				57		7	76
58	81	73	8	76				62		19	67
59	87	84	3	90				82		5	90
60	52	46	6	48				73		8	47
61	76	74	2	87				73		3	89
62	78	65	13	72				62		16	70
63	106	99	7	104				98		8	109
64	65	60	5	68				54		11	66
65	86	78	8	83				74		12	80
66	67	62	5	68				61		6	71
67	132	126	6	138				122		10	137
68	78	66	12	77				63		15	74
69	65	54	11	58				54		11	59
70	62	58	4	93				57	145	5	133
71	114	79	35	91	A	58	4	38		76	50
72	37	25	12	45	B	27	87	25	39	12	60
73	48	28	20	33	A	25	12	19	59	13	19
74	87	82	5	124	B	14	34	13	19	35	19
75	134**	92**	42**		A	82	5	81	151	6	144
					B	65**	69**	71**		63**	

* — Cohorts are identified by year of recruitment shown in the first column; cohort catch is calculated by adding the catch of age 2+ fish in one year to that of age 1+ fish in the preceding year. ** — Preliminary value.

* — Las cohortes se identifican por año de reclutamiento indicadas en la primera columna; la captura de la cohorte se calcula al agregar en un año la captura de los peces de edad 2+ a la de los peces de edad 1+ del año anterior. ** — Valor preliminar.

TABLE 10. Predictions of cohort catches of skipjack calculated by different methods: 1) annual catches analyzed as group A; 2) annual catches for 1971, 1973 and 1975 analyzed as group B, all others as group A; 3) quarterly catches by areas north and south of 15°N analyzed according to dominant group (A or B).

TABLE 10. Pronósticos de las capturas de la cohorte de barrilete, calculadas por diferentes métodos: 1) capturas anuales analizadas como grupo A; 2) capturas anuales de 1971, 1973 y 1975 analizadas como grupo B, todas las demás como grupo A; 3) capturas trimestrales por áreas norte y sur de los 15°N, analizadas de acuerdo al grupo dominante (A o B).

Regression cohorts (years) Cohortes de regresión (años)	S.O.* index (mb.) Índice de la O.A. (mb.)	Predicted cohort (year)** Cohorte pronosticada (año)**	METHOD 1 — METODO 1		METHOD 2 — METODO 2		METHOD 3 — METODO 3	
			Estimated predicted actual (1000's short tons)	Estimated predicted actual (1000's short tons)	Estimated predicted actual (1000's short tons)	Estimated predicted actual (1000's short tons)	Estimated predicted actual (1000's short tons)	Estimated predicted actual (1000's short tons)
1961-73	3.8	1974	144 high alta	124	137 high alta	151	139 high alta	144
1961-74	9.8	1975	61 low baja	92+***	61 low baja	65+***	61 low baja	63+
1961-74	8.6	1976	76 average promedia		77 average promedia		77 average promedia	

* — 6-months Southern Oscillation index 2 years before cohort year.

** — Year of recruitment.

*** — The values indicate tonnage of younger fish only; the *plus* sign indicates older fish yet to be captured in 1976.

* — Índice de la Oscilación Austral de 6 meses, 2 años antes que el año de la cohorte

** — Año de reclutamiento

*** — Los valores indica solo el tonelaje de peces jóvenes; el signo de *más* indica los peces más viejos que aún se han de capturar en 1976.