
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1976

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

La Jolla, California

1977

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	7
COMMISSION MEETINGS.....	7
ADMINISTRATION.....	15
Budget.....	15
Financial statement.....	15
Inter-agency cooperation.....	18
Field offices.....	19
PUBLICATIONS AND REPORTS.....	19
THE FISHERY IN 1976.....	21
Résumé.....	21
Statistics of catch and landings.....	22
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean.....	24
RESEARCH IN 1976.....	25
Abundance of tunas and success of fishing.....	25
Population structure and migrations.....	30
Other aspects of tuna biology.....	40
Oceanography and tuna ecology.....	48
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1976 AND OUTLOOK FOR 1977.....	52
Yellowfin.....	52
Skipjack.....	63

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	66
REUNIONES DE LA COMISION.....	66
ADMINISTRACION.....	75
Presupuesto.....	75
Declaración financiera.....	75
Colaboración entre entidades afines.....	78
Oficinas regionales.....	79
PUBLICACIONES E INFORMES.....	79
LA PESCA EN 1976.....	81
Resumen.....	81
Estadísticas de captura y desembarque.....	82
La flota atunera del Océano Pacífico oriental.....	84
INVESTIGACION EN 1976.....	86
Abundancia de atunes y resultados de pesca.....	86
Estructura de población y migración.....	91
Otros aspectos de la biología atunera.....	103
Oceanografía y ecología atunera.....	111
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1976 Y PERSPECTIVAS PARA 1977.....	116
Atún aleta amarilla.....	116
Barrilete.....	128
<hr/>	
APPENDIX I — APENDICE I	
STAFF — PERSONAL.....	130
APPENDIX II — APENDICE II	
FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS.....	134

**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1976**

**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 1976**

COSTA RICA

Virgilio Aguiluz1950-1965
José L. Cardona-Cooper1950-
Victor Nigro1950-1969
Fernando Flores B.1958-
Milton H. López G.1965-
Eduardo Beeche T.1969-1971
Francisco Terán Valls1971-

UNITED STATES OF AMERICA

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

PANAMA

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

MEXICO

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

CANADA

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

JAPAN

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

FRANCE

Serge Garache1973-
Robert Letaconnoux1973-
René Thibaudau1976-

NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla .1973-
Antonio Flores Arana1973-1976
José B. Godoy1976-

*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

**ANNUAL REPORT OF THE
INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1976**

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 intention 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 26th 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 1976 the Commission's staff had published 110 bulletins, 164 articles in outside journals, and 25 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 its 33rd meeting in Managua, Nicaragua, during October 11-14. Each member country, except France, was represented by one or more of its regular commissioners. In addition, there were advisors from several of the member countries and observers from Chile, the Republic of China, Colombia, Ecuador, El Salvador, France, the Republic of

Korea, Peru, Spain, Venezuela, and the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT).

The following agenda was approved by the Commission at the outset of the meeting and followed closely throughout the session:

1. Opening of the Meeting
2. Consideration and Adoption of Agenda
3. Review of Current Research
4. The 1976 Fishing Year
5. Condition of the Yellowfin Stock and the Quota for 1977
6. Discussion of Present System of Closing the Fishery
7. The Porpoise-Tuna Relationship and Associated Problems
8. Recommended Research Program and Budget for FY 1978/1979
9. Place and Date of Next Meeting
10. Election of Officers
11. Other Business
12. Adjournment

The Commission took the following actions*:

- (1) Agreed to the continuation of the experimental fishing program in 1977, with a quota of 175,000 short tons of yellowfin tuna for the Commission's yellowfin regulatory area (CYRA), but authorized the Director of Investigations to increase this limit in two successive increments if in his opinion this action would not endanger the stock of yellowfin tuna. The first increment would be 20,000 short tons and the second 15,000 short tons.
- (2) Agreed that if the annual catch rate is projected to fall below 3 tons per standard days fishing, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA would be curtailed so as not to exceed the then current estimate of the equilibrium yield.
- (3) Agreed that the Commission staff undertake a comprehensive technical review of all existing information pertaining to the tuna-porpoise problem, and prepare a detailed proposal for porpoise research by the Commission.
- (4) Agreed that the Commission will convene a special meeting at a time and place to be determined, in order to review the Commission's proposal for porpoise research.
- (5) Agreed to a proposed budget of \$1,230,224 for fiscal year 1978/1979.
- (6) Agreed to hold the next regular meeting of the Commission in San José, Costa Rica, from October 17-21, 1977.

*France subsequently gave her approval to these actions via telegram.

- (7) Agreed that Costa Rica should choose one of its Commissioners as Chairman for 1977, and elected Mr. Wilvan G. Van Campen (U.S.A.) as Secretary.
- (8) Passed the following resolution for the conservation of yellowfin tuna:

RESOLUTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission

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

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

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

Concludes that it is desirable to continue during 1977 the experimental fishing program of yellowfin tuna, and

Taking note of the resolution from the 20th 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 1977 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 if he concludes from re-examination of available data that such increase will offer no substantial danger to the stock. The first such increase shall be in the amount of 20,000 short tons and the second in the amount of 15,000 tons;
- b) that if the annual catch rate is projected to fall below 3 short tons per standard day's fishing, measured in purse-seine units adjusted to levels of gear efficiency previous to 1962, as estimated by the Director of Investigations, the unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA shall be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield and shall be closed on a date to be fixed by the Director of Investigations.

2) Reserve a portion of the annual yellowfin tuna quota for an allowance for incidental catches of tuna fishing vessels when fishing in the CYRA for species normally taken mingled with yellowfin tuna after the closure of the unrestricted fishing for yellowfin tuna. The amount of this portion should be determined by the 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, 1977, 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 1977 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, 195,000 or 210,000 short tons, if the Director of Investigations so determines that such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special allowances provided for in Items 7, 9, 10 and 11 below, such date to be determined by the Director of Investigations.

5) Given a level of fishing effort in 1977 similar to that of 1976, the closure date of the open season in 1977 is expected to be approximately the same as that in 1976, 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, 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. The following provisions shall apply for the year 1977 only, and shall not establish a precedent for future years for other countries.

- a) In the case of Costa Rica, this 6,000 short tons of yellowfin tuna may be taken by its vessels of up to 1,100 short tons of carrying capacity, on the understanding that the government of Costa Rica will inform the Commission of the date on which these vessels start fishing.
- b) In the case of Nicaragua, up to 4,000 of this 6,000 short tons of yellowfin tuna may be taken by two (2) of its vessels with carrying capacities of up to 1,800 short tons each, on the understanding that the government of Nicaragua will inform the Commission of the date on which these vessels start fishing.
- c) In the case of Panama, up to 3,000 of this 6,000 short tons of yellowfin tuna may be taken by its vessels of more than 400 tons of carrying capacity, on the understanding that the government of Panama will inform the Commission of the date on which these vessels start fishing.

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

9) Permit, during the closed season for 1977, 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 1976 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 1977 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 1977 only, the above provision will apply to six new vessels which Mexico incorporated into its fleet during the 1976 fishing season and which will present special problems of operation.
- 10) Permit during 1977 only, 1,000 short tons of yellowfin tuna to be taken during the closed season by a vessel or vessels of the United States of America for continued research on the reduction of accidental porpoise mortality.
- 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 1977 reaches 1,000 short tons.

12) For 1977 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 1976 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 1977 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 1978, 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 flags.
 - b) Assure that the activities of their flag vessels fishing tuna in the eastern Pacific Ocean during the closed season established by the Commission 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 16565.0-12421.0 or 8281.2 KHZ each time that they enter or leave the CYRA;
 - 3) For those vessels which fish within as well as outside of the CYRA in the same trip during a closed season applicable to those 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 flag before the vessel moves its fishing operations to an area inside or outside of the CYRA, as the case may be.
 - c) Inspect or make arrangements for inspection, if bilateral agreements are established, of all the unloadings and transshipments of tuna by vessels of its flag that are fishing for tuna in the CYRA during the closed season applicable to that vessel. The member countries which permit such unloadings or transshipments within 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 thirtieth meeting, held in Ottawa, Canada, in 1974, the Commission unanimously approved the research program for fiscal year 1976-1977 presented by the Director of Investigations, as well as the estimated budget of \$1,128,950 to carry it out. This amount represented a \$232,618 increase over funds actually received from the member countries for fiscal year 1975-1976. All of this increase is budgeted for a special skipjack tagging project in the Marquesas Islands which is designed to continue on into fiscal year 1977-1978. In October 1976 the Commission learned that it will be funded for the full amount of its request in fiscal year 1976-1977.

Since most (85 to 90%) Commission funds come from the U.S.A., in accordance with the amount of tuna utilized, the Commission at its inception found it convenient to adopt the same fiscal year (July to June 30) as that country. However, in 1976 the U.S. Government decided to adopt a fiscal year of October 1 to September 30. The member countries of the IATTC were polled by mail in mid-1976 to learn whether they would agree to a similar change in the Commission's fiscal year. Since no objection was made, the Commission has adopted a fiscal year of October 1 to September 30 beginning in 1976. Commission operations in the transitional quarter (July 1, 1976 to September 30, 1976) were funded by special allotments from the member countries totaling \$264,506.

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 account's report were sent to the Chairman and to the Depository Government (U.S.A.) A summary of the year-end account for fiscal year 1975-1976 is shown below:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Sources and Disposition of Funds

1 July 1975 to 30 June 1976

U. S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance (including unliquidated obligations)* July 1, 1975	\$ 149,911.47
U. S. A.	1,004,000.00
Mexico	3,988.00
Canada	31,173.00
Japan	20,097.00
Costa Rica	9,510.82
Panama	500.00
France	5,063.00
Nicaragua	
Other receipts	26,934.86
TOTAL	\$1,251,178.15

*The unexpended balance includes \$94,240.91 of unpaid commitments.

Disposition of Funds

Advances	\$ 33,553.37
Project expenditures	
1) By project	
A. Administrative expenses	\$150,293.48
B. Research on bait species	—
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	174,420.42
D. Tuna biology	398,139.74
E. Oceanography	34,128.91
F. Tuna tagging	191,157.23
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	44,746.17
2) By budget object	
01—Salaries	\$573,886.14
02—Travel	69,472.40
03—Transportation of things	9,435.57
04—Communications	7,051.61
05—Rents and utilities	1,194.00
06—Printing and binding	20,120.40
07—Contractual services	166,764.77
08—Supplies and materials	17,083.59
09—Equipment	18,776.29
13—Rewards for tags	4,036.00
15—Employer's contribution to U. S. Social Security	26,106.88
16—Life insurance	691.54
17—Employer's contribution to Pension Plan	56,514.03
18—Disability insurance	1,572.14
19—Employer's contribution to Group Insurance	9,425.90
20—Accidental death and dismemberment	4,398.69
21—Workmen's Compensation	6,356.00
	\$ 992,885.95
Purchase of soles (for operations in Peru)	15,000.00
Purchase of sueres (for operations in Ecuador)	15,000.00
Cash in bank	193,036.20
Cash on hand	150.00
Less Reserves	193,186.20
Group Insurance	— 623.26
Pension	— 504.37
	— 1,127.63
Deposits	\$ 194,313.83
	425.00
TOTAL	\$1,251,178.15

COSTA RICAN COLON ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1975	¢	637.21
Cash in bank	¢	637.21
TOTAL	¢	637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1975	S/	157,115.43
Purchase of sucres with dollars		416,117.50
TOTAL		573,232.93

Disposition of Funds

Advances	S/	12,400.00
Project Expenditures		
1) By project		
D. Tuna biology	S/	105,805.72
F. Tuna tagging		25.00
G. Rapid collection of catch statistics for regulation		96,442.56
2) By budget objects		
01—Salaries		96,442.56
02—Travel		55,846.85
03—Transportation of things		3,307.95
04—Communications		14,229.25
05—Rents and utilities		1,500.00
06—Printing		3,376.80
07—Contractual services		11,532.12
08—Supplies and material		8,112.75
09—Equipment		7,900.00
13—Tag rewards		25.00
Cash in bank	S/	202,273.28
TOTAL		573,232.93

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1975	S/o.	319,455.43
Purchase of soles with dollars		674,420.60
TOTAL		993,876.03

Dispositions of Funds

Advances	S/o.	15,600.00
Project Expenditures		
1) By project		
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	S/o.	349,100.01
2) By budget object		
01—Salaries		245,752.09
02—Travel		23,551.00
04—Communications		1,685.00
05—Rents and utilities		27,500.00
07—Contractual services		1,258.80
08—Supplies and materials		150.00
15—Employer's contribution to Social Security		49,203.12
Cash in bank	S/o.	349,100.01
TOTAL		629,176.02
	S/o.	993,876.03

INTER-AGENCY COOPERATION

During 1976 the scientific staff continued to maintain close contact with university, governmental and private research organizations and institutions on both the national and international level. This contact enables the staff to keep abreast of the rapid advances and developments taking place in world fisheries research and oceanography. Some aspects of these relationships are described below.

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

Also in 1976 the Commission maintained close working relationships with fishery agencies and institutes of its member countries as well as similar institutions in other parts of Asia, Europe, Latin America and the Pacific Islands.

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

The Commission received a number of visiting scientists from various nations ranging from a few days to several months. A scientist from the Ocean Research Institute (University of Tokyo) arrived at Commission headquarters in early August to spend a year working on a joint-research project to develop a mathematical model for estimating the effect of fishing effort on estimates of dispersion of tagged fish. His salary is being paid jointly by the Commission and the U. S. National Marine Fisheries Service.

Commission scientists also visited research laboratories in other countries where they collaborated on joint research with their foreign colleagues. For example, three Commission staff members spent two months in Peru participating in the JOINT-II expedition, a cooperative venture with the Instituto del Mar sponsored by the U. S. National Science Foundation as part of the International Decade for Ocean Exploration.

In January a Commission scientist traveled to San Jose, Costa Rica where he taught a course on population dynamics to personnel of the Department of Fish and Wildlife (Ministry of Agriculture and Livestock).

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

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

One technician is stationed in Panama, where he collects logbook records of vessels which transfer their catches to freezer vessels in that country and of vessels which pass through the Panama Canal to 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 investi-

gations. 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.

During 1976 nine papers by staff members were published in other periodicals:

156. Joseph, James. 1976. Problems associated with the exploitation and management of tunas and billfishes. *North Amer. Wildl. Conf., Trans.*, 40: 63-71.
157. Bayliff, William H. 1976. Tuna Fisheries 1975. *Pacific Fish. Rev. (The Fishermen's News)*, 32 (2): 39-43.
158. Sharp, Gary D., and Robert C. Francis. 1976. An energetics model for the exploited yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, population in the eastern Pacific Ocean. *U. S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull.*, 74 (1): 36-51.
159. Kirkham, Robert G., Merritt R. Stevenson, and Forrest R. Miller. 1976. Computer processing of LANDSAT-1 MSS digital imagery for marine studies. *NOAA Tech. Rep., S/T 76-2203*.
160. Stevenson, Merritt R. 1976. Drogue measurements and related hydrography: July 10-13, 1973—(CUE-2). *International Decade of Ocean Exploration, Coastal Upwelling Ecosystem Analysis, Tech. Rpts. (27)*: 32 pp.
161. Kirkham, Robert G., and Merritt R. Stevenson. 1976. Computer generated gridding of digital satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*, 5 (3): 215-224.
162. Sharp, Gary D. 1976. Requirements for rigorous evaluation of the genetic structure of mobile marine populations. [Abstract only] page 76 *in*: Abstracts, International Society for Animal Blood Group Research Conference—Dublin, Ireland, July 13-17, 1976, 102 pages.
163. Sharp, Gary D. 1976. Biochemical genetic studies, their value and limitations in stock identification and discrimination. *FAO, Advisory Committee on Marine Resources Research, Scientific Consultation on Marine Mammals, Bergen, Norway, 31 August-9 September, 1976. ACMRR/MM/SC/88*, 11 pages.
164. Sharp, Gary D. 1976. Vulnerability of tunas as a function of environmental profiles. (In English and Japanese.) Pages 124-133 *in*: *Maguro Gyogyō Kyōgikay Gijiroku, Suisancho—Enyō Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency—Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan)*, 253 pages.

THE FISHERY IN 1976**RESUME**

During 1976 vessels of 15 nations (Bermuda, Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Japan, Mexico, Netherlands Antilles, Nicaragua, Panama, Peru, Senegal, Spain, U. S. A., and Venezuela) fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack, along with smaller quantities of other tunas. The three primary types of gear used to make the catches, in order of importance, were purse seine, pole and line, and longline.

Because of heavy exploitation the yellowfin fishery has been under international management since 1966, but it has not been demonstrated that there is a need to implement conservation measures for the other species of tunas taken in the eastern Pacific fishery. The area in which the yellowfin conservation program applies, referred to as the Commission Yellowfin Regulatory Area (CYRA), is shown in Figure 1.

At its 21st meeting, held in March 1969, the Commission implemented a three-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. In 1971, because of the apparent healthy condition of the stock, the quota was increased to 140,000 tons, with a provision for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each. These were not implemented. On the basis of the apparently successful progress of the experimental program the Commission continued it during 1972 through 1975. A quota of 120,000 tons, with 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 quotas for 1974 and 1975 were set at 175,000 tons, with two increments of 10,000 tons each, but these were not implemented in either year.

At its 32nd meeting, held in October 1975, the Commission expressed again its desire to continue the experimental fishing program. It established a quota of 175,000 tons of yellowfin for 1976, 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 13,000-ton allowance for newly-constructed vessels of countries which met certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin.

During 1965 through 1975 the aggregate capacity of the international

fleet fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean increased from 46,743 to 169,420 tons, and by the end of 1976 this had increased to 183,398 tons. During 1976 this fleet captured 205,542 tons of yellowfin and 141,920 tons of skipjack in the CYRA. Both the catch of yellowfin and of skipjack in 1976 are the largest in the history of these fisheries. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 51,970 tons of yellowfin and 1,644 tons of skipjack. Also, about 19 vessels which had participated in the CYRA fishery in 1976 also fished in the Atlantic Ocean and caught 2,530 tons of yellowfin and 2,878 tons of skipjack there.

As required by the Commission's resolution, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the expected catch by vessels which are in port or at sea at that time with permission to fish without restriction until loaded, reaches the quota for the year minus the portion reserved for the 15% incidental catch and special allocations for small boats and newly-constructed vessels. The closure date during 1976 was March 27 (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, March 18, 1974, and March 13, 1975.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

The annual catches of yellowfin and skipjack from the CYRA during 1958-1976 are shown in Table 1. The preliminary estimate of the yellowfin catch in 1976 is 205,542 tons, which is the largest catch ever taken from the area; it is 29,142 tons above the amount captured during 1975 and 43,156 tons greater than the average annual catch of the previous five years. Included in this catch are 27,704 tons captured in the Experimental Fishing Area (Figure 1) during the entire year. It should be noted that during 1976 the Experimental Fishing Area was considerably increased from the Experimental Fishing Areas during 1973-1975. The preliminary estimate of the 1976 skipjack catch from the CYRA is 141,920 tons, which is the largest skipjack catch in the history of the fishery. The 1976 skipjack catch is 6,515 tons above the 1975 catch and 58,649 tons greater than the average annual catch of the previous five years. Included in this skipjack catch are 2,925 tons captured in the Experimental Fishing Area. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1976 was 347,462 tons, 35,657 tons greater than the 1975 catch and 101,804 tons greater than the annual average during the previous five years. The purse-seine fleet operating west of the CYRA but east of 150°W during 1976 captured 51,970 tons of yellowfin and 2,530 tons of skipjack.

The catches of yellowfin and skipjack from the CYRA by flag of vessel and percentage of the total catch during 1976 are listed in Table 2.

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 elsewhere. Listed below by area and species are the annual catches in tons by all vessels for which we have obtained records and which fished all or any part of the year within the CYRA. The ex-vessel value of the 1976 catch is estimated to be about 252.5 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 Skip- jack	Alba- core	Other	Total
CYRA	205,542	141,920	10,623	11,603	4,834	1,372	3,608	1,275	380,777
E. P. west of CYRA	51,970	1,644	0	0	0	2	0	0	53,616
Atlantic	2,530	2,878	43	438	0	0	0	31	5,920
Total	260,042	146,442	10,666	12,041	4,834	1,374	3,608	1,306	440,313

The value of the 1976 catch increased 43.2 million dollars (20.6% over the 1975 total value) and the total catch increased 18,051 tons (4.3%) during the same time period.

The 1-degree areas in the eastern Pacific Ocean that were fished by purse seiners during 1976 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 the Experimental Fishing Areas and outside the CYRA. The major areas of yellowfin catch were south of the equator near the Gulf of Guayaquil and south and southwest of the Galapagos Islands. This latter area had not produced substantial catches prior to 1976. Another major area was south of the Gulf of Tehuantepec. The production from the area north of 20°W was very low. Outside the CYRA the vessels had substantial catches between 135°-140°W near 10°N.

Figure 3 presents the same type of data for skipjack that are given for yellowfin in Figure 2. The primary skipjack catch areas were near the Gulf of Guayaquil and south of the Gulf of Tehuantepec near 10°N.

During 1976 yellowfin and skipjack were landed in 11 countries (Table 2). The country of landing is the country where the fish were unloaded from the fishing vessel, or the country that received tunas transhipped by a freezer vessel or other carrier after having been unloaded elsewhere by the fishing vessel. During 1976 about 83% of the yellowfin and skipjack were landed in U. S. ports.

The catch of bigeye tuna by the surface fleets during 1976 is estimated to have been 10,623 tons from the CYRA and none from west of the CYRA. A majority of the bigeye was taken by vessels operating near

the Gulf of Guayaquil; during late 1976 some bigeye were taken from north of Cedros Island near 29°-30°N; these fish were taken from schools containing a mixture of yellowfin, skipjack, bigeye and albacore.

The logged catches of yellowfin and skipjack during unregulated and regulated trips from the CYRA are shown in Table 3 by areas of latitude. These represent the combined catches of purse-seine and baitboat vessels as tabulated from logbook records. During 1976 the major areas of yellowfin production were south of the equator and between 5°-10°N. During regulated trips the largest yellowfin catch came from north of 20°N. The major skipjack catch area during the unregulated trips was taken between 10°-15°N, while during regulated trips the major catch came from north of 20°N.

THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

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

The vessels are grouped by size class, based on their carrying capacity, as follows: class 1, 50 tons or less; class 2, 51-100 tons; class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; and class 6, 401 or more tons. The 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 fishery are included in the fleet records for that year. Vessels changing flag 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 is shown in Table 4 by flag, gear and size class. During 1976, vessels of 16 nations operated in the eastern Pacific Ocean (the 15 shown in the table plus Colombia, whose fleet consists of small day-trip vessels for which the Commission does not maintain records). New Zealand and Nicaragua had tuna vessels in the eastern Pacific Ocean for the first time in 1976 while France, which had at least one vessel fishing in the eastern Pacific Ocean during 1971-1975, did not have a vessel in the fishery in 1976. In terms of capacity the 1976 fleet was composed of 95.6% seiners, 3.9% baitboats, 0.4% jig boats and 0.1% bolicheras. In terms of number of vessels seiners made up 64.5%, baitboats 25.9%, jigboats 8.5% and bolicheras 1.0%. The fleets of Ecuador, Japan, Mexico, Panama, Peru, Senegal and the U. S. A. increased in capacity in 1976 over 1975; those of Canada and

Spain decreased in capacity; and those of Bermuda, Costa Rica, the Netherlands Antilles and Venezuela remained the same (except for minor adjustments in capacity of vessels already in the fishery). The total fleet increased by 13,978 tons over 1976.

The number of vessels and carrying capacity of the international fleet which fished in the eastern Pacific Ocean each year between 1965 and 1976 and the change in capacity from the previous year is shown below.

Year	Number of vessels	Capacity	Change in capacity
1965	253	46,743	
1966	245	46,096	- 647
1967	239	45,973	- 123
1968	249	57,787	+ 11,814
1969	267	63,731	+ 5,944
1970	286	73,847	+ 10,116
1971	357	95,324	+ 21,477
1972	378	120,887	+ 25,563
1973	357	138,287	+ 17,400
1974	336	152,581	+ 14,294
1975	335	169,420	+ 16,839
1976	386	183,398	+ 13,978

From 1967 to 1976 the fleet has increased by 137,425 tons, an amount greater than the total fleet capacity for any year prior to 1973. The greatest increase in capacity occurred during 1971-1972. Since then the rate of increase has slowed somewhat. It is anticipated that the increase in capacity during 1977 will be about the same as that in 1976.

RESEARCH IN 1976

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 distribution of fishing effort, 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 these vessels is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDF (short tons) for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1976 in the CYRA is shown in Figures 4 and 5. Annual estimates of

the CPSDF are represented by solid horizontal lines. The data for 1976 are preliminary.

Yellowfin CPSDF

Until 1966 there was no restriction on yellowfin fishing and all vessel logbook records which met certain criteria for species composition and accuracy were used to compute the CPSDF. Starting in 1966, when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to 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. As fishing effort increased 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 that level through 1965. In 1966 the CPSDF began to increase, and this upward trend continued in 1967 and 1968 as the fishery expanded offshore. The CPSDF did not, however, reach the level of early 1960 and 1961. In 1968, 1969 and 1970 the annual 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 four months of the year. In 1973 the CPSDF was low in January and February but increased sharply in March and April. 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, which was about the same level as January 1974. The CPSDF then declined sharply, and was at the low point of the year in August. There was a second peak in October, but this was at a low level of fishing effort. In 1976, as in 1975, the CPSDF was highest in January. It declined sharply in February and March, leveled off at mid-year, and then declined sharply in August. There has been a steady decline in the annual CPSDF from 1972 through 1975, when the CPSDF was at the lowest point since 1965. The preliminary estimate of the annual CPSDF for 1976 is up very slightly from that of 1975.

From 1967 to the present there has been very little unregulated fishing effort in the last part of the year. Since the early part of the year is the season when yellowfin abundance is usually highest, as can be seen from the CPSDF for 1960-1965 in Figure 4, it is likely 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 four months of each year; these values are shown as the horizontal dashed lines in Figure 4. 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 four months and the CPSDF for the whole year show the same trends of high and low points over the 17-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 5 for 1960-1976. From 1966 on the data for regulated and unregulated trips have been combined to compute the index. In a majority of the 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. In 1974, 1975 and 1976, however, peaks in the CPSDF occurred early and late in the year, with the low point of the year occurring in August. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis (horizontal line), 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 increased again in 1975. The annual CPSDF in 1975 (3.08) was the highest since 1971; this was, however, substantially below the value for 1971 which was 4.03. In 1976 the preliminary estimate of the CPSDF, 2.76, is down slightly from the 1975 value.

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 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 each 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. Now the CPTCC has been expanded to include all vessels of the international eastern Pacific purse-seine fleet of 101 tons and above carrying capacity which fished unregulated each year. The vessels have been grouped into the following size classes: class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; class 6, 401-600 tons; class 7, 601-800 tons; class 8, 801-1000 tons; class 9, 1001-1200 tons; class 10, 1201 tons and above.

The CPTCC for 1969-1976 is shown in Table 5 by size class and for all size classes combined, for yellowfin, skipjack, other species and all species

combined. "Other species" includes bluefin, bonito, bigeye, black skipjack and albacore. The figures for 1976 are preliminary.

The CPTCC for yellowfin, all size classes combined, has declined from 2.81 in 1969 to 1.50 in 1976. This decline has occurred for each size class except 9 and 10. The yellowfin CPTCC for classes 9 and 10 has remained fairly constant over the 8-year period except for a low value in 1971. The CPTCC for skipjack, all size classes combined, was highest in 1971, lowest in 1972 and has been nearly constant the last three years. The CPTCC for "other species" has been much higher every year for size classes 3 and 4 than for the larger vessels. The CPTCC for all species, all size classes combined, has declined from 3.95 in 1971 to 2.45 in 1976. Most of the decline took place between 1970 and 1972. The index has been nearly constant since 1973. Size class 3 has had the highest combined species CPTCC every year except 1976, when the value for size class 4 was slightly higher.

Standardization of fishing effort

The Commission has always used catch per standard days fishing as its primary index of abundance. This measure is now based on the catch rates of Class-3 purse seiners (101-200 tons capacity), and recently the index has been adjusted for changes in the ratio of the number of successful to unsuccessful sets.

The aim of the current work is to refine the index of abundance and assess its reliability. At present only data for 1975 are available in usable form so the analysis has been restricted to looking for factors which influenced the catch rates in that year. As the data for more years become available the adjusted catch rates will be computed and used as estimates of relative abundance.

The catch rate is defined as the ratio of catch to elapsed time between successful sets. Although this measure of effort is not exactly searching time (for instance, it includes time between sighting a school and the beginning of the set), it avoids some of the gear saturation problem that occurs when the unit of effort is simply days fishing.

Three groups of factors, vessel characteristics, fishing mode and environmental variables are being examined for their effect on the catch rate. The vessel characteristics used are capacity (0-499 tons, 500-999 tons and over 999 tons), vessel speed, and vessel age (less than or more than 5 years old). The fishing mode is a classification of the 5 degree area-month strata as those in which more than two-thirds of the sets were on porpoise-associated schools, those in which more than two-thirds of the sets were on surface or log-associated schools, or those in which neither type predominated. The environmental variables used are sea-surface temperature and wind speed.

Complete data are available for less than half the unregulated catch, and before final conclusions can be drawn it will be necessary to ensure that records for which complete data are available do not form an unrepresentative sample. Consequently, the following results should be treated as being provisional. Analysis of variance was used to examine the effects of the six factors on the log of the catch rate, the capacity, age and mode being treated as classifications, and the vessel speed and environmental variables as covariates with a separate variable for each mode. By themselves each of the factors has a significant (at the 5% level) effect on the catch rate, with the effect of mode being greatest. However, there are strong correlations among the six factors, and the following analysis of variance table shows the effects when the factors are fitted sequentially with the factor with the biggest mean square being entered at each stage.

Source	df	S	MS	F
Mode	2	46.6	23.3	19.0
Age	1	21.3	21.3	17.3
Sea-surface temperature	3	6.0	2.0	1.6
Capacity	2	3.6	1.8	1.5
Wind speed	3	4.4	1.5	1.2
Vessel speed	3	0.8	0.3	0.2
Error	1593	1956.0	1.23	

Thus, capacity, which presently is the basis of standardization, was only the fourth most important factor in 1975, and did not have a significant effect after mode and age has been adjusted for.

Simulation study of gear standardization

To calculate catch per standard days fishing (CPSDF) the Commission uses the geometric means of catch per unit of effort data in a two-factor model (size class and area) which has been described in the Commission's annual report for 1972. The staff has also calculated CPSDF using the Robson method, which involves transforming the logarithms, but it has been found that a biased estimate is obtained when returning to the original scale. The staff is now using simulation techniques (with FORTRAN programming) to study estimators and biases, assuming that the logarithms of catch per unit of effort (by size class and by area) are adequately described by an additive two-factor model whose residual error is normally distributed.

Computer simulation studies

The computer simulation studies which the Commission has been conducting for several years have been described in its Bulletin 16 (3) and its Annual Report for 1975. During 1976 TUNPØP was expanded by adding a migration component to the population sector of the model. The studies have now been discontinued, at least temporarily, and the findings to date have been summarized in a manuscript which will probably

be published in the Commission's Bulletin series during 1977. The conclusions are as follows. The concept of the yellowfin population of the eastern Pacific as a single unit, uniformly distributed over the existing fishing area with instantaneous mixing among all areas, is inadequate for explaining what has been observed to take place in the fishery in recent years. The Commission's traditional estimates of the standing stock, employing a high natural mortality rate and a low level of recruitment, are probably underestimates. The size of the population appears to depend upon the rates of mixing among the various fishing areas. The amount of mixing within the CYRA seems to be appreciably higher than that between the offshore portion of the CYRA and the area outside the CYRA. The population in the eastern Pacific Ocean appears to be more capable of absorbing increases in effort in the offshore fishing areas than in the inshore areas, and a significant redistribution of the effort by area and time could result in an increase in the overall catch.

POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS

Genetic studies

Yellowfin

A new genetic polymorphism was detected and characterized for yellowfin during the year. The phosphoglucose isomerase enzyme (PGI) polymorphism will apparently be useful for our subpopulation studies.

Samples of blood from yellowfin of a broad range of sizes were collected in the Gulf of Guinea in the Atlantic Ocean and sent to our laboratory for analysis. The transferrin, serum esterase and PGI alleles were identical from each ocean, but distinct gene frequency differences are apparent between and within each ocean.

The yellowfin samples from the northern and southern ends of the eastern Pacific exhibit low frequencies of serum esterase variability. This also characterized the Atlantic samples. The transferrin and PGI polymorphisms are quite useful in characterizing two semestral age cohorts in the Atlantic materials, which correspond to age-frequency groups originating in the Gulf of Guinea in the eastern Atlantic, and Venezuela in the western Atlantic (Fonteneau, personal communication). Further study is required, however.

A single sample of small yellowfin was collected for genetic analysis by J. Fowler aboard the purse seiner *Paramount* during exploratory fishing in the western Pacific Ocean near the Marianas Islands. The following table shows the relative frequency ranges of the transferrin 2 allele, and the PGI 2 and the rare PGI 1 allele for the northeastern and southeastern Pacific, the Marianas Islands and the Gulf of Guinea material:

	Frequency range of Transferrin A	PGI 2	PGI 1 alleles
Northeastern Pacific	.69-.78	.22-.34	.00 -.14
Southeastern Pacific	.63-.80	.32-.39	.07 -.13
Marianas Islands (western Pacific)	.76	.67	.002
Gulf of Guinea (eastern Atlantic)	.47-.63	.52-.70	.005-.03

The frequency of PGI 2 in the sample from the Marianas Islands is quite distinct from those from the eastern Pacific. Several lots of samples collected during the recent western Pacific exploratory cruises are available, but have not yet been analyzed. Well over 1000 samples are on hand, which should permit rigorous comparison of the two widely separated Pacific yellowfin stocks.

Skipjack

During 1976 a substantial cooperative genetic sampling program was initiated for the fisheries of Papua New Guinea, New Zealand, and the eastern Pacific Ocean. This is being done to evaluate the relative homogeneity of skipjack samples from these fisheries as compared to yellowfin samples from the eastern Pacific and Atlantic Oceans. The numerous samples collected and analyzed comprise as near 200 individuals (or 400 genes) as were available for sampling. Data collected since 1966 from diverse sources are being compared with the 1976 material.

The results of these studies are supportive of the general conclusions arrived at by Dr. Kazuo Fujino of Japan. The only significant qualifications added to his results, where the studies overlap, are that in the eastern, western and equatorial Pacific there is significant genetic heterogeneity of the within-area exploited skipjack stocks. Analysis of Fujino's data for large samples (80 or more fish) from the fisheries of Hawaii and Japan shows similar heterogeneity, which can be attributed to the recent availability of relatively larger samples and to their statistical characteristics with respect to sensitivity to minor differences in gene frequency.

In Table 6 the results are shown from the analysis of recent large-sample collections, serum esterases only, where the designation Est 2 is the same gene product described by Fujino as E_{sj}^1 .

The small-sample collections (less than 80 fish) collected and analyzed by Fujino (not shown here) are useful for comparison to the large-sample data. The statistical problems inherent to small sample-replication methods of genetic sampling are apparent when such data are contrasted with the data from a relatively homogeneous fishery such as that of New Zealand. From true replicates of homogeneous units one would expect there to be a normal distribution of data about the various characteristic means for each population, even from small samples. From the examination of extensive large-sample data collections from commercial sources of both

yellowfin and skipjack it appears that these normal distributions of sample frequencies are rare and unlikely. There are several reasons for this, but primarily samples and catches from areas of high commercial productivity rarely appear to be from a genetically homogeneous source, and often the schools themselves are heterogeneous with respect to gene frequency. These results have been corroborated by several relatively independent methods. The 1976 New Zealand skipjack material is the only collection from commercial catches of tunas in the Pacific Ocean which appear to be statistically homogeneous.

Figure 6 is a plot of the esterase 2 allele frequency data by areas. From these data one can hypothesize the existence of at least five genetic components in Pacific Ocean skipjack which can be identified from their esterase 2 allele characteristics and the locations of the collections of the individual samples. When the eastern Pacific material is separated into its northern and Ecuador components, the heterogeneity of each area disappears. The two regions are statistically different from one another, even though there appears to be overlap in the areas of occurrence of the two populations. Data from the earlier small-sample collections of Fujino were used in conjunction with the presently described large samples to formulate the hypothetical ranges of these five genetic components. These ranges are portrayed in Figure 7. The shaded areas represent only the occurrences of samples exhibiting esterase 2 frequencies appropriate to the major sampling locations. The creation of boundaries is artificial, due to the dependence of the ranging of the individual races on the oceanic conditions to which they are physiologically tuned. The physical oceanographic features are unstable within years and among years, so the limits should vary accordingly.

The skipjack samples off New Zealand and Ecuador in 1976 are statistically different populations from any other described previously, including the eastern and central Pacific Ocean population whose range centers far into the central Pacific Ocean. The two eastern Pacific populations overlap extensively, but likely represent two separate breeding units. Also, there is no reason to expect that the western equatorial Pacific warm water region and the cooler region off Japan should comprise a single habitat. The large samples collected from the two western Pacific areas are statistically heterogeneous and multimodal with respect to the frequency of the esterase 2 allele, supporting the hypothesis of Fujino that there are at least two western Pacific populations.

During recent western Pacific exploratory cruises, described elsewhere in this report, over 2000 skipjack samples were collected for genetic studies. This material has not yet been analyzed. The samples collected during the early 1977 fishing season will be used to evaluate the 1976 findings in a cooperative venture with Australian and Japanese collaborators.

Species identification study

Samples of bigeye tuna were collected in the Atlantic and Pacific Oceans and subjected to comparison with yellowfin. The two species are easily distinguished by examination of the electrophoretic mobility of white muscle α -glycerophosphate dehydrogenase, and the non-specific muscle proteins migrating cathodally and stained with any general protein stain. These observations will make it easy to evaluate the relative amount of mixing and misidentification of small yellowfin and bigeye, should this be necessary in either the Atlantic or Pacific Oceans. No biochemical characteristics have been found which would distinguish individual yellowfin or bigeye from conspecifics from either ocean.

Morphometrics study

Several conclusions were reached in 1976 concerning the utility of morphometric data in subpopulation studies. These inferences were based on the analysis of the 37 samples of yellowfin morphometric character, along with the concomitant blood serum genetic information, taken in 1974 and 1975 (Table 7 and Figure 8). Eight morphometric characters 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) insertion of first dorsal to insertion of second dorsal; 7) insertion of first dorsal to insertion of anal; 8) insertion of second dorsal to insertion of anal.

To compare fish of different sizes the morphometric characters used had to be corrected to those that would be expected to occur on a fish of some standard total length. In doing so it was determined that in certain cases non-linearities (allometry) occurred in these relationships. Furthermore, the non-linear relationships differed among areas (north, central, and south) of the fishery. This, in turn, leads to the conclusion that corrected morphometric characters could not be compared among areas since the relative growth rates appeared to differ among areas. Thus the samples were standardized using separate non-linear equations for each area of the fishery.

Within the northern and southern areas genetically distinct reference samples were defined, based upon their serum transferrin characteristics. Subsamples of these reference samples were then characterized by a multivariate statistical procedure applied to the standardized morphometric characters which gave maximum separation among these reference (genetically pure) groups. All fish from heterogeneous non-reference samples were then classified into reference groups based upon those morphometric characterizations. The transferrin-A gene frequencies were then computed for subgroups made up of those fish which were classified into a specific reference group with a probability greater than 0.8. The results are as follows:

		Transferrin-A gene frequencies	
		Low	High
North	reference	.701	.800
	reclassified non-reference	.731	.734
South	reference	.678	.779
	reclassified non-reference	.717	.735

The apparent central tendency of the reclassified samples compared to either the high or low frequency reference samples can be interpreted to mean that there is a lack of correspondence between the genetic and morphometric analyses, or considering the fact that the reclassified data are not statistically distinguishable from the reference frequencies, that there is no conclusive evidence that the two methods are compatible. This is probably due to the standardization procedures in the morphometrics and the inherent statistical problems in analysis of the genetic data.

Finally, it has been hypothesized that if there were a relationship between morphometrics and genetics, then genetically heterogeneous samples should exhibit more within-sample variability than genetically homogeneous (reference) samples. This hypothesis was tested in the three areas (north, central, and south), and could not be accepted in any case. The observed lack of consistency between the morphometric variability and transferrin gene frequencies is likely due to the previously mentioned statistical problems inherent to the genetic data which make those samples with intermediate gene frequencies indistinguishable from either the upper or lower homogeneous gene frequency groups. Concomitantly the sample with gene frequencies in either of the homogeneous classes may include low level mixtures of the two classes without being detectable from the gene frequency data. The two relatively homogeneous classes of samples have a high expectation of being relatively homogeneous in contrast to the sample with intermediate frequencies.

In conclusion, there is no evidence that the morphometric characters presently being examined have any relationship to the serum transferrin gene frequencies being employed to assess subpopulation structure. The only systematic differences which have been detected in the morphometric analysis relate to levels of allometry among different areas of the eastern Pacific. Allometry in yellowfin smaller than 100 cm in length is more readily discernible at the northern and southern extremes of the fishery than in the central region.

Tuna tagging

Tagging has been given considerable emphasis during 1969-1976 because of the recent greatly increased fishing intensity 500 to 1,500 miles

offshore and the consequent need to know more about the 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. Twenty-two charter cruises and a number of opportunistic cruises have been conducted during this period.

Two successful tagging experiments were initiated aboard chartered purse seiners in 1974. The preliminary results of these were reported in the annual report for 1975. Only two returns from yellowfin of these experiments recaptured in 1976 have been received. This is unusual, as in most cases several recaptures are made in the second year following release, as well as the year of release and the following year, as is indicated in the following data:

Cruise	Date	Area	Returns						
			1971	1972	1973	1974	1975	1976	Un-known
1063	Jun. 1971	Central America	9	79	4	1	0	0	0
1066	Nov. 1971	offshore off Mexico	8	122	9	0	0	0	0
1072	Apr.- May 1974	Central America	—	—	—	119	6	0	10
1073	Oct.- Nov. 1974	offshore off Mexico	—	—	—	79	117	2	25

In 1971 the tagging vessels were fishing in areas with almost no other boats, while in 1974 there were many boats fishing near the tagging vessels, which explains why there were so many more returns in the year of release for the 1974 experiments. It is not apparent, however, why there were 13 returns in 1973 from the 1971 experiments, but only 2 in 1976 from the 1974 experiments. One possibility is that the fishing mortality was higher in 1974-1975 than in 1971-1972, so that fewer of the tagged fish survived till the end of 1975 than had survived till the end of 1972. It is also possible that for some reason the fish of the 1974 experiments were less vulnerable to the 1976 fishery than the fish of the 1971 experiments had been to the 1973 fishery.

Two tagging experiments were initiated aboard chartered baitboats in 1975. The results of these to date are as follows:

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Treatment	Released	Returned		
							1975	1976	Un-known
1075	<i>Taurus</i>	Jun.-Jul.	Baja California	YF	control	2,601	949	280	49
					tetra cycline	360	16	5	0
					SJ	1,042	254	15	7
		Jul.	Revillagigedo Is.	YF	—	72	11	9	0
1078	<i>Karen Mary</i>	Oct.	Baja California	YF	—	32	2	13	1
					SJ	—	301	52	29
		Nov.	Revillagigedo Is.	YF	—	431	133	107	1
					SJ	—	1,456	735	25
				BSJ	—	1	1	—	—

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 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 in October and November, however. The areas of recapture of the fish of some of the releases in 1975 and in 1976 are shown in Figure 9. (Practically all the returns from the Revillagigedo Islands releases were from fish recaptured in the same 1-degree area they were released, so these are not shown.) It will be noticed that several yellowfin and skipjack appear to have migrated considerable distances from the Baja California area. When tuna tagging experiments are conducted a few of the returns nearly always appear to have come from fish which migrated much further than the others. These are always investigated additionally to determine if the recovery information could be false or erroneous, and this is found to be the case for most of them. Those shown in the figure represent the remainder, for which no evidence that they were false or erroneous could be found.

In addition, the following skipjack from these cruises were recaptured outside the CYRA or in the central Pacific Ocean:

Released			Recaptured		
Date	Area	Length	Date	Area	Length
Jul. 6, 1975	24°07'N-113°45'W	65 cm	Aug. 22, 1976	21°14'N-171°51'W	80 cm
Jul. 6, 1975	24°07'N-113°45'W	59 cm	Sept. 1, 1976	21°00'N-158°00'W	727 mm
Jul. 20, 1975	21°25'N-110°36'W	45 cm	Sept. 1, 1976	21°00'N-157°00'W	751 mm
Nov. 17, 1975	19°00'N-112°08'W	54 cm	Jul. 23, 1976	6°31'N-127°55'W	un- known (20 pounds)

Twelve tagged skipjack released in the eastern Pacific Ocean have now been recaptured in the central Pacific Ocean.

The tetracycline experiment, which was preliminary in nature, is described elsewhere.

Three cruises (1074, 1076, and 1077) were conducted aboard the chartered purse seiner *Christina C.* during 1975. The results of these to date are as follows:

Area	Species	Released	Returned		
			1975	1976	Unknown
Baja California	yellowfin	35	1	0	1
Tres Marias Islands	yellowfin	442	4	12	1
Revillagigedo Islands	yellowfin	184	5	4	0
	skipjack	209	4	0	1
Southern Mexico	yellowfin	61	1	0	1
Central America	yellowfin	124	2	1	0

Cruise 1074 was intended to be a replicate of Cruise of 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 that area so that the tagged fish would have time to disperse before being caught. The numbers of fish tagged on all three of the cruises were low because the catches consisted almost entirely of fish too large to handle. Among the returns was a yellowfin released at 11°49'N-91°38'W on May 30, 1975, and recaptured outside the CYRA during the period of June 3-August 13, 1976.

Two more tagging experiments were conducted aboard chartered baitboats in 1976. The results of these to date are as follows:

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Treatment	Released	Returned	
1079	<i>Mary K.</i>	Jun.	Baja California	YF	control	1,117	548	
					tetra-cycline	578	291	
				SJ	control	3,699	984	
					tetra-cycline	456	121	
				YF	control	1,225	638	
					tetra-cycline	400	201	
					SJ	tetra-cycline	1	1
1082	<i>Mary K.</i>	Oct.	Baja California	BF	—	1	1	
				YF	—	706	259	
				SJ	—	8,019	3,835	
					YF	—	1,113	336
				YF	—	302	87	
					SJ	—	51	0
						—	53	0

In addition, there is a backlog of about 2,000 tags from Cruise 1082 which have not yet been processed. The fish which was recorded as a bluefin on Cruise 1079 was said to be that species by the captain and several crew members at the time it was tagged. The tag was returned without the fish, so it was not possible to verify its identity at that time.

Cruise 1079 was essentially a replicate of Cruise 1075, except that much more extensive experiments with tetracycline, described elsewhere, were conducted. Also only a few yellowfin and no skipjack had been tagged at the Revillagigedo Islands on Cruise 1075, but on Cruise 1079 adequate numbers of yellowfin (but not skipjack) were tagged. Likewise, Cruise 1082 was essentially a replicate of Cruise 1078. The numbers of

both yellowfin and skipjack tagged off Baja California on Cruise 1078 were inadequate, but considerably more of both species were tagged there on Cruise 1082. Cruise 1082 is the only one of the four cruises on which fish were tagged near the Tres Marias Islands.

Two more cruises were conducted aboard chartered purse seiners in 1976. The results of these were as follows:

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Released
1080	<i>Sandra C.</i>	Oct.-Nov.	offshore	yellowfin	1,059
				skipjack	5
1081	<i>Marco Polo</i>	Oct.-Nov.	offshore	yellowfin	469
				skipjack	12
				bigeye	79
			Revillagigedo Islands	yellowfin	14

The numbers of fish released on these cruises were low because the catches consisted almost entirely of fish too large to handle. Previous to this cruise bigeye had been tagged only three times previously, 37 on one cruise in 1959 and 321 and 16 on two cruises in 1967. All of these were baitboat cruises. Ten returns were received from the first cruise of 1967 and none from the other two.

The following numbers of fish were tagged from local Ecuadorian baitboats in 1976:

Date	Species	Released	Returned
Jun.	yellowfin	1	0
	skipjack	5	2
Nov.	skipjack	48	5

Each of the fish which was recaptured was at liberty for only a short period and had migrated only a short distance.

In addition, 12 yellowfin and 6 skipjack were tagged in the western Pacific Ocean in September-October by a Tuna Commission employee aboard the purse seiner *Zapata Pathfinder*. This expedition is described in the next section of this report.

The study of the mortality of skipjack described in the annual report for 1975 was completed during 1976, and a report describing the results will become available in early 1977.

The proportion of small yellowfin in the catch is much higher in the areas near the coast than in those further offshore, so it is possible that the inshore area is a nursery area, and as the fish grow older they tend to move offshore. It is also possible, however, that the ratios of small to large fish are approximately equal in the inshore and offshore areas, but the small fish are less vulnerable to the fishery in the offshore areas. This was investigated, using the data for tagging experiments initiated

off southern Mexico and Central America during 1969-1974. The portion of the eastern Pacific Ocean from which usable tag returns were obtained was divided into seven areas, as shown in Figure 10. For each experiment or group of experiments the releases for which returns with usable data were obtained were assigned to Areas 1, 2, . . . , or 7. Then in each case for which there were more than a few releases the returns were assigned to Areas 1, 2, . . . , or 7. From these data it can be seen, for example, how many fish released in Area 1 were recaptured in the same area and in each of the other areas in each month. It is highly desirable, however, to adjust the numbers of returns in each area-month stratum according to the amount of effort in that stratum, so this was done by a simple weighting procedure. These results are shown in Figure 11.

There is no effort exerted in Area 7 during the first 4 months of the year, and very little unregulated effort exerted in Areas 1 through 6 during the last 6 months of the year. (The latter effort is due mostly to chartered vessels of the Tuna Commission and the U. S. National Marine Fisheries Service.) Accordingly, it is difficult to evaluate the interchange of fish between Areas 1 through 6 and Area 7. It is somewhat easier to study the interchange of fish among Areas 1 through 6 during the first half of the year, however, as fishing takes place in all these areas during this period (though there is relatively little in Area 5 and almost none in Area 6).

The tagged fish released in Area 1 off Mexico in 1969 appear to have moved gradually offshore from January to April 1970, except for a tendency to move back to Area 1 in February. In May, however, there appeared to be a movement back to Areas 1 and 2. The fish released near Cape Corrientes in 1970 moved gradually offshore from February to April of that year. The fish released off Central America in 1971 appeared mostly in Areas 2, 3, and 4 during the first four months of 1972. The fish released off Central America in 1974 exhibited some tendency to move offshore during April to June of that year. Overall, there is some evidence of offshore movement for all the experiments initiated in Area 1. This is inevitable, of course, unless there is no interchange of fish among areas, as it is not possible for the fish to move inshore from Area 1. In February and May 1970, however, there is some evidence of inshore movement of fish which had previously moved offshore from Area 1.

The tagged fish released in Area 2 appear to have moved inshore from November 1969 to January 1970, and then tended to move gradually offshore from January to April. In May, however, the recaptures of these fish were all made in Areas 1 and 2.

The tagged fish released in Area 3 in 1969 appeared mostly inshore of the area of release in January and February 1970, but in March and April were encountered further offshore. In May, however, as was the

case for the fish released in Areas 1 and 2 in 1969, the tendency was to move inshore. The fish released in 1971 seem to have moved offshore from November to January 1972, but from February to April there was a tendency to move inshore.

The tagged fish released in Area 4 in 1969 and 1971 tended to move inshore during the January-April periods of the years following tagging, but no great significance should be attached to this in view of the fact that there was relatively little fishing effort in Areas 5 and 6 of the years in question. A large portion of the recaptures in January 1975 of the fish released in Area 4 were made in Area 5; this was due to relatively heavy fishing effort in this area adjacent to the area where the tagged fish had been released 2 months previously.

In summary, these data indicate that there is not a strong tendency for the fish to move offshore as they grow older. This could be better ascertained, however, if there were more tag return data available and if fishing were conducted in all areas during all months of the year.

Western Pacific samples

The Pacific Tuna Development Foundation, a private non-profit organization, sponsored an expedition in August-October by three U. S. purse seiners, the *Apollo*, *Mary Elizabeth*, and *Zapata Pathfinder*, to search for fishable concentrations of tunas in the western Pacific Ocean. Each vessel had one scientist or technician aboard, one from Living Marine Resources, Inc., of San Diego, one from the U. S. National Marine Fisheries Service, and one from the Tuna Commission. Blood, length-frequency, length-weight, and otolith samples of yellowfin and skipjack were taken, and a few fish were tagged on one of the vessels. These samples and data are to be used for the Commission's studies of the stock structure of yellowfin and skipjack in the Pacific Ocean.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Otolith studies

Temperate water fishes experience physiologically induced changes in growth rate that cause recognizable bands or checks to be formed on the scales, spines, vertebrae and otoliths (sagittae). These can be used to estimate the ages of individual fish. These checks, however, are either missing or poorly defined on the bony elements of tropical species, so the conventional techniques of aging are unreliable.

The discovery of alleged daily growth rings, or increments, on the sagittae of both temperate and tropical water fishes are a consistent and regular feature that potentially offers the most reliable method of aging.

Validation of the technique is required for tropical species older than 100 days, however. The antibiotic oxytetracycline is useful in this regard because it tends to deposit in regions of newly calcifying tissue and because it is fluorescent when exposed to ultraviolet light. It is therefore possible to recover previously injected fish from the commercial catch and determine if the number of growth increments from the tetracycline mark to the periphery of the otolith corresponds to the number of days at liberty.

In June and July, 1975 the Commission undertook a limited injection program involving 360 yellowfin. To date 21 of the tags have been returned, but only 5 were accompanied by a fish, and of these 5 the otoliths of only 3 showed a tetracycline mark. The actual dates of recapture were imprecise, but the known range indicated that following injection, there was either a lag of approximately 28 days in tetracycline deposition in the otolith, or that growth increments were not laid down for an equal period of time. The second interpretation is less likely, but confirmation is needed both to examine what may be a species-specific response and to validate the daily increment theory. As a result, the 1976 injection program was modified to increase the number of returns by reducing onboard handling time and increasing the reward for tags from injected fish, provided the fish were made available. The recoveries to date from 978 injected yellowfin and 457 injected skipjack have shown a marked improvement, being 492 and 122 fish, respectively. The fish were made available to the Commission for about half of these.

None of the fish treated in 1976 has been examined for tetracycline marks. The fluorescent quality is photolytic, so samples cannot be sacrificed experimentally until a more rapid and precise method of counting increments is developed. The current procedure involves the preparation of a thin wafer of a suitable otolith fragment by means of hand polishing, a light acid etch to expose the sub-surface increments, and microscopic counting of rings at 1000x. In either the polishing or etching stages it is possible to destroy the critical peripheral increments and compromise the validation technique. At present different procedures of embedding and sectioning are being examined together with potential microscopic methods to overcome this problem.

Size distribution of skipjack

With the exception of 1974, the proportion of larger and older fish in the catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean has been greater during the 1971-1976 period than in earlier years. It is possible that this is due to larger skipjack being caught in the new areas exploited in the westward expansion of the fishing effort in the CYRA in the zone between 5°N and 15°N, where much of the yellowfin is now taken. To examine this possibility the mean weights of skipjack captured by purse seiners by quarter in 22 selected 5-degree areas where most of the skipjack is taken

were calculated for the two periods, 1965-1970 and 1971-1975 (Figure 12). The skipjack fishing area was divided into three main regions—northern, central and southern—as shown by the heavy lines in the figure. The area east of 85°W and north of 5°N was included in the southern area because the mean weights were more like those of the southern area. The upper number of each 5-degree area indicates the unweighted mean of the average weight in each quarter where length-frequency samples were taken and the lower number indicates the number of quarters for which samples were obtained; 5-degree areas with mean weights ≥ 4 kg are shown by hatching. The number of hatched areas in the northern region has remained the same in both periods, while those in the central and southern regions have increased from 3 to 11. The average of the values by region (using areas with more than one-quarter sampled) is as follows:

Region	1965-1970	1971-1975
Northern	3.4 kg	3.3 kg
Central	3.5 kg	4.3 kg
Southern	3.2 kg	4.0 kg

The central and southern regions each show an increase of 0.8 kg during the later period, as compared to the earlier one. In these two regions 12 of the 5-degree areas compared showed an increase in mean weight in the 1971-1975 period, while only 2 showed a decrease. This indicates that the increase in the proportion of larger fish in recent years is not related to the westward expansion of the fishery, but is fairly consistent throughout the entire fishery south of 15°N.

In Figure 13 are shown mean length-frequency distributions of purse-seine caught skipjack for the two periods and three regions. In the northern region the distributions are similar except for the second quarter, where there is a slight shift to larger fish in the later period. In the central region there is no change in the second quarter, a slight increase in the percentage of larger fish in the first and fourth quarters and a marked increase in the third quarter. In the southern region, however, the changes in the size distributions are quite remarkable: for the 1965-1970 period the curves are characterized by one dominant peaked mode in all quarters, but for the 1971-1975 period the curves are flattened with a greater proportion of larger fish in the first three quarters, and also a tendency for a greater proportion of smaller fish as well, particularly in the fourth quarter. A similar change in size distribution is also seen to a lesser degree in the last two quarters in the central region. It appears that more older fish are entering the fishing areas south of 15°N, or that more fish, having entered as younger fish, are remaining longer and growing into older fish and delaying their migration back to the spawning areas of the central Pacific.

Preliminary data for 1976 (Figures 14 and 15) show that this dis-

tribution is being maintained. Of the total catch of 139,000 tons of skipjack captured in 1976 58,000 tons are estimated to be older and larger fish (mostly age 2+); this is 25% of the catch by numbers and 42% by weight.

More than half of the yellowfin captured in the CYRA have been between 50 and 80 cm in length. For the 1971-1975 period the increase in the proportion of older skipjack captured south of 15°N was for fish between 50 and 70 cm in length. Skipjack and yellowfin of similar size in an area have similar diets, and may be presumed to be in competition for food when the supply is limited. The logged catches of yellowfin of all ages captured south of 15°N in the CYRA has risen since the early 1960's as shown by the following mean values:

1961-1965	46,400 tons
1966-1970	64,600 tons
1971-1975	108,800 tons

While a good proportion of this was taken from areas where skipjack is not abundant, at least half of the yellowfin captured in skipjack areas were of sizes that could compete with skipjack for food. Perhaps the larger skipjack have replaced some of the smaller yellowfin removed by fishing, because of the increased supply of food available.

Cohort analysis for skipjack

The identification of A and B semestral groups in the size distributions of skipjack has always been subjective and questionable, and previous calculations of cohort catches were dependent upon the identification of the dominant group. Reexamination of the data has led to the conclusion that large errors could be made in the calculations of the relative numbers and tonnages of younger and older fish if the dominant groups were misidentified. A modified method of cohort analysis more recently has been used which avoids the problems of misidentification. The same quarterly lengths used for separating age groups (see Figure 14) were assigned for all fish regardless of which group appeared to be dominant; these lengths were midway between those previously used for each group. This method is more conservative than the previous one, and is free of subjective bias, as no decision needs be made concerning the identification of groups. There necessarily will be errors in calculating cohort catches for quarters where one group predominates when using separation lengths that are an average of those formerly used for each of the groups. However, the more serious errors made by using separation lengths for one or the other group when, in fact, the group has been misidentified, are avoided. Thus far the problems presented by the likelihood of there being two groups of skipjack are insoluble in terms of cohort analysis, but this method (method 4) appears to be the best of poor alternatives.

Skipjack cohort predictions

The effects of cohort analysis by the above modified method on the apparent relationship between the Southern Oscillation (S.O.) index and related changes in sea temperatures in the skipjack spawning areas of the central Pacific and cohort catches at a later time are negligible; the regression line for the cohort years 1961-1974 remains essentially the same by all methods. About 58,000 tons of older fish belonging to the 1975 cohort has been captured in 1976. This brings the 1975 cohort catch to 124,000 tons. The prediction for the 1975 cohort, based on a high S.O. index, was for a low catch (best estimate 60,000 tons), and it is apparent that it has failed completely, the actual cohort catch being the third largest since that of 1955, when length-frequency samples were first available. For the 1961-1974 cohort years the correlation coefficient (r) was -0.80 ($P < 0.001$) for the cohort catches and the S.O. index, but with the 1975 cohort data included the coefficient is reduced to -0.66 ($P < 0.01$), meaning that only 44% of the variation in cohort catch can now be attributed to the Southern Oscillation and associated oceanic conditions. Because of decreased confidence in the apparent relationship between skipjack and the Southern Oscillation, changes in effort in recent years (see following section), and the uncertainties of the effects of porpoise regulations on the activities of the fleet, no more predictions will be made unless the data from subsequent years increase confidence in the model.

Estimates of catch-per-unit-of-effort for skipjack

The problem of estimating effort on a species in a multi-species fishery is a difficult one. Logged catch and effort data from the purse-seine fishery of the eastern Pacific for yellowfin and skipjack from 1961 to 1975 has been reexamined in an attempt to obtain meaningful estimates of effort and catch-per-unit-of-effort (CPUE) for skipjack. Only data from the 22 5-degree areas designated previously as skipjack areas were used (see Figure 12). This eliminates some of the effort in areas where little skipjack is usually captured. Data from seiners in each of the 22 areas were examined by quarter, and only those area-quarter strata having ≥ 100 days of effort, standardized to class-3 seiner, and ≥ 200 tons of skipjack captured by seiners were used. These values were arbitrarily set. The objective was to eliminate, as much as possible, effort believed to be mainly for yellowfin, while retaining as much of the skipjack catch as possible. The annual CPUE values were calculated by dividing the sum of the retained catch by the sum of the retained effort in the area-quarter strata used.

The percent of logged effort and catch retained relative to total logged effort and catch in the CYRA is shown in columns A and B of Table 8. The mean effort retained was 55%, while the mean catch re-

tained was 89%, so 45% of the effort, assumed to be mostly on yellowfin, has been removed while losing only 11% of the skipjack catch. However, the percent of logged effort retained increased to 70% in 1974 and to 71% in 1975. This may be related to the increase in the sum of the surface areas of the 5-degree areas in the strata selected for these years (Table 8, Column D). The fleet was more dispersed geographically and in time within the 22 skipjack areas in 1974 and 1975, as well as exerting more effort (Table 8, column E; Figure 16, center panel). Possibly more effort on yellowfin has been included in these years relative to earlier years, which would explain the increased amount of effort retained. If this is, in fact, the case, then the CPUE values for skipjack for these two years are too low relative to the other years.

Of the 22 5-degree areas examined, an average of 46% of the annual retained catch came from the Gulf of Guayaquil area (2-05-080), ranging from a low of 9% in 1974 to a high of 89% in 1966 (Table 8, column C). Thus the skipjack fishery may be regarded as composed of two fisheries: a highly concentrated one in a very small area (the eastern portion of area 2-05-080); and a diffuse one in the remaining 21 areas. The westward expansion of effort between 5°N and 15°N brought increased catches of skipjack as well as yellowfin so the effort increased considerably in 1973, 1974 and 1975 (Table 8, column K). The area north of 15°N traditionally has been investigated separately from that south of 15°N because of a gap in the skipjack distribution off central Mexico where high temperatures and/or associated oceanic properties are thought to be unfavorable for skipjack. The 22 5-degree areas were therefore divided into three regions: north of 15°N; 5°N to 15°N; and south of 5°N. The data for these three regions are given in columns H to P of Table 8 and the CPUE values are shown in Figure 17. Most of the catch of the southern region in most years comes from the Gulf of Guayaquil area. The CPUE values were much higher in the southern region than in the other regions from 1961 to 1970, but from 1971 on the differences are less. In 1974, in fact, the CPUE in the central region exceeded that in the southern region. The southern region shows a statistically significant downward trend in CPUE (Figure 17, lower panel). However, the 1975 CPUE in the southern region is double that of the previous three years, so perhaps the trend is reversing itself. A similar, but even greater decline is seen in the catch per-capacity-ton of the Ecuadorian fleet of small baitboats from 1961 on. There appears to be a slight downward trend in CPUE in the northern region, but it is not statistically significant. There is no trend in the central region.

Relative cohort CPUE of skipjack

The cohort catch (catch from a year-class) of skipjack east of 150°W has been significantly correlated with the Southern Oscillation. No cor-

rection for changes in effort had been made, mainly because of the problem of allocating effort in a two species fishery, but also because effort in the skipjack areas was not believed to have increased, as no trend in annual catch was apparent. The large increase in effort in the skipjack areas in 1974 and 1975 (Figure 16, center panel) now requires that the cohort catch be corrected for effort in order to serve as a measure of year-class abundance.

The total estimated numbers of fish captured east of 150°W in each age group (0+, 1+, and 2+ years of age, the small numbers of 3+ fish being grouped with the 2+ fish) were divided by the retained logged effort in the skipjack areas (see preceding section) for the years of capture, and the three values were added to obtain relative cohort CPUE (in thousands of fish per day's fishing, standardized to class-3 seiners). The term relative is used because the total catch is divided by a portion of the unknown total effort on skipjack. The retained logged effort used is assumed to be well correlated with the unknown total effort on skipjack so that, if the assumption is valid, the values obtained are measures of relative apparent abundance, even though the true CPUE values would be lower if they could be calculated. For simplicity it was assumed that all the catch was taken by seiners when, in fact, a minor proportion, varying annually, was taken by baitboats during the period studied.

The total cohort catch, effort on skipjack, and relative cohort CPUE are shown in Figure 16. The trend line for relative cohort CPUE (lower panel) was drawn by eye through the 4-year running means. There is a marked drop in the later years, with the 1971-75 period having values lower than any of the previous 10 years, the means dropping from 2.8 to 1.2 thousand fish per day—a decrease of 57%. The decrease is somewhat less when the CPUE is calculated with tonnage rather than numbers of fish, because of the increased proportion of larger and older fish captured in recent years, but numbers are a better indicator of year-class abundance than is weight. The cohort catch in tons was formerly used for predictive purposes. The downward trend is thought not to be related to increased effort as the CPUE began to drop before the effort increased (Figure 16, center panel). The effort value for 1976 was assumed to be the same as in 1975 for the purpose of estimating CPUE of age 2+ fish of the 1975 cohort captured in 1976, so that the value of the relative cohort CPUE for 1975 is a preliminary estimate.

The downward trend in apparent abundance is thought to be a natural fluctuation caused by unknown changes in oceanic conditions in the spawning areas of the central Pacific, in the migration routes, or in the fishing areas, particularly south of 5°N and in the Gulf of Guayaquil area, as suggested by Figure 17. There has been no corresponding trend in the S.O. index, or in the sea-surface temperature in the spawning areas. The

effect of the S.O. index appears to be superimposed on the trend. The linear relationship of the percent deviation of the CPUE from the trend with the S.O. index was tested and proved significant, with a correlation coefficient of -0.61 ($P < 0.02$). The coefficient for cohort numbers uncorrected for effort and the S.O. index was -0.67 ($P < 0.01$), so the effect of correcting for effort by this method has reduced confidence in the apparent relationship between skipjack abundance and the S.O. index. The relative cohort CPUE, in spite of the weaknesses of many of the assumptions required in this method of estimating relative effort on skipjack, is probably still a better measure of year-class abundance than is the uncorrected cohort catch because of the large increase in effort beginning in 1974.

Size composition of the 1976 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 growth rate, mortality, yield per recruitment and year-class abundance. The results of these studies have been reported in several Commission bulletins and annual reports.

For 1976 over 800 length-frequency samples of yellowfin and over 700 samples of skipjack had been processed by mid January 1977. These samples were measured from catches landed in California, Puerto Rico, Panama, Ecuador, Peru and Mexico. The annual length-frequency distribution of yellowfin sampled in the CYRA during 1971-1976 are shown in Figure 18. The preliminary estimate of the annual average weight of yellowfin in the CYRA for 1976 is 31.8 pounds, an increase of 2.3 pounds over the average weight for 1975, but less than the average weights for 1972 and 1973.

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled from catches made between the western boundary of the CYRA and 150° W longitude during 1971-1976 are shown in Figure 19. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin from this region is 73.8 pounds. As in most previous years, this is more than double the average weight of yellowfin from the CYRA.

The annual length-frequency distributions of skipjack sampled in the eastern Pacific Ocean during 1971-1976 are shown in Figure 20. The preliminary estimate of the annual average weight of skipjack for 1976 is 7.2 pounds, the same as that of 1974, but slightly below the average weights of the other four years.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Coastal Upwelling Ecosystem Analysis (CUEA)

During the first several months of the year Commission scientists participated in the first phase of the JOINT-II Expedition off the coast of Peru. This took place from March to May, with reduced effort through October. The second phase is scheduled for March-May of 1977 in the same area. A number of universities and agencies in the U. S. are participating, in cooperation with several Peruvian agencies (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Dirección General de Hidrografía y Navegación) under the general coordination of IMARPE (Instituto del Mar).

As part of the cooperative program a fishing firm was to assign a bolichera vessel to the CUEA program for the several-month period during which time IATTC's drogue measurements would be made. Unfortunately, the firm was not able to provide the vessel during the March-April period, so drogue experiments scheduled for 1976 along with experiments of several other research groups, had to be cancelled.

The research proposed by IATTC scientists for 1977 includes a series of experiments based on radar tracked drogues to be made during a set of integrated biological experiments along an upwelling plume of water north of San Juan, Peru. These experiments are planned for implementation aboard the research vessel *Cayuse*, one of the four ships scheduled for JOINT II in 1977.

IATTC-INPE (Instituto Nacional de Pesca del Ecuador) primary productivity study

Work continued at a modest rate during the year on summarizing the data from this project, after some ambiguities in biological measurements were clarified. Copies of a considerably revised computer printout representing most of the data for the cruise were distributed to the Ecuadorian and U. S. scientists participating in the project.

Spacecraft oceanography

Of considerable interest to the Commission's remote sensing group has been the development of procedures for correlating ocean measurements made by ship to the equivalent measurements made from space. During 1976 the development of such methods was related primarily to the analysis of data from two particular satellites, NOAA-4 and LANDSAT-1. Specifically, this analysis has dealt with the NOAA-4 Very High Resolution Radiometer (VHRR), both visual and thermal infrared, and the LANDSAT-1 Multispectral Scanner (MSS), both visual and near infrared. It became evident that in developing methods which would yield the cor-

relations we sought, it would also be quite helpful to be able to superimpose data fields from various satellite sensor systems.

In the Commission's annual report for 1975, it was pointed out that quite accurate computer generated gridding had been developed for the ERTS-1 satellite (now called LANDSAT-1) MSS digital imagery. As an integral part of our efforts to correlate satellite ship and satellite-satellite data fields, the gridding procedures were further refined during 1976, and were applied not only to LANDSAT-1 imagery, but to NOAA-4 digital imagery as well.

One of the problems inherent in the use of LANDSAT-1 MSS data fields is the so called 'skewing problem'. This concerns the skewing (offset) of successive scanlines in the data field due to the rotation of the earth and the finite scanning period of the sensor. First-order skew corrections were developed during 1976, and analysis of numerous LANDSAT-1 MSS data fields, both corrected and uncorrected, indicates that the accuracy of the gridding is improved by a factor of about 50% when the corrections are included. For a full-scene LANDSAT-1 field (185 km X 185 km) the error encountered in the gridding has thus been reduced to about 1 km in latitude, and 5 km in longitude.

Because of the importance of being able to superimpose satellite data from different sensors, analytical transformation equations were developed during 1976 which will facilitate such comparisons. We routinely work with satellite digital imagery of dimensions 4 ft x 4 ft and containing 27,648 bytes of precision-gridded digital data. The transformation equations perform the following function: Given a particular set of latitude-longitude intersections in the field, the values of the corresponding set of data bytes is determined. The transformation equations have been incorporated into a FORTRAN-4 program and subroutine, and the program's performance evaluated for a 2,500-element subarray of a LANDSAT-1 MSS field corresponding to the subarea indicated in Figure 21. In this analysis it was found that the data bytes of the specified locations were routinely identified to within ± 1 data byte. Figure 21 is first-order corrected for skewing.

A small case study aimed at evaluating the potential of GOSSTCOMP (Global Ocean Sea Surface Temperature Charts) data for use in monitoring regional changes in surface temperatures suggests that currently available GOSSTCOMP data may now have the stability and quality needed for such a task. A set of weekly charts for July and August 1976 were averaged to obtain the mean sea-surface temperature (SST) data shown in Figure 22. Several known regional features show up clearly in the chart, including the cool-water plume south of Punta Eugenia (Baja California), and the warmer surface water flowing out from the Gulf of California and along the mainland of Mexico. More transient features such as the location of the boundary of the California Current are clearly

seen in one of the weekly charts (Figure 23). A different approach to monitoring SST, the use of temperature anomaly maps, is seen for the same 6-week period (Figure 24). This chart shows those localities undergoing heating and/or cooling based on the 2-month mean conditions. The California Current boundary shows changes between 1° and 3°C cooler than the average, suggesting the effects of advection and cooling.

Coastal zone ocean color experiment

During November 1975 Commission scientists participated in a cooperative experiment with scientists from the U. S. National Environmental Satellite Service (NESS), the National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), and Scripps Institution of Oceanography (SIO). The objective of the project was to assess the potential of the recently developed instrument, the Coastal zone Multispectral Scanner, in the coastal Zone of the Los Angeles Bight and extending south to San Diego. The data from that experiment were processed and evaluated in 1976. Preliminary testing off the east coast of the United States had shown the instrument to be capable of detecting very small color changes, and as such holds promise as a remote sensor aboard future satellites for studying crops of phytoplankton and suspended sediments.

The Precision Radiation Thermometer (PRT) and High Sensitivity Thermograph (HST), which continuously measured sea surface temperature during the NOAA/SIO/IATTC Project were IATTC's responsibility and apparently worked except near the end of the cruise period. An accurate calibration of the HST was made aboard the SIO research vessel *Dolphin* after the first day out, using bucket temperatures covering a range of 15° to 18°C. In addition, other bucket temperatures were taken during the cruise. An accurate calibration of the HST data was possible because of the manually recorded bucket sea-surface temperature. After completing the calibration, the SSTs from the HST log were plotted on a large scale chart and analyzed manually. A similar procedure was followed with the PRT data. However, PRT chart units were converted to SSTs based on a calibration using the HST temperatures for times corresponding to those for PRT data. The preliminary analysis revealed that on the two days of the aircraft flights, October 29 and November 1, 1975, the SST along the coast of California from Dana Point to San Diego Bay varied from only 15.8° to 17.2°C. The coldest SSTs were found along the nearshore area and near the San Diego Bay entrance. The NOAA-4 VHRR satellite data processed to date, and especially the VHRR infrared photos for October 29 and November 1, 1975, show good agreement with these observed SSTs.

In gridding NOAA-4 VHRR digital imagery skew effects were also encountered. An algorithm somewhat analogous to that employed for

LANDSAT-1 imagery was developed and is currently used in gridding imagery such as that shown in Figure 25. This figure represents an area at the earth's surface of dimensions 940 km x 940 km, and inset in the field is shown the cruise track of the *Dolphin*. With no compression of the data for the cruise track region we view the area at full resolution, as shown in Figure 26. This thermal infrared digital image corresponds to an area at the earth's surface of dimensions 59 km x 59 km. The transformation equation programs are being applied to imagery such as this as we seek correlations between satellite and ship data.

FROMSAT cruise

Almost all of the Commission's oceanography personnel left San Diego on June 1 aboard the research vessel *David Starr Jordan* on a cooperative fishery oceanography cruise together with personnel from the U. S. National Marine Fisheries Service (La Jolla). The cruise covered all of the month of June, and the first part of July. The cruise track and station positions are seen in Figure 27. The purpose of the cruise was two-fold: 1) to study the physical processes that cause changes in the subtropical and subarctic front or Transition Zone in the eastern north Pacific and 2) to evaluate a group of satellite observations taken in the area at the same time for its applicability to monitor characteristics of the Transition Zone that affect the distribution of albacore in that area at that time.

During the 4,000-mile cruise, 149 STD profiles were made to study salinity, temperature, density and dissolved oxygen structure in the upper 500-1000 meters of water. At 33 of these stations water samples were taken to measure chlorophyll concentration. Continuous measurements of temperature and salinity were made with a thermosalinograph, as were measurements with the Commission's PRT from the bow of the vessel. Surface chlorophyll was also continuously monitored with a fluorometer, and these data were calibrated using the discrete water samples for chlorophyll. Because of the importance of knowing vertical distributions of temperature, moisture and pressure in the troposphere for our remote sensing research, 21 radiosondes were launched during the cruise. Increased spatial resolution in and around the subtropical and subarctic oceanic fronts was obtained by making 36 expendable bathythermograph profiles in addition to the STD casts. Water bottle casts were made at 41 locations to obtain samples for subsequent analysis of dissolved nutrients.

Work is continuing on processing and reducing shipboard data from the cruise. A large number of STD traces were made without corresponding digital data tape counterparts. As a result we have developed a computer program in which the analog tapes are digitized by means of a Calma digitizer machine located at Scripps Institution of Oceanography. VHRR data for the cruise period have been reviewed and seven passes

were found to cover the best conditions. Because of ERTS (LANDSAT) data coverage problems, it appears that our ability to use what ERTS data were collected during the early June period is severely reduced.

Cloud screening project

A new project was started in late September which continues our research efforts in remote sensing and which emphasizes the development of a cloud screening technique based on visual and thermal infrared scanner data. Hopefully, the resulting algorithms can be applied to the new generation of all-weather passive microwave radiometers. Measurements from these radiometers which can penetrate through clouds and light rain do, however, require additional corrections before the data are considered to be of good quality for oceanographic purposes. In order to better understand the correlations, statistical analyses will need to be made on a large number of data arrays.

To date, a program has been written for our Hewlett-Packard 9810A computer which accepts an array of N samples, each observation (X_i) being an 8 bit byte (0-255 range). The statistics computed are: array mean, array variance, array standard deviation, array skew and array kurtosis. A histogram depicting the frequency distribution is then plotted by the computer, as in Figure 28. A family of these histograms and array statistics needs to be generated before an adequate statistical method of cloud screening can be developed.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1976 AND OUTLOOK FOR 1977

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

YELLOWFIN

The status of yellowfin has been evaluated by the application of general production models and age-structured models. For general production models the population of fish under consideration is considered to be a homogeneous mass, to which there are additions due to recruitment and growth and subtractions due to natural and fishing mortality.

Except at a population size of zero and at the maximum possible population size the additions exceed the subtraction due to natural mortality, the excess being termed the surplus production. If the fishing mortality (*i.e.* the catch) equals the surplus production the population will remain at equilibrium indefinitely, provided there are no disturbances due to natural perturbations. At some intermediate point between zero and the maximum possible population size the surplus production will be maximum. If the object of management is to obtain the maximum sustained yield this intermediate point should be determined and the population maintained at that size. If the stock is at that level, and then in a given year the catch exceeds the surplus production the size of the stock will be reduced, so the catch in the following year should be curtailed to allow the stock to recover. On the other hand, if the catch in a given year is less than the surplus production the stock will increase, and the catch in the following year can be increased to reduce the stock again to its optimum size (*i.e.* the size that will produce the maximum sustained yield).

The information needed for the application of general production models consists principally of catch and effort data. Shortly after establishment of the Commission its scientific staff began to collect statistics of catch and effort for the fishery for yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean. This series of data has been continued to date through a program of collection of weights of fish unloaded and of logbook data.

These statistical data were used during the 1950's with the logistic model, a special case of the general production model, in which the optimum population size is half the maximum population size and the relationship between catch per unit of effort and effort is linear, to assess the status of the stock of yellowfin 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 thousand short tons, which could be taken with a total fishing effort of about 35 thousand 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 122 thousand and 115 thousand 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 87 thousand and 73 thousand tons, respectively. This model was used as the basis for the regulations recommended by the Commission's staff for 1962 through 1968. These regulations could not be implemented until 1966, however. At this time a quota for the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), shown in Figure 29, was established; the fishery has been regulated each year since that time.

The catch per standard day's fishing (CPSDF) is believed to provide a fairly reliable index of abundance of yellowfin. The manner in which these data are employed, and the trends during the 1960-1976 period, are given in a previous section of this report. The fluctuations during 1960-1965 corresponded remarkably well to what had been expected from the logistic model as applied at that time by the staff of the Commission. In 1966, the first year of regulation, the CPSDF was higher than in the previous year, and in 1967 and 1968 the CPSDFs became still greater despite substantial catches. According to the model the stock should have remained at about the relatively low level of 1965 throughout this period.

The failure of the CPSDFs to respond as predicted to the fishery could be due to (1) deficiencies in the model, *i.e.* its failure to account adequately for the changes in the population due to fishing, or (2) deficiencies in the CPSDF, as employed by the Commission's staff (*i.e.* standardized to Class-3 purse seiners), as an indicator of abundance.

In the first case, the deficiencies in the model could be due to (a) geographic expansion of the fishery, (b) alteration of the size composition of the fish in the catch, or (c) environmental factors which could cause the abundance of the fish to change independently of fishing.

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 and banks (Figure 30). 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 31 and 2. 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 29. 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 that for Area A1 alone. On the other hand, if there is little or no mixing of 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 Area 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. Thus the assumption that the population of fish under consideration is a "homogeneous mass" is not fulfilled.

The environmental factors which could affect the abundance of the fish are assumed to have averaged out over the long run.

In the second case, the deficiencies in the CPSDF as an indicator of abundance could be due to (a) the fact that since the late 1960's the fishery inside the CYRA has taken place mostly during the first half of the year, whereas previously it had taken place throughout the year, (b) changes in efficiency with time of vessels of the same size class, (c) use of Class-3 as the standard size class, whereas the great majority of the vessels are larger and conduct most of their fishing in areas where the Class-3 vessels do not fish, (d) difficulties caused by the fact that the fishing effort is directed toward skipjack as well as yellowfin, (e) changes in fishing strategy brought about by attempts to avoid very large yellowfin, which have high concentrations of mercury or (f) environmental factors which could influence the availability and/or vulnerability of the fish to the fishermen.

Before the advent of regulations, when the fishery was pursued throughout the year, the CPSDFs were usually higher during the first half of the year. Accordingly, the average CPSDFs for the first four months of the year, as well as for the entire year, are calculated (see Figure 4), so this bias is avoided when the trend for the first four months only is considered.

Since the shift from baitboat to purse-seine fishing in the late 1950's and early 1960's the fishermen have acquired new or improved types of gear and have improved their skills at using this gear. These changes should produce higher CPSDFs than would be the case if their gear and skills had not been improved. Accordingly, to avoid a bias, it is necessary to adjust for this improvement. An adjustment that compensates for increased success in capturing schools that are encountered has been incorporated into the data, but there may be other biases which cannot be detected.

Class-3 was selected as the standard size for purse seiners during the

1950's because at that time Class-3 purse seiners caught more tunas than did purse seiners of any other size. Since then many much larger purse seiners have been built, and many of the smaller ones have sunk or are no longer active. The larger vessels fish in all areas, while the smaller ones fish almost entirely within a few hundred miles of the coast, and tend to fish more at the northern and southern ends of the range of yellowfin, and less in the area between southern Mexico and Colombia. The method of standardization is such that the CPSDF is nearly equal to the catch per day's fishing (CPDF) of Class-3 vessels, regardless of how well vessels of other size classes have performed relative to Class-3 vessels. Accordingly, if the ratio of the CPDF for large vessels to that of small vessels is greater than average the abundance of the fish is probably greater than indicated by the CPSDF, whereas if that ratio is less than average the reverse is probably the case. The pertinent data for the period during which the large and small vessels followed distinctly different modes of fishing are shown in Table 9. Accordingly, in years such as 1972 and 1973 the abundance of yellowfin may have been higher than indicated by the CPSDF, whereas in years such as 1974 and 1975 the abundance could have been lower. Resolution of the problem of standardization has been given high priority among the Commission staff's research projects.

The greatest difficulty in the use of CPSDF data as an index of abundance is caused by the fact that the fishing effort is directed toward skipjack as well as yellowfin. Considerable effort has been devoted to the solution of this problem, but the results to date are unsatisfactory. This situation does not by any means render the CPSDF data meaningless, however.

The perturbations which took place during the early 1970's due to attempts to avoid very large yellowfin with high mercury concentrations are believed to have been relatively minor.

The environmental factors which could influence the availability and/or vulnerability of the fish to the fishermen are assumed to have averaged out over the long run.

By 1968 it was strongly suspected that the AMSY for the CYRA was significantly greater than the original estimate of 92 thousand 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 request 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 thousand tons for 1969, 1970, and 1971. If the CPSDF, in Class-3 purse-seine units, should decrease to less than 3 tons per day during that period the catch would be curtailed to

prevent possible irreparable damage to the stock. This program of empirical management has continued to the present. The increased quotas and catches for 1969, 1970, and 1971 apparently did not result in decreased CPSDFs. In 1971 the CPSDF was lower, but the decrease was probably due mostly to diversion of effort from yellowfin to skipjack and avoidance of very large yellowfin due to the mercury problem mentioned previously. In 1972 the quota was increased to 140 thousand tons. The catch was 152 thousand tons, but the CPSDF increased to about the level of 1968-1970. In the following years the quotas and catches increased still further, and during 1973-1975 the CPSDF steadily decreased. This information is summarized in Table 10.

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 for analysis of the catch, effort, and catch per unit of effort data. Only the two methods which have been given the most emphasis in 1976 are discussed in this report.

For the first analysis (Case 1) the logistic model was used. The effort was standardized to Class-3 purse-seine days (vessels of 101 to 200 tons capacity). Only the data for 1967 through 1976 were used, as prior to 1967 the fishing effort was not as well dispersed over the CYRA as later; also major changes in the efficiency of the purse-seine vessels were apparently taking place in the earlier years. The CPSDFs (unregulated trips) 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 173 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions to be about 47.6 thousand Class-3 days. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the upper panel of Figure 32. All of the points, except those for 1967 and 1971, occur above the line. (In both of those years large catches of skipjack were made, which diverted effort away from yellowfin, almost certainly reducing the catch of the latter species.) This occurrence of most of the points above the line is not unexpected, as the line represents levels of catch which would be taken at equilibrium conditions, and during the period in question the effort and catches were increasing, thereby reducing the accumulated stock. This pattern obviously cannot continue indefinitely, for eventually, unless the trend is reversed, the stock will be reduced to the extent that the catch will decrease no matter how much effort is exerted.

For the second analysis (Case 2) the logistic model was again used, employing only the data for Class-6 purse-seine vessels (greater than 400 tons capacity). This was done because it had been observed that the CPDFs for the larger vessels had decreased more in recent years (1974 and 1975) than had those for the smaller vessels. Since the larger vessels fish in more areas of the eastern Pacific Ocean and take a larger share (more than 85 percent) of the catch than do the smaller ones, the possibility exists that use of Class-6 data only will produce different estimates of the parameters. Only the data for 1968 through 1976 were employed. As in Case 1, the CPDFs 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 equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the lower panel of Figure 32. In this case the AMSY is estimated to be 168 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions to be about 17.5 thousand Class-6 days.

In each of the two cases the AMSY is estimated to be about 170 thousand tons. In Case 1 the 1976 effort is located on the graph above the highest part of the curve, indicating that the effort for that year was at the optimum level. In Case 2, however, the 1976 effort is to the right of the highest part of the curve, which means that it exceeded the amount of effort which would produce the AMSY. The complexity of the situation makes it impossible to determine which of these two analyses better represents the true situation. The best way to improve the estimates of the AMSY is to increase the fishing effort to the point that the total catch is reduced, which is the object of the experimental overfishing program discussed earlier.

Age-structured modeling begins with one or more groups of fish, the recruits. With the passage of time the weights of the individuals which survive increase due to growth, but the number of survivors decreases due to mortality. Some of the mortalities are fish which are caught, but the others, which die due to natural causes, are lost. Computer simulations based upon such models can be kept running indefinitely by inserting additional recruitment at appropriate intervals.

The input to age-structured models consists of estimates of recruitment, growth, and fishing and natural mortality. Additionally, in some cases, the models can be made more realistic by insertion of migration. Estimates of the rates of growth and mortality are obtained from analysis of data on the size composition of the catches, supplemented by other data of various types. The Commission's staff has collected data on the size composition of the catches of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean since 1954, and in addition has had access to the corres-

ponding data collected during 1951-1954 by the California Department of Fish and Game.

These data were used originally with the yield-per-recruit model, a type of age-structured model, to assess the impact of the fishery upon the stock of yellowfin in the eastern Pacific Ocean. As was the case for the general production models discussed above, it was assumed that the fishery operated upon a single stock of fish which did not extend beyond the range of the fishery. These early 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 perhaps also the yield, could be increased. It was determined that it would not be practical to reduce the catch of small fish however. Those studies took place during the 1950's when most of the vessels of the fleet were bait-boats. Since then these have been largely replaced by purse seiners, which catch larger fish, on the average, than baitboats. This change in the predominant type of gear could be at least partially responsible for the fact that the catches during the last decade have exceeded what was believed during the previous decade to be the average maximum sustained yield.

Yellowfin which are recruited to the fishery apparently belong to two groups, the X group which enters the fishery during the first half of the year but does not contribute to it significantly until the second half, and the Y group which enters during the second half but does not contribute significantly until the first half of the following year. The X and Y groups are, on the average, about the same size. 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 1966-1974, 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. Recent analyses examining the effect of an expansion offshore on the estimates of recruitment, and the examination of tagging results concerning differential, age-specific movement, support the conclusion that since the offshore expansion of the fishery to Area A2 the stock of yellowfin is capable of sustaining higher catches than prior to the offshore expansion, and that the second hypothesis is more likely to be the correct one.

In 1973 and 1974 large catches of small fish of the Y group were made in Area A1 during the first two quarters of the year (Figures 33 and 34). The question naturally arises as to whether these increased catches were due to increased recruitment, increased vulnerability of small fish resulting from average recruitment, or a combination of increased recruitment and increased vulnerability. In the first case large catches could be expected in subsequent years when the fish from the large recruitment were available as medium and large fish, but in the second case the reverse would be true due to scarcity of medium and large fish after the small ones were heavily exploited.

It can be seen in Figures 33 and 34 that the catches of the Y73 cohort as age-2, -3, and -4 fish were below average, indicating that the recruitment of this cohort was about average, and the high catch in 1973 was due to increased vulnerability of these fish at age 1.

For the Y74 cohort, however, the catch during 1974 at age 1 was even higher than had been the case for the Y73 cohort during the preceding year, and the catches of Y74 fish were about average, or a little above average, during the following two years. Accordingly, the recruitment of the Y74 cohort was well above average. The weight of the catch at age 1 exceeded the combined weight of the catches at ages 2 and 3, which was not the case for any other cohort except the Y73 cohort, which indicates that the vulnerability of the fish of the Y74 cohort was high during 1974.

The entering Y75 cohort, as seen in Figures 33 and 34, was of about normal abundance in 1975, producing a catch of approximately 10 thousand tons. The catch of the cohort as age-2 fish in 1976 was about twice its catch as age-1 fish in 1975—a more normal situation than observed for the Y73 and Y74 cohorts. It therefore appears that the recruitment of

the Y75 cohort was about average, and that the vulnerability of the fish at age 1 was about normal.

The Y76 cohort, which was heavily exploited in the fishery for the first time in 1976, has produced a catch of about 20 thousand tons, which is slightly greater than average.

During the last two years considerable concern has been expressed over the possible effect of the unusually large catches of age-1 fish of the Y73 and Y74 cohorts. The Y73 cohort has nearly passed through the fishery, although small catches of these fish should be taken during 1977. The large catches taken during its first year in the fishery reduced its subsequent abundance and catch. The Y74 cohort has produced much larger catches of age-2 and -3 fish than did the Y73 cohort at the corresponding ages. Good catches are expected from this cohort again in 1977. The possibility of greatly reduced catches during 1975-1976 as a result of the large catches of age-1 fish in 1973 and 1974 is no longer of concern.

The staff of the Commission has for most purposes considered the stock of yellowfin in the CYRA to be a single, intermingling unit. Genetic and tagging data do not refute the possibility that there may be heterogeneity in the composition of the stock within the CYRA, however. In order to investigate the possible effect on estimates of potential production of there being more than one stock in the CYRA Commission scientists have extended their computer simulation model, TUNPØP, to include this situation. The modified simulation model TUNMIX, allows areal differences in fishing intensity, size-specific fishing mortality, recruitment, growth, and natural mortality, and rates of mixing of fish among areas. The early results from this new model substantiate early conclusions that a change in age-specific fishing mortality alone could not account for the larger catches observed in the fishery since 1969. The larger catches had to be accounted for by increased apparent recruitment.

Although the analyses are consistent with earlier estimates of yield from the yellowfin population of the eastern Pacific, they provide more consistent fits to the observed catch data when a value of 0.6, instead of the commonly-used value of 0.8, is used for natural mortality.

Analyses performed in 1975 suggest that the yellowfin stock inside the CYRA was capable of supporting a catch between about 140 and 190 thousand tons. The recommendations made at that time were based on both general production model and age-structured model analyses. The fact that unusually large catches of age-1 fish were taken in 1973 and 1974, and the effect of these catches on subsequent yields from the corresponding cohorts was unpredictable, influenced heavily the decision to recommend for 1976 a quota starting at a lower level of 140 thousand tons, but with allowances to increase it to 190 thousand tons.

Now, using the current data presented above, it appears that sustainable yields of about 170-175 thousand short tons can be taken, on the average, from the CYRA. Utilization of the same data base, but placement of certain constraints upon the model parameters, resulted in estimates of yield approaching 200 thousand tons for the CYRA.

The upper panel of Figure 32, which uses Class-3 vessels as the standard, shows the effort during the last few years to be near the optimum level at which maximum yields can, on the average, be sustained. If the effort is kept at the same level of about 50 thousand days in 1977, then according to the model 175 to 180 thousand tons should be taken, provided conditions are normal. If the effort is kept at that level the catch should come into equilibrium at about 175 thousand tons. If the effort is increased to about 65 thousand days, the catch would first increase, but then decrease if the effort were sustained at that level.

If the use of Class-6 vessels as a standard (Figure 32, lower panel) better represents conditions in the fishery the effort should be reduced slightly to about 18 thousand days of fishing, at which level the catch will stabilize at near 170 thousand tons.

In both of these instances the fishery appears to be operating at near its optimum level in terms of obtaining maximum yields on a sustained basis. If, however, the estimates of yield as presented are conservative, then the yellowfin stock could sustain further increases in effort. Since the age distribution in the catch returned to normal, after two years (1973 and 1974) of substantial deviation, and no adverse effects have been observed from the aberrant years, 1977 would be a good time to further manipulate the stock, in terms of the experimental program. By moving the level of effort further to the right on the two curves in Figure 32, where no effort has previously been expended, further information concerning the shape and level of the line would be generated. If the consequence of such action was an increased catch which could be sustained without a sharp decrease in CPSDF the estimate of 175 thousand tons as maximum yield would have to be considered conservative. If, on the other hand, the catch declined or remained the same as a result of increased effort, then the estimates would be considered to have been relatively accurate.

The fishery has operated in the area outside the CYRA (Figure 29, Area A3) since 1968 (Table 10). Essentially no fishing takes place in this area during the first half of the year, primarily because the weather there is too bad. By the time the weather improves in May-June the CYRA is generally closed to unrestricted yellowfin fishing, and many of the large vessels from the international fleet move to the outside. 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 yellowfin

from outside the CYRA have been considered separately from those inside the CYRA.

In 1969 the CPDF for Class-6 purse seiners was greater than 20 tons, but since then the CPDFs have been remarkably constant, between 10 and 13 tons (Figure 35). In 1969, 1970, and 1971 the effort was less than 2.6 thousand days, and the catches less than 30 thousand tons. During the 1972-1975 period the effort and catches were nearly constant, the former between 3.5 and 4.1 thousand days and the latter between 41 and 50 thousand tons. The 1976 catch was greater than that of any previous year, but the CPDF was about the same as it was during the 1971-1975 period. In the lower panel of Figure 35 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 biological 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 1975 skipjack comprised about 45% 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. Twelve 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 a possibility, however, that such a relationship might be masked by the nature of the fishery. For example, in different years the availability of skipjack might differ, but the amount of effort directed toward that species might be proportional to the availability, resulting in equal 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 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 has been 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 1976 was about 142 thousand tons, making it the 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 con-

straints 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, 1975, and 1976 the catches have deviated considerably from the predictions. Accordingly, the data are being reexamined 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 1976**

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, y Francia y Nicaragua en 1973. En 1967, Ecuador anunció que se retiraba de la Comisión y esta renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto de 1968.

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

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 vigésimosexto 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 al final de 1976 ha publicado 110 boletines, 164 artículos en revistas exteriores de prensa y 25 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 su XXXIII reunión en Managua, Nicaragua del 11 al 14 de octubre. Cada país miembro, excepto Francia, fue repre-

sentado por uno o más miembros regulares. Además asistieron asesores de varios países miembros y observadores de Chile, la República de China, Colombia, Ecuador, El Salvador, Francia, la República de Corea, Perú, España, Venezuela y de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA).

Al iniciarse la reunión la Comisión aprobó la siguiente agenda que se siguió muy de cerca durante las sesiones.

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y adopción de la agenda
3. Examen de la investigación actual
4. En año pesquero de 1976
5. Condición de la población del aleta amarilla y cuota para 1977
6. Discusión sobre el sistema actual de la veda de pesca
7. Relación delfin-atún y problemas asociados
8. Presupuesto y programa recomendado de investigación para el año fiscal 1978/1979
9. Sede y fecha de la próxima reunión
10. Nombramiento de funcionarios
11. Otros asuntos
12. Clausura

La Comisión adoptó las siguientes medidas*:

- (1) Acordó continuar con el programa experimental de pesca durante 1977, con una cuota de 175,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla en el área reglamentaria de la Comisión de aleta amarilla (ARCAA), autorizando al Director de Investigaciones aumentar este límite mediante dos incrementos sucesivos, si en su opinión esta acción no ponía en peligro la población de aleta amarilla. El primer incremento sería de 20 mil toneladas y el segundo de 15 mil toneladas.
- (2) Acordó que si se prevee que el índice de la captura anual se reduce a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, la captura irrestricta de aleta amarilla en el ARCAA se reduciría a fin de que no exceda el cálculo entonces vigente de la producción equilibrada.
- (3) Acordó que los investigadores de la Comisión realizaran un examen técnico de toda la información existente, con relación al problema delfin-atún y que preparara un propuesta deta-

*Francia envió su aprobación mediante telegrama.

llada para que la Comisión emprendiera la investigación de los delfines.

- (4) Acordó que la Comisión celebraría una reunión especial en la fecha y sede que se ha de determinar, con el fin de examinar la propuesta de la Comisión para investigar los delfines.
- (5) Acordó el presupuesto propuesto de \$1,230,224 para el año fiscal 1978-1979.
- (6) Acordó que la próxima reunión regular de la Comisión se celebrara en San José de Costa Rica del 17 al 21 de octubre 1977.
- (7) Acordó que Costa Rica elija uno de sus delegados como Presidente en 1977, y eligió al Sr. Wilvan G. Van Campen (E. U. A.) como Secretario.
- (8) Pasó la siguiente resolución para la conservación del atún aleta amarilla.

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 1977 con el programa experimental de pesca del aleta amarilla, y

Considerando que la resolución de la XX 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 1977, 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, si de un nuevo examen de los datos disponibles, llega a la conclusión de que dicho aumento no constituye un peligro apreciable para la población, el primero de estos aumentos debe ser de 20,000 toneladas americanas y el segundo por la cantidad de 15,000 toneladas;
- 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 de 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 1977, 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 1977, en la fecha en que la cantidad ya capturada más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en la mar con permiso para pescar sin restricción o que se hagan a la mar en conformidad al artículo 12, alcance 175,000, 195,000 o 210,000 toneladas americanas, si el Director de Investigaciones determina que pueden obtenerse estas cantidades menos la porción reservada para capturas incidentales en el artículo 2 *supra* y para las asignaciones especiales estipuladas en los artículos 7, 9, 10 y 11 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones.

5) Dado un nivel de esfuerzo pesquero en 1977 parecido al de 1976, se espera que la fecha de veda de la temporada abierta en 1977 sea aproximadamente la misma que la de 1976, 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 y 11 *infra*, que pescan atún en el ARCAA después de la fecha de veda de la pesca de atún aleta amarilla, desembarcar una captura incidental de esta especie obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA en cada viaje iniciado durante dicha temporada de veda. La cantidad que se permite desembarcar a cada embarcación como captura incidental de atún aleta amarilla será determinada por el gobierno que regula las actividades pesqueras de esas embarcaciones; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de aleta amarilla obtenidas por todas las embarcaciones de un país que tengan ese permiso, no excederá del 15% 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. La siguiente medida debe aplicarse solo para el año de 1977 y no debe constituir un precedente en años futuros o para otros países.

- a) En el caso de Costa Rica, estas 6,000 toneladas americanas de aleta amarilla pueden ser capturadas por barcos hasta de 1,100 toneladas americanas de capacidad de acarreo, con la condición de que el gobierno de Costa Rica informe a la Comisión la fecha en que estos barcos principien a pescar.
- b) En el caso de Nicaragua dos (2) de sus barcos con una capacidad de acarreo hasta de 1,800 toneladas americanas cada uno, pueden capturar 4,000 toneladas de estas 6,000 toneladas americanas de aleta amarilla, con la condición de que el gobierno de

Nicaragua informe a la Comisión la fecha en que estos barcos principien a pescar.

- c) En el caso de Panamá, sus barcos de más de 400 toneladas de capacidad de acarreo pueden capturar hasta 3,000 toneladas de estas 6,000 toneladas americanas de aleta amarilla, con la condición de que el gobierno de Panamá informe a la Comisión la fecha en la que estos barcos principien a pescar.

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 1977, 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 1976 inferior al 75% 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 1977, 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 1977 solamente, a seis (6) nuevas embarcaciones que México incorporó a su flota pesquera durante la temporada de 1976 y que presentan problemas especiales de maniobra.
- 10) Permitir solo durante 1977, que se capturen 1,000 toneladas de atún aleta amarilla durante la temporada de veda por un barco o barcos de los Estados Unidos de América para continuar la investigación sobre la reducción de la mortalidad accidental de los delfines.
- 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 1977, alcance las 1,000 toneladas americanas.
- 12) Solo para 1977, a fin de evitar congestiones en las maniobras de desembarque y en las instalaciones de elaboración cerca de la fecha de clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la suficiente preparación, cualquier barco que complete su

viaje antes de la clausura o que se encuentre en puerto en la fecha de clausura y haya completado un viaje en el ARCAA durante 1976, 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 1977 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 1978, 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 los 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 trasbordos de atún de embarcaciones de su bandera que estén pescando atún en el ARCAA durante la veda aplicable a tal embarcación. Los estados miembros que permiten tales desembarques o trasbordos dentro de su jurisdicción efectuados por embarcaciones abanderadas en otro país cooperarán con el país de bandera para efectuar una inspección adecuada.
 - d) Aplicar la legislación interna de cada país acorde con la gravedad de la violación para hacer cumplir las recomendaciones de la Comisión.
 - e) Cooperar con los gobiernos miembros en apoyar el cumpli-

miento 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 trigésima reunión, celebrada en Ottawa (Canadá) en 1974, la Comisión aprobó unánimamente el programa de investigación para el año fiscal de 1976-1977, presentado por el Director de Investigaciones, como también el presupuesto calculado de \$1,128,950 para llevarlo a cabo. Esta suma representaba un aumento de \$232,618 sobre los fondos recibidos de los países miembros en el año fiscal 1975-1976. Esta cantidad fue presupuestada para un proyecto especial de marcado de barrilete en las Islas Marquesas, que se ha de continuar en el año fiscal 1977-1978. En octubre de 1976, la Comisión se enteró que recibiría la cantidad completa que había solicitado para el año fiscal 1976-1977.

Como la mayoría (85 al 90%) de los fondos de la Comisión provienen de los E. U. A., de acuerdo a la cantidad utilizada de atún, la Comisión, cuando se fundó encontró conveniente adoptar el mismo año fiscal (1 de julio a 30 de junio) de ese país. Sin embargo, en 1976, el gobierno de los E. U. decidió adoptar el año fiscal del 1 de octubre al 30 de septiembre. Se les avisó por correo a los países miembros de la CIAT para que notificaran si estaban de acuerdo con un cambio similar en el año fiscal de la Comisión. Al no presentarse ninguna objeción, la Comisión adoptó el año fiscal del 1 de octubre al 30 de septiembre, comenzando en 1976. Los trabajos de la Comisión en el trimestre transicional (1 de julio al 30 de septiembre 1976) fueron pagados por los países miembros mediante cuotas especiales, con un total de \$264,506.

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 1975-1976.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**Procedencia y Disposición de Fondos****1° julio 1975 al 30 junio 1976****CUENTA EN DOLARES (EEUU)****Procedencia de los fondos**

Saldo favorable* (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1975	\$ 149,911.47
EEUU	1,004,000.00
México	3,988.00
Canadá	31,173.00
Japón	20,097.00
Costa Rica	9,510.82
Panamá	500.00
Francia	5,063.00
Nicaragua	
Entradas varias	26,934.86
TOTAL	\$1,251,178.15

*El saldo favorable incluye \$94,240.91 de obligaciones sin pagar.

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 33,553.37
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$150,293.48
B. Investigación de peces de carnada	—
C. Recolección compilación y análisis de las estadísticas de captura	174,420.42
D. Biología del atún	398,139.74
E. Oceanografía	34,128.91
F. Mercado de atún	191,157.23
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	44,746.17
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	573,886.14
02—Viajes	69,472.40
03—Transporte de equipo	9,435.57
04—Comunicaciones	7,051.61
05—Renta y servicios públicos	1,194.00
06—Imprenta y encuadernación	20,120.40
07—Servicios por contrato	166,764.77
08—Provisiones y materiales	17,083.59
09—Equipo	18,776.29
13—Premios (recaptura de marcas)	4,036.00
15—Contribuciones al Seguro Social EEUU	26,106.88
16—Seguro de Vida	691.54
17—Contribución al plan de retiro	56,514.03
18—Seguro por incapacidad de trabajo	1,572.14
19—Contribución al seguro médico	9,425.90
20—Seguro por muerte accidental o mutilación	4,398.69
21—Seguro de indemnización	6,356.00
	\$ 992,885.95
Compra de soles (trabajos en el Perú)	\$ 15,000.00
Compra de sucres (trabajos en el Ecuador)	15,000.00
Efectivo en el banco	\$193,036.20
En efectivo	150.00
	\$193,186.20
Menos reservas	
Combinación de seguros	— 623.26
Pensión	— 504.37
	—1,127.63
Depósitos	\$ 425.00
TOTAL	\$1,251,178.15

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1975	₡ 637.21
Efectivo en el banco	₡ 637.21
TOTAL	₡ 637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1975	\$/157,115.43
Compra de sucres con dólares	416,117.50
TOTAL	573,232.93

Disposición de los fondos

Adelantos	12,400.00
Gastos del proyecto	
1) Por proyecto	
D. Biología del atún	\$/105,805.72
F. Mercado de atún	25.00
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	96,442.56
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	96,442.56
02—Viajes	55,846.85
03—Transporte de equipo	3,307.95
04—Comunicaciones	14,229.25
05—Renta y servicios públicos	1,500.00
06—Imprenta	3,376.80
07—Servicios por contrato	11,532.12
08—Provisiones y materiales	8,112.75
09—Equipo	7,900.00
13—Premios (recaptura de marcas)	25.00
Efectivo en el banco	202,273.28
TOTAL	358,559.65
	\$/573,232.93

CUENTA EN SOLES (PERU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio 1975	S/o.319,455.43
Compra de soles con dólares	674,420.60
TOTAL	993,876.03

Disposición de los fondos

Adelantos	15,600.00
Gastos del proyecto	
1) Por proyecto	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	S/o.349,100.01
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	245,752.09
02—Viajes	23,551.00
04—Comunicaciones	1,685.00
05—Renta y servicios públicos	27,500.00
07—Servicios por contrato	1,258.80
08—Provisiones y materiales	150.00
15—Contribución al seguro social	49,203.12
Efectivo en el banco	349,100.01
TOTAL	629,176.02
	S/o.993,876.03

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Los investigadores continuaron en 1976, teniendo un estrecho vínculo tanto al nivel nacional como internacional con instituciones y organizaciones investigadoras universitarias, gubernamentales y privadas. Esta relación hace que los investigadores se mantengan al frente de la evolución y rápido desarrollo que ocurren actualmente en la investigación pesquera mundial y en la oceanografía. Se describen a continuación algunas de las labores de la Comisión en este campo.

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

Además en 1976, la Comisión mantuvo estrecho vínculo de trabajo con oficinas e institutos pesqueros de los países miembros y también con entidades similares en otros países de Asia, Europa, hispanomérica y las islas del Pacífico.

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

La Comisión recibió algunos investigadores visitantes de varias naciones, los cuales se quedaron ya sea unos pocos días o varios meses. Un científico del Ocean Research Institute (Universidad de Tokio) llegó a la casa madre de la Comisión en agosto para quedarse un año trabajando en un proyecto conjunto de investigación con el fin de desarrollar un modelo matemático para calcular el efecto que tiene el esfuerzo de pesca sobre las estimaciones de dispersión de los peces marcados. Su sueldo está subvencionado tanto por la Comisión como por el U. S. National Marine Fisheries Service.

Los investigadores de la Comisión visitaron también laboratorios de investigación en otros países donde colaboraron en investigaciones conjuntas con colegas extranjeros. Por ejemplo, tres miembros del personal de la Comisión estuvieron dos meses en Perú donde participaron en la expedición JOINT-II, una campaña en colaboración con el Instituto del Mar, patrocinada por la National Science Foundation de los E. U. como parte del International Decade for Ocean Exploration.

En enero uno de los investigadores viajó a San José, Costa Rica donde dictó un curso sobre dinámica de población al personal del Departamento de Pesca y Vida Silvestre (Ministerio de Agricultura y Ganadería).

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.

En Terminal Island, California, se encuentra una oficina con tres investigadores. 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.

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

En Panamá se encuentra estacionada un técnico que 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 la obtención de datos estadísticos de captura, pero dedican también su tiempo al marcado, 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 resultados 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.

En 1976 se publicaron en revistas exteriores de prensa nueve artículos escritos por investigadores de la Comisión:

156. Joseph, James. 1976. Problems associated with the exploitation and management of tunas and billfishes. North Amer. Wildl. Conf., Trans., 40: 63-71.
157. Bayliff, William H. 1976. Tuna Fisheries 1975. Pacific Fish. Rev. (The Fishermen's News), 32(2): 39-43.
158. Sharp, Gary D., and Robert C. Francis. 1976. An energetics model for the exploited yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, population in the eastern Pacific Ocean. U. S. Nat. Mar. Fish. Serv., Fish. Bull., 74 (1): 36-51.
159. Kirkham, Robert G., Merritt R. Stevenson, and Forrest R. Miller. 1976. Computer processing of LANDSAT-1 MSS digital imagery for marine studies. NOAA Tech. Rep. S/T 76-2203.
160. Stevenson, Merritt R. 1976. Drogue measurements and related hydrography: July 10-13, 1973—(CUE-2). International Decade of Ocean Exploration, Coastal Upwelling Ecosystem Analysis, Tech. Rpts. (27): 32 pp.
161. Kirkham, Robert G., and Merritt R. Stevenson. 1976. Computer generated gridding of digital satellite imagery. Remote sensing of Environment, 5(3): 215-224.
162. Sharp, Gary D. 1976. Requirements for rigorous evaluation of the genetic structure of mobile marine populations [Abstracts only] page 76 *in*: Abstracts, International Society for Animal Blood Group Research Conference—Dublin, Ireland, July 13-17, 1976, 102 pages.
163. Sharp, G. D. 1976. Biochemical genetic studies, their value and limitations in stock identification and discrimination. FAO, Advisory Committee on Marine Resources Research, Scientific Consultation on Marine Mammals, Bergen, Norway, 31 August-9 September, 1976. ACMRR/MM/SC/88, 11 pages.
164. Sharp, Gary D. 1976. Vulnerability of tunas as a function of en-

vironmental profiles. (In English and Japanese.) Pages 124-133 *in*: Maguro Gyogyō Kyōgikay Gijiroku, Suisancho—Enyō Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency—Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan), 253 pages.

LA PESCA EN 1976

RESUMEN

Las embarcaciones de 15 naciones, Antillas holandesas, Bermuda, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, E. U. A., Japón, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Senegal y Venezuela, pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1976. 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, cañas con liñas y palangres.

Debido a la fuerte explotación, la pesca de atún aleta amarilla ha estado desde 1966 bajo administración internacional, pero hasta ahora no ha habido necesidad de aplicar estas medidas de conservación a otras especies de atún obtenidas por la pesca en el Pacífico oriental. El área a la que se aplica el programa de conservación del aleta amarilla, denominada Area 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, con el fin de averiguar empíricamente el promedio de producción máxima constante de aleta amarilla en el ARCAA. El programa experimental estableció capturas anuales de 120,000 toneladas americanas (todo el tonelaje 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. En 1971, debido a la condición aparentemente vigorosa de la población, la cuota se aumentó a 140,000 toneladas con la estipulación de que se podía aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno. Estos no se hicieron efectivos. Basados en el progreso aparentemente positivo del programa experimental, la Comisión lo continuó desde 1972 hasta 1975. 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. Se hicieron estos dos incrementos. 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 y 1975, se fijó en 175,000 toneladas cada año con dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno, pero ninguno de éstos se hizo efectivo.

En la XXXII reunión, celebrada en octubre de 1975, 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 adoptaron 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 asignación especial de 6,000 toneladas para embarcaciones pequeñas y el 15 por ciento de captura incidental, y una asignación de 13,000 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 a 1975, la capacidad total de acarreo de la flota internacional que pesca atún en el Océano Pacífico oriental, ha ascendido de 46,743 a 169,420 toneladas y a fines de 1976 a 183,398 toneladas. Durante 1976, esta flota capturó 205,542 toneladas de aleta amarilla y 141,920 toneladas de barrilete en el ARCAA. Las capturas de aleta amarilla y barrilete en 1976, son las más grandes que se hayan jamás registrado. Además de la captura en el ARCAA, las embarcaciones con cerco que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W, capturaron 51,970 toneladas de aleta amarilla y 1,644 toneladas de barrilete. Además unos 19 barcos que participaron en la pesca del ARCAA en 1976, pescaron también en el Océano Atlántico oriental y obtuvieron 2,530 toneladas de aleta amarilla y 2,878 toneladas de barrilete.

Conforme lo estipula la resolución de la Comisión, la pesca sin restricción del aleta amarilla en el ARCAA se termina en la época en que la cantidad capturada de esta especie, más la captura esperada de las embarcaciones que se encuentran en puerto o en la mar con permiso de pescar sin restricción, alcance la cuota del año, menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las asignaciones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construídos. La fecha de clausura durante 1976, se hizo vigente el 27 de marzo a las 0001 horas. No se hicieron efectivos los dos incrementos de 10 mil toneladas. Las fechas correspondientes a la clausura en los años anteriores fueron: 15 de septiembre 1966, 24 de junio 1967, 18 de junio 1968, 16 de abril 1969, 23 de marzo 1970, 9 de abril 1971, 5 de marzo 1972, 8 de marzo 1973, 18 de marzo 1974 y 13 de marzo 1975.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958-1976, se presentan en la Tabla 1. La estimación preliminar de la captura de aleta amarilla en 1976, es de 205,542 toneladas, que es la captura más grande que jamás se haya obtenido en esa área, siendo 29,142 toneladas superior a la cantidad capturada en 1975 y 43,156 toneladas superior al promedio anual de captura de los cinco años anteriores.

Se incluyen en esta captura 27,704 toneladas capturadas en el Area Experimental de Pesca (Figura 1) durante todo el año. Debe tenerse en cuenta, que durante 1976, se aumentó considerablemente el Area Experimental de Pesca de lo que había sido durante 1973-1975. La estimación preliminar de la captura de barrilete en 1976, en el ARCAA, es de 141,920 toneladas, que es la captura más grande de barrilete en la historia de esta pesca. La captura de barrilete en 1976, es superior en 6,515 toneladas a la de 1975 y 58,649 superior al promedio anual de captura de los cinco años anteriores. Se incluyen en la captura de barrilete 2,925 toneladas obtenidas en el Area Experimental de Pesca. La captura combinada de aleta amarilla y barrilete en 1976, fue de 347,462 toneladas, 35,657 toneladas superior a la captura de 1975 y 101,804 toneladas superior al promedio anual de los últimos cinco años. La flota cerquera que maniobró al oeste del ARCAA y al este de los 150°W durante 1976, capturó 51,970 toneladas de aleta amarilla y 2,530 toneladas de barrilete.

Las capturas de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA, por bandera y porcentaje total de captura durante 1976, se presentan en la Tabla 2.

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 desembarque de todas las especies, de aquellas embarcaciones (exclusiva las palangreras) que pescan parte del año en el ARCAA y parte del año en otros lugares. Se enumeran más adelante por área y especie las capturas anuales en toneladas de todas las embarcaciones de las que se han obtenido registros y que pescan todo el año o parte de éste en el ARCAA. El precio de la captura por peso desembarcado en 1976, se calcula en unos 252.5 millones de dólares, basado en el precio por tonelada de cada especie en California y Puerto Rico.

Area	Aleta ama- rilla	Barri- lete	Patudo	Aleta azul	Bonito	Barri- lete negro	Alba- cora	Otros	Total
ARCAA	205,542	141,920	10,623	11,603	4,834	1,372	3,608	1,275	380,777
P. E. al oeste del									
ARCAA	51,970	1,644	0	0	0	2	0	0	53,616
Atlántico	2,530	2,878	43	438	0	0	0	31	5,920
Total	260,042	146,442	10,666	12,041	4,834	1,374	3,608	1,306	440,313

El valor de la captura en 1976, aumentó en 43.2 millones de dólares (20.6% sobre el valor total de 1975), y la captura total aumentó en 18,051 toneladas (4.3%) durante el mismo período de tiempo.

Las áreas de 1 grado en el Océano Pacífico oriental que fueron explotadas por embarcaciones de cerco en 1976, se presentan en las Figuras 2 y 3. En la Figura 2 se indican las áreas que produjeron aleta amarilla

durante viajes sin reglamentar en el ARCAA, y durante todo el año en el Area Experimental de Pesca y fuera del ARCAA. Las áreas principales de captura de atún aleta amarilla se localizan al sur del Ecuador cerca al Golfo de Guayaquil y al sur y sudoeste de las Islas Galápagos. Esta última área no ha producido capturas substanciales antes de 1976. Otra área principal fue al sur del Golfo de Tehuantepec. Hubo poca producción en el área al norte de los 20°N. Fuera del ARCAA las embarcaciones obtuvieron capturas substanciales entre los 135°-140°W cerca a los 10°N.

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 cerca al Golfo de Guayaquil y al sur del Golfo de Tehuantepec cerca a los 10°N.

En 1976 se descargó aleta amarilla y barrilete en 11 países (Tabla 2). El país de desembarque es aquel en el que los peces son descargados por el barco pesquero o el que recibe atún trasbordado por una embarcación frigorífica o por cualquier medio de transporte después de haber sido descargado en cualquier otro lugar por la embarcación pesquera. En 1976, aproximadamente el 83% de aleta amarilla y barrilete fue descargado en puertos estadounidenses.

La captura de patudo por la flota epipelágica durante 1976, se calcula en 10,623 toneladas en el ARCAA y ninguna al oeste del ARCAA. La mayoría de patudo fue capturada por embarcaciones que maniobraron cerca al Golfo de Guayaquil; a fines de 1976, se capturó algún patudo al norte de la Isla Cedros cerca a los 29°-30°N; estos peces fueron obtenidos en cardúmenes mezclados con aleta amarilla, barrilete y albacora.

Las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete durante los viajes reglamentados y no reglamentados en el ARCAA se presentan en la Tabla 3, por áreas latitudinales. Estas representan las capturas combinadas de embarcaciones cerqueras y de carnada según han sido tabuladas en los cuadernos de bitácora. Durante 1976, las áreas principales productoras de atún aleta amarilla fueron al sur del ecuador y entre los 5°-10°N. Durante los viajes reglamentados la captura más grande de aleta amarilla se obtuvo al norte de los 20°N. El área de mayor captura de barrilete durante viajes sin reglamentar fue entre los 10°-15°N, mientras que durante los viajes reglamentados la captura principal se obtuvo al norte de los 20°N.

LA FLOTA ATUNERA DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

La Comisión mantiene archivos sobre las artes, banderas y capacidad de acarreo de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el

Océano Pacífico oriental. No se tienen registros de embarcaciones individuales palangreras que maniobran en el Océano Pacífico oriental, ni de canoas y otras embarcaciones pequeñas que descargan atún en varios puertos de la América Central y del Sur.

Las embarcaciones se agrupan por clase de arqueo basándose en su capacidad de acarreo, en la forma siguiente: 1 clase, 50 toneladas o menos; 2 clase, 51-100 toneladas; 3 clase, 101-200 toneladas; 4 clase, 201-300 toneladas; 5 clase, 301-400 toneladas y 6 clase más de 401 toneladas. Se examinan anualmente los registros de desembarque de cada embarcación y se ajusta la capacidad de acarreo cuando es necesario. Para las nuevas embarcaciones se emplean los cálculos de la capacidad de acarreo de los propietarios o armadores. Para las bolicheras y pequeñas embarcaciones de carnada ecuatoriana 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, 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 1976, se presenta en la Tabla 4 por bandera, arte y clase de arqueo. En 1976, maniobraron en el Océano Pacífico oriental embarcaciones de 16 naciones (las 15 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). Nueva Zelanda y Nicaragua tuvieron por primera vez en 1976, barcos atuneros en el Océano Pacífico oriental, mientras que Francia que tenía por lo menos un barco pescando allí desde 1971 a 1975, no tuvo ninguno en la pesca de 1976. En términos de capacidad, la flota de 1976, estuvo formada el 95.6% por cerqueros, 3.9% clíperes atuneros, 0.4% embarcaciones con curricán y 0.1% bolicheras. Con referencia al número de barcos, los cerqueros formaron el 64.5%, los clíperes atuneros el 25.9%, las embarcaciones con curricán el 8.5% y las bolicheras 1.0%. Las flotas del Ecuador, Japón, México, Panamá, Perú, Senegal y los E. U. A. aumentaron en 1976 en capacidad sobre 1975; las de Canadá y España disminuyeron en capacidad y las de Bermuda, Costa Rica, las Antillas holandesas y Venezuela permanecieron iguales (excepto por pequeños ajustes en la capacidad de las embarcaciones que estaban ya pescando). La flota total aumentó sobre la de 1975 en 13,978 toneladas.

El número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el Océano Pacífico oriental, cada año entre 1965 y 1976, y el cambio en la capacidad de acarreo con relación al año anterior se presentan a continuación:

Año	Número de embarcaciones	Capacidad	Cambio en la capacidad
1965	253	46,743	
1966	245	46,096	- 647
1967	239	45,973	- 123
1968	249	57,787	+ 11,814
1969	267	63,731	+ 5,944
1970	286	73,847	+ 10,116
1971	357	95,324	+ 21,477
1972	378	120,887	+ 25,563
1973	357	138,287	+ 17,400
1974	336	152,581	+ 14,294
1975	335	169,420	+ 16,839
1976	386	183,398	+ 13,978

Desde 1967 a 1976, la flota ha aumentado en 137,425 toneladas, una cantidad superior a la capacidad total de la flota de cualquier año anterior a 1973. El mayor aumento en la capacidad ocurrió durante 1971-1972. Desde entonces la proporción de aumento ha sido más lenta. Se anticipa que el aumento en la capacidad durante 1977 será aproximadamente igual a la de 1976.

INVESTIGACION EN 1976

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) es empleada por el personal de la Comisión como un índice de la abundancia relativa y aparente del aleta amarilla y barrilete. La CPDNP se calcula según la información de captura y esfuerzo obtenida de los registros de bitácora que se obtienen aproximadamente de todas las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La CPDNP está en cierta forma influenciada por los cambios temporales y espaciales de la disponibilidad y vulnerabilidad de los peces, como también por la variabilidad en la distribución del esfuerzo de pesca, pero, sin embargo, se supone que es un índice bastante bueno de la abundancia relativa y aparente. Desde 1960, la mayor parte del atún aleta amarilla y desde 1961, la mayor parte del barrilete, ha sido capturada por embarcaciones con cerco; por lo consiguiente, la CPDNP de estas embarcaciones es el índice principal empleado para examinar los cambios en la abundancia relativa y aparente.

La CPDNP (toneladas americanas) mensual de aleta amarilla y barrilete, de 1960 a 1976 en el ARCAA se presenta en las Figuras 4 y 5. Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales. Los datos de 1976 son preliminares.

CPDNP de atún aleta amarilla

Hasta 1966, no hubo restricción de pesca de aleta amarilla y todos los registros de bitácora de los barcos que llenan los requisitos corres-

pondientes a la composición de especies y que son bastante precisos, se emplearon para calcular la CPDNP. Al principio de 1966, cuando las reglamentaciones fueron vigentes, solo se usaron los datos de viajes sin reglamentar para calcular la CPDNP. Desde 1962, la CPDNP se ha ajustado con respecto a los cambios en la porción de caladas positivas con el fin de tratar de corregir los datos según los cambios ocurridos en la eficacia de las artes.

La CPDNP de aleta amarilla durante el período de años indicado, fue superior a principios de 1960, en la época en que el arte con cerco llegó a ser el método dominante de pesca. A medida que aumentó el esfuerzo de pesca la CPDNP se redujo fuertemente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962, cuando 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 de aleta amarilla fue inferior al equilibrio de captura. Por lo consiguiente, la magnitud de la población aumentó aparentemente, como lo refleja el incremento en la CPDNP en la primera parte de 1964. En el último semestre de 1964, la CPDNP se redujo hasta llegar a un nivel no muy superior al de mediados de 1963 y permaneció más o menos al mismo nivel hasta 1965. En 1966, la CPDNP empezó a aumentar, y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968, según se desarrollaba la pesca mar afuera. La CPDNP no alcanzó, sin embargo, el nivel de principios de 1960 o 1961. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP anual permaneció más bien constante a un alto nivel; a ésto siguió una fuerte reducción en 1971. En 1972, la CPDNP aumentó substancialmente y permaneció durante los 4 primeros meses del año casi al nivel de 1968-1970. En 1973, la CPDNP fue baja en enero y febrero, pero aumentó fuertemente en marzo y abril. En 1974, la CPDNP se redujo de enero a abril y aumentó fuertemente en mayo; a ésto siguió luego la reducción usual de mediados de año. En 1975, la CPDNP alcanzó en enero el máximo del año, que fue aproximadamente el mismo nivel de enero en 1974. Luego la CPDNP se redujo fuertemente y llegó al punto más bajo del año en agosto. Se presentó un segundo ápice en octubre, pero este fue a un nivel bajo de esfuerzo. En 1976, como en 1975, la CPDNP fue superior en enero, se redujo fuertemente en febrero y marzo, se niveló a mediados del año y se redujo luego fuertemente en agosto. Se ha presentado una reducción constante en la CPDNP anual desde 1972 hasta 1975, cuando la CPDNP llegó al punto más bajo desde 1965. El cálculo preliminar de la CPDNP anual de 1976, es ligeramente más alto que el de 1975.

Desde 1967, hasta ahora, ha habido muy poco esfuerzo de pesca sin reglamentar en la última parte del año. Como la primera parte del año es la temporada en que la abundancia de aleta amarilla es comúnmente alta, según puede verse en la CPDNP de 1960-1965, en la Figura 4, es probable que se haya sobreestimado la abundancia anual en los años reglamentados con relación a los años antes de la reglamentación. Para

examinar ésto, se ha calculado la CPDNP de los 4 primeros meses de cada año; estos valores se indican como líneas horizontales a puntos en la Figura 4. Los valores de enero-abril de la CPDNP son substancialmente superiores a los de la CPDNP anual en los años sin reglamentar, 1960-1965. En los años reglamentados las dos medidas de la CPDNP se encuentran mucho más paralelas, y en 1969, 1973 y 1974, los valores anuales son algo más altos que los valores de enero-abril. La CPDNP de los 4 primeros meses y la CPDNP de todo el año indican las mismas tendencias de los puntos máximos y mínimos sobre el período de 17 años.

La CPDNP del barrilete

La CPDNP mensual del barrilete se presenta en la Figura 5 para 1960-1976. Desde 1966 se han combinado los datos de los viajes reglamentados y sin reglamentar para calcular el índice. En la gran mayoría de los años la CPDNP ha sido baja en la primera parte del año, más alta a mediados del año y se ha reducido a fines del año. Sin embargo, en 1974, 1975 y 1976, los máximos de la CPDNP han ocurrido al principio y al fin del año apareciendo el punto más bajo del año en agosto. La CPDNP de barrilete ha sido máxima, con base anual (línea horizontal) en 1963, 1967 y 1971. En 1972, la CPDNP anual de barrilete se redujo al nivel más bajo desde 1960 y el nivel de 1973 fue solo ligeramente superior. La CPDNP aumentó substancialmente en 1974 y de nuevo en 1975. La CPDNP en 1975 (3.08) fue la más alta desde 1971, sin embargo fue substancialmente inferior al valor de 1971, de 4.03. En 1976 el cálculo preliminar de la CPDNP fue de 2.76, un poco inferior al valor de 1975.

Captura por tonelada de capacidad de acarreo

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) es un índice que puede emplearse para examinar de un año a otro los cambios económicos en la eficacia de las diferentes clases de arqueo de las embarcaciones. La CPTCA se calcula al sumar la captura de todas las áreas oceánicas de pesca y de todas las condiciones de reglamentación, dividiendo esta suma por el tonelaje total de la capacidad de acarreo de cada clase de arqueo. Esto se hace para cada especie y todas las especies combinadas. La CPTCA de las embarcaciones cerqueras con base en California y Puerto Rico se ha presentado en informes anuales anteriores. Se ha ampliado ahora la CPTCA para incluir todos los barcos de la flota internacional cerquera de 101 toneladas o más de capacidad de acarreo, que pescaron cada año durante la temporada sin reglamentar. Las embarcaciones se agrupan por clase de arqueo, basándose en la capacidad de acarreo como sigue: 3 clase 101-200 toneladas; 4 clase 201-300 toneladas; 5 clase 301-400 toneladas; 6 clase 401-600 toneladas; 7 clase 601-800 toneladas; 8 clase 801-1000 toneladas; 9 clase 1001-1200 toneladas; 10 clase más de 1201 toneladas.

La CPTCA de los años 1969-1976, se presenta en la Tabla 5 por clase de arqueo y por todas las clases de arqueo combinadas, para el aleta amarilla, barrilete, otras especies y todas las especies combinadas. Las "otras especies" incluyen atún aleta azul, bonito, patudo, barrilete negro y albacora. Las cifras de 1976 son preliminares.

La CPTCA de aleta amarilla, se ha reducido en todas las clases combinadas de arqueo, de 2.81 en 1969 a 1.50 en 1976. Esta reducción ha ocurrido en cada clase de arqueo, excepto la 9 y la 10. La CPTCA de las clases 9 y 10 ha permanecido bastante constante por un período de más de 8 años, excepto por un valor bajo en 1971. La CPTCA de barrilete, en todas las clases combinadas de arqueo, alcanzó su máximo en 1971, el mínimo en 1972, y ha sido regularmente constante en los últimos tres años. La CPTCA de "otras especies" ha sido más alta en cada año para las clases 3 y 4 que para las embarcaciones de más porte. La CPTCA de todas las especies en todas las clases de arqueo, se ha reducido de 3.95 en 1971 a 2.45 en 1976. La mayor parte de la reducción ocurrió entre 1970 y 1972. El índice ha sido aproximadamente constante desde 1973. La clase 3 de arqueo ha tenido cada año la CPTCA más de las especies combinadas, excepto en 1976, cuando el valor de la clase 4 fue ligeramente superior.

Normalización del esfuerzo de pesca

La Comisión siempre ha empleado la captura por día normal de pesca como índice de la abundancia. Esta medida se basa ahora en los índices de captura de los cerqueros de la clase 3 de arqueo (101-200 toneladas de capacidad), y recientemente se ha ajustado el índice con relación a los cambios ocurridos en la razón del número de caladas positivas y negativas.

El objetivo del trabajo actual es perfeccionar el índice de la abundancia y determinar su confiabilidad. Actualmente solo se tienen los datos de 1975, en forma utilizable, así que el análisis se ha limitado a buscar los factores que influyeron en los índices de captura en ese año. A medida que se pueda disponer de los datos de otros años, se computarán los índices ajustados de captura y se emplearán como estimaciones de la abundancia relativa.

Se define el índice de captura como la razón de la captura y el tiempo que ha transcurrido entre caladas positivas. Aunque esta medida del esfuerzo no es exactamente el tiempo de búsqueda (incluye, por ejemplo, el tiempo que transcurre cuando se ve un cardumen y el comienzo de la calada), evita algo el problema del exceso del arte que ocurre cuando la unidad de esfuerzo es simplemente días de pesca.

Se han examinado tres grupos de factores, las características de las embarcaciones, las modas de pesca y las variables ambientales, para ver

el efecto que causan en el índice de captura. Las características de las embarcaciones que se emplean son la capacidad (0-499, 500-999 toneladas y más de 999 toneladas), velocidad y antigüedad (menos o más de 5 años). La moda de pesca es una clasificación del estrato mensual de las áreas de 5 grados en las que más de dos tercios de las caladas se realizaron en cardúmenes asociados con delfines, aquellas en las que más de dos tercios de las caladas fueron realizadas en cardúmenes superficiales o asociados con troncos, o aquellas en las que no predominó ninguno de estos tipos. Las variables ambientales usadas fueron la temperatura y la velocidad del viento en la superficie del mar.

Se tienen datos completos para menos de la mitad de la captura sin reglamentar, y antes de lograr los resultados finales será necesario asegurar que los registros que se tienen de los datos completos no forman una muestra anormal. Por lo consiguiente, los siguientes resultados deben considerarse provisionales. Se empleó el análisis de la varianza para examinar los efectos de los seis factores en el logaritmo del índice de captura, la capacidad, antigüedad y moda, considerándose éstos como clasificaciones, y la velocidad del barco y las variables ambientales como covariantes, con una variable separada para cada moda. Cada uno de los factores, de por sí, ha tenido un efecto importante (al nivel del 5%) en el índice de captura, siendo el efecto de la moda el más significativo. Sin embargo, existen fuertes correlaciones entre los seis factores y la siguiente tabla del análisis de la varianza indica los efectos cuando se ajustan secuencialmente los factores entrando en cada etapa el factor con la media cuadrada más grande.

Origen	gl	S	MC	F
Moda	2	46.6	23.3	19.0
Antigüedad	1	21.3	21.3	17.3
Temperatura superficial del mar	3	6.0	2.0	1.6
Capacidad	2	3.6	1.8	1.5
Velocidad del viento	3	4.4	1.5	1.2
Velocidad del barco	3	0.8	0.3	0.2
Error	1593	1956.0	1.23	

Así que la capacidad que actualmente es la base de la normalización, fue solamente el cuarto factor más importante en 1975, y no tuvo un efecto significativo después de que se ajustó el tipo del estrato y la antigüedad.

Estudios de simulación para la normalización de las artes

Con el fin de calcular la captura por día normal de pesca (CPDNP) la Comisión utiliza las medias geométricas de los datos de la captura por unidad de esfuerzo en un modelo de los factores (clase de arqueo y área) que se ha descrito en el informe anual de la Comisión en 1972. Los investi-

gadores han calculado además la CPDNP mediante el método de Robson, que incluye la transformación de los logaritmos, pero se ha encontrado que se obtiene un cálculo errado cuando se vuelve a la escala original. Los investigadores están usando ahora técnicas de simulación (con el programa FORTRAN) para estudiar estimadores y desviaciones, suponiendo que los logaritmos de la captura por unidad de esfuerzo (por clase de arqueo y área) se encuentran descritos adecuadamente mediante un modelo aditivo de dos factores cuyo error residual está normalmente distribuido.

Estudios de simulación de la computadora

Los estudios de simulación de la computadora que la Comisión ha realizado durante varios años han sido descritos en el Boletín 16(3) y en el Informe Anual de 1975. En 1976, se amplió el modelo de TUNPØP agregándole un componente de migración al sector de población. Estos estudios han sido ahora discontinuados, por lo menos temporalmente, y los resultados obtenidos hasta ahora han sido sumariados en un manuscrito que probablemente será publicado en la serie de boletines de la Comisión en 1977. Los resultados son los siguientes: El concepto de que la población de aleta amarilla en el Pacífico oriental es una unidad individual, distribuida uniformemente sobre el área existente de pesca, realizándose una mezcla instantánea entre todas las áreas, es inadecuado para explicar lo que se ha observado que ocurre en la pesquería en años recientes. Los cálculos tradicionales de la Comisión de la reserva permanente, empleando un alto índice de mortalidad natural y un nivel bajo de reclutamiento, son probablemente subestimaciones. La magnitud de la población parece depender del índice de mezcla entre varias áreas de pesca. La cantidad de mezcla en el ARCAA parece ser apreciablemente superior a la que existe entre la región mar adentro en el ARCAA y el área exterior del ARCAA. Parece que la población en el Océano Pacífico oriental puede absorber más aumento en el esfuerzo en las áreas de pesca mar adentro que en las áreas ribereñas, y una redistribución importante del esfuerzo por área y tiempo podría resultar en un aumento en la captura total.

ESTRUCTURA DE LA POBLACION Y MIGRACION

Estudios genéticos

Atún aleta amarilla

Se descubrió y comprobó un nuevo polimorfismo genético durante el año para el aleta amarilla. El polimorfismo de la enzima isomerase fosfoglucona (IFG) aparentemente será útil para el estudio de las subpoblaciones.

En el Golfo de Guinea, en el Océano Atlántico, se obtuvieron muestras sanguíneas de aleta amarilla de una amplia variación de talla y se enviaron

al laboratorio de La Jolla para ser analizadas. Los aleles de la transferina, del esterase del suero y de la enzima (IFG) fueron idénticos en cada océano, pero fueron evidentes diferencias marcadas en la frecuencia de los genes, entre los océanos y en cada uno de ellos.

Las muestras de aleta amarilla de las regiones norte y sur del Pacífico oriental exhiben frecuencias bajas en la variabilidad del esterase del suero. Esto también es característico en las muestras del Atlántico. Los polimorfismos de la transferina y de la IFG son muy útiles para identificar las dos cohortes semestrales en las muestras del Atlántico, que corresponden a los grupos de frecuencia-edad que se originaron en el Golfo de Guinea en el Atlántico oriental y en Venezuela en el Atlántico occidental (Fonteneau, comunicación personal). Sin embargo, se necesita estudiar aún más esto.

Durante una pesca exploratoria en el Océano Pacífico occidental cerca a las Islas Marianas, J. Fowler obtuvo a bordo del cerquero *Paramount* una muestra individual de pequeños aleta amarilla para realizar el análisis genético. La siguiente tabla indica la fluctuación relativa de la frecuencia de los aleles de la transferina-2, de la IFG-2 y el alele raro la IFG-1 de las muestras obtenidas en las regiones al nordeste y sudeste del Pacífico, las Islas Marianas y el Golfo de Guinea:

	Frecuencia de distribución de la Trans.-A	IFG-2	IFG aleles
Pacífico nordeste	.69-.78	.22-.34	.00-.14
Pacífico sudeste	.63-.80	.32-.39	.07-.13
Islas Marianas (Pacífico occidental)	.76	.67	.002
Golfo de Guinea (Atlántico oriental)	.47-.63	.52-.70	.005-.03

La frecuencia de la enzima IFG-2 de la muestra de las Islas Marianas, se distingue bastante de aquella del Pacífico oriental. Se tienen varios lotes de muestras obtenidos durante los recientes cruceros exploratorios en el Pacífico occidental, pero aún no se han analizado. Se tienen más de 1000 muestras, lo cual permitirá una comparación rigurosa de las dos poblaciones de aleta amarilla extensamente separadas del Pacífico.

Barrilete

En 1976, se inició un programa colaborativo de muestro genético entre las pesquerías de Papua Nueva Guinea, Nueva Zelanda y el Océano Pacífico oriental. Se ha hecho esto para evaluar la homogeneidad relativa de las muestras de barrilete de estas pescas con relación a las muestras de aleta amarilla del Océano Pacífico oriental y del Atlántico. Las numerosas muestras obtenidas y analizadas incluyen cerca de 200 individuos (o 400 genes) según se obtuvieron para el muestro. Los datos obtenidos desde 1966, de diversas fuentes, se comparan con el material de 1976.

Los resultados de estos estudios apoyan las conclusiones generales obtenidas por el Dr. Kazuo Fujino del Japón. Lo único importante que se ha de agregar a sus conclusiones es que en el Pacífico oriental, occidental y ecuatorial existe una heterogeneidad genética importante en las poblaciones de barrilete explotadas en cada área. El análisis de los datos de Fujino de grandes muestras (80 o más peces) de las pesquerías de Hawaii y Japón, resulta en una heterogeneidad estadística similar. Esta diferencia, puede atribuirse a que recientemente se han obtenido muestras relativamente grandes y sus características estadísticas con respecto a su sensibilidad a pequeñas diferencias en la frecuencia de los genes.

En la Tabla 6 se indican los resultados del análisis de una gran muestra recientemente obtenida, solo los esterases del suero en los que la designación Est 2 es el mismo producto genético descrito por Fujino como E^1_{sj} .

Las recolecciones de pequeñas muestras (menos de 80 peces) obtenidas y analizadas por Fujino (no presentadas aquí) son útiles para comparar con los datos de las muestras grandes. Son aparentes los problemas estadísticos inherentes al método del muestreo genético de la réplica de pequeñas muestras, cuando se comparan tales datos con los de una pesca relativamente homogénea tal como es la de Nueva Zelanda. Según las réplicas verdaderas de las unidades homogéneas, se esperaría que existiera una distribución normal de los datos alrededor de varias medias de las características correspondientes a cada población, aún de pequeñas muestras. Según el examen de colecciones abundantes de datos tanto de aleta amarilla como de barrilete, de grandes muestras provenientes de fuentes comerciales, parece que estas distribuciones normales de la frecuencia de muestras son raras e improbables. Existen varias razones para ésto, pero principalmente es que las muestras y las capturas en áreas de gran productividad provienen rara vez de una fuente genéticamente homogénea y, a menudo, los mismos cardúmenes son heterogéneos con respecto a la frecuencia de genes. Estos resultados han sido comprobados mediante varios métodos relativamente independientes. El material de barrilete de Nueva Zelanda, en 1976, es la única colección obtenida de capturas comerciales de atún en el Océano Pacífico que parece ser estadísticamente homogénea.

La Figura 6 es un diagrama por áreas de los datos de la frecuencia de los aleles del esterase 2. Según estos datos, se puede suponer la existencia por lo menos de cinco componentes genéticos de barrilete en el Océano Pacífico, que pueden identificarse según las características de los aleles del esterase 2 y por las localidades en que se coleccionaron las muestras individuales. Cuando el material del Pacífico oriental se divide en los componentes del norte y del Ecuador, desaparece la heterogeneidad de cada área. Las dos regiones son estadísticamente diferentes la una

de la otra, aunque parece que existe una sobreposición en las áreas en las que aparecen las dos poblaciones. Los datos anteriores de las colecciones de pequeñas muestras, de Fujino, se usaron en conjunto con las grandes muestras descritas actualmente para formular las distribuciones hipotéticas de estos cinco componentes genéticos. Estas distribuciones se representan en la Figura 7. Las áreas sombreadas representan solo la aparición de muestras que exhiben frecuencias de esterase 2 de acuerdo a las localidades principales de muestro. La creación de límites es artificial debido a la dependencia de las razas individuales en las condiciones oceánicas a las que se encuentran fisiológicamente adaptadas. Las características físicas oceanográficas son inestables durante los años y entre los años, así que los límites deben variar de acuerdo.

Los barriletes muestreados en 1976, de Nueva Zelanda y el Ecuador, son estadísticamente poblaciones diferentes a cualquier otra descrita anteriormente, incluso la población del Océano Pacífico central y oriental cuya distribución se centraliza lejos en el Océano Pacífico central. Las dos poblaciones del Pacífico oriental se traslapan extensivamente, pero probablemente representan dos unidades separadas reproductivas. Además, no hay ninguna razón esperar que la región ecuatorial occidental de aguas cálidas del Pacífico y la región más fría frente al Japón deban considerarse como un habitat individual. Las grandes muestras obtenidas en las dos áreas del Pacífico occidental son estadísticamente heterogéneas y multimodales con respecto a la frecuencia de los aleles del esterase-2, apoyando la hipótesis de Fujino que por lo menos hay dos poblaciones en el Pacífico occidental.

Durante los recientes cruceros exploratorios en el Pacífico occidental descritos en otro lugar de este informe, se obtuvieron más de 2000 muestras de barrilete para estudios genéticos. Este material no se ha analizado aún. Las muestras obtenidas durante la temprana temporada de pesca en 1977, se emplearán en un trabajo colaborativo con científicos australianos y japoneses para evaluar los resultados de 1976.

Estudio sobre la identificación de especies

Se obtuvieron muestras de patudo en el Océano Atlántico y en el Pacífico, y se compararon con las de atún aleta amarilla. Las dos especies se distinguen fácilmente al examinar la movilidad electroforética de la deshidrasa α -glicerofosfática del músculo blanco o de las proteínas no específicas del músculo, teñidas con cualquier colorante general proteínico que emigran catódicamente. Si es necesario, estas observaciones facilitarán la evaluación de la cantidad relativa de mezcla y la identificación errónea de pequeños aleta amarilla y patudos, ya sea en el Océano Atlántico o en el Pacífico. No se han encontrado características bioquímicas que distingan el aleta amarilla o el patudo individual en el Pacífico, de las mismas especies en el Atlántico.

Estudios morfométricos

Se han logrado varias conclusiones en 1976, relativas a la utilidad de los datos morfométricos en los estudios de las subpoblaciones. Estas deducciones se basaron en el análisis morfométrico de 37 muestras de aleta amarilla, junto con la información genética del suero sanguíneo obtenidas en 1974 y 1975 (Tabla 7 y Figura 8). Se tomaron 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 a la segunda aleta dorsal; 4) del hocico a la inserción de la aleta anal; 5) longitud de la cabeza; 6) inserción de la primera aleta dorsal a la inserción de la segunda dorsal; 7) inserción de la primera dorsal a la inserción de la anal; 8) inserción de la segunda dorsal a la inserción de la anal.

Para comparar los peces de diferentes tallas, las medidas morfométricas usadas fueron corregidas con relación a las que se esperaría ocurrieran en un pez de una longitud total normal. Al hacer ésto, se determinó que en ciertos casos ocurría alometría en estas relaciones, es decir que las relaciones entre las medidas no eran lineales. Además, la relación no lineal era diferente entre las áreas (norte, central y sur) de pesca. Esto a la vez, conduce a la conclusión de que las medidas morfométricas corregidas no pueden compararse entre las áreas, ya que los índices relativos de crecimiento parecen ser diferentes entre éstas. Así que se normalizaron las muestras usando diferentes ecuaciones no lineales para cada área de pesca.

En las áreas del norte y del sur se definieron muestras de referencia genéticamente diferentes, basadas en las características de la transferina del suero. Las submuestras de estas muestras de referencia fueron entonces definidas mediante un procedimiento estadístico multivariante que se aplicó a las medidas morfométricas normalizadas que produjeron una máxima separación entre estos grupos (genéticamente puros) de referencia. Todos los peces de muestras heterogéneas, que no eran de referencia, se clasificaron entonces en grupos de referencia basándose en esas medidas morfométricas. Se computó luego la frecuencia del gene de la transferina-A en los subgrupos formados por aquellos peces que fueron clasificados en un grupo específico de referencia con una probabilidad superior a 0.8. Los resultados son los siguientes:

		Frecuencia del gene de la transferina-A	
		Baja	Alta
Norte	Referencia	.701	.800
	Reclasificada sin referencia	.731	.734
Sur	Referencia	.678	.779
	Reclasificada sin referencia	.717	.735

La aparente tendencia central de las muestras reclasificadas comparada con la mayor o menor frecuencia de las muestras de referencia puede

interpretarse como una falta de correspondencia entre los análisis genético y morfométrico. O bien, tomando en cuenta el hecho de que no es posible distinguir estadísticamente los datos reclasificados de las de frecuencias de referencia, no hay una evidencia concluyente de que los dos métodos sean compatibles. Esto se debe probablemente a los procedimientos de normalización de los datos morfométricos y a los problemas estadísticos que son inherentes al análisis de los datos genéticos.

Se ha postulado, finalmente, que si existiera una relación entre la morfometría y la genética, entonces las muestras genéticamente heterogéneas deberían exhibir más variabilidad en la muestra que las muestras (de referencia) genéticamente homogéneas. Esta hipótesis fue probada en tres áreas (norte, central y sur) y no pudo aceptarse en ningún caso. La falta de consistencia entre la variabilidad morfométrica y las frecuencias genéticas de transferina se deba probablemente a los ya mencionados problemas estadísticos inherentes a los datos genéticos, haciendo que las muestras con frecuencia de genes intermedios no se puedan distinguir de aquellas con grupos genéticos homogéneos con alta o baja frecuencia. Las muestras con frecuencia genética de ambas clases homogéneas pueden incluir a la vez mezclas de bajo nivel de las dos clases, no siendo detectadas en los datos de frecuencia genética. Los dos grupos relativamente homogéneos de las muestras tienen mayor posibilidad de ser homogéneas en contraste con las muestras de frecuencia intermedias.

Para concluir, no es evidente que las medidas morfométricas que se han examinado actualmente tengan ninguna relación con la frecuencia del gene de la transferina del suero, que se ha empleado para determinar la estructura de la población. Las únicas diferencias sistemáticas que se han descubierto en el análisis morfométrico se relacionan a los niveles alométricos entre diferentes áreas del Pacífico oriental. La alometría en aletas amarilla de menos de 100 cm en longitud se distingue más fácilmente en los extremos norte y sur de la pesquería que en la región central.

Marcado de atún

Se le ha prestado considerable interés al marcado desde 1969 a 1976, debido al gran aumento reciente en la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas mar afuera, y por consiguiente, a 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 veintidos cruceros fletados y varios cruceros de oportunidad.

En 1974, se iniciaron a bordo de cerqueros fletados dos experimentos de marcado que tuvieron éxito. Los resultados preliminares de éstos fueron informados en el Anuario de 1975. De las capturas realizadas en

1976, solo se han recibido dos ejemplares marcados de aleta amarilla de estos experimentos. Esto es inusitado, ya que en la mayoría de los casos se obtienen varias recapturas en el segundo año después de la liberación, como también en el año de liberación y al año siguiente como lo indican los siguientes datos:

Crucero	Fecha	Area	Recapturas							Des- cono- cido
			1971	1972	1973	1974	1975	1976		
1063	jun. 1971	América Central	9	79	4	1	0	0	0	
1066	nov. 1971	Mar adentro a la altura de México	8	122	9	0	0	0	0	
1072	abr.-mayo 1974	América Central	—	—	—	119	6	0	10	
1073	oct.-nov. 1974	Mar adentro a la altura de México	—	—	—	79	117	2	25	

En 1971, los barcos encargados del marcado estaban pescando en áreas en las que no había casi ningún otro barco, mientras que en 1974, había muchos otros barcos pescando cerca a los que estaban realizando el marcado, lo que explica porqué hubo muchas más recapturas en el año de liberación de los experimentos de 1974. Sin embargo, no se sabe porqué hubo 13 recapturas en 1973 de los experimentos de 1971, pero solo 2 en 1976 de los experimentos de 1974. Existe la posibilidad de que la mortalidad por pesca fue superior en 1974-1975 que en 1971-1972, así que sobrevivieron menos peces marcados hasta el fin de 1975, que lo que sobrevivieron hasta el fin de 1972. Además, es posible que por alguna razón, los peces de los experimentos de 1974 fueron menos vulnerables a la pesca en 1976 que lo fueron los peces de los experimentos de 1971 en la pesca de 1973.

Se iniciaron en 1975, a bordo de embarcaciones de carnada fletadas dos experimentos de marcado. Los resultados de éstos son hasta ahora los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha	Area	Especies	Tratamiento	Liberación	Recapturados		Des- cono- cido
							1975	1976	
1075	<i>Taurus</i>	jun.-jul.	Baja California	aleta amarilla	control	2,601	949	280	49
				barrilete	tetraciclina	360	16	5	0
		jul.	Islas Revillagigedo	aleta amarilla	—	1,042	254	15	7
1078	<i>Karen Mary</i>	oct.	Baja California	aleta amarilla	—	72	11	9	0
				barrilete	—	32	2	13	1
		nov.	Islas Revillagigedo	aleta amarilla	—	301	52	29	1
				barrilete	—	431	133	107	1
				barrilete negro	—	1,456	735	25	23
					1	1	—	—	

Se proyectó marcar aleta amarilla en tres áreas, la de Baja California, las islas Revillagigedo y las Islas Tres Marías, junto con la recolección de muestras sanguíneas y otros datos, para conocer más sobre la relación que existe entre uno y otro de los peces de estas áreas y con peces de otras áreas. Además, se proyectaba marcar tantos barriletes como fuera posible. Se habían marcado cantidades considerables de aleta amarilla y barrilete en estas áreas en junio y julio en años anteriores, pero no junto con la recolección de muestras sanguíneas y de otros datos. Sin embargo, se habían marcado relativamente pocos allí en octubre y noviembre. Las áreas de recaptura de los peces de algunas de las liberaciones en 1975 y 1976, se presentan en la Figura 9. (Prácticamente todas las marcas recapturadas de las liberaciones realizadas en las Islas Revillagigedo fueron de peces recapturados en la misma área de 1 grado en que fueron liberados, así que éstas no se presentan.) Se observará que varios aleta amarilla y barriletes se desplazaron a distancias considerables del área de Baja California. Cuando se conducen experimentos de marcado algunas pocas de las marcas devueltas parece casi siempre provenir de peces que se desplazaron mucho más lejos que los otros. Estas se investigan aún más, para determinar si la información de recaptura es falsa o errónea y se encuentra que en la mayoría de los casos es así. Las presentadas en la figura representan el resto, es decir, aquellas para las que no se encontró evidencia de que eran falsas o erróneas.

Además, los siguientes barriletes fueron recapturados de estos cruceros, fuera del ARCAA o en el Océano Pacífico central:

Liberados			Recapturados		
Fecha	Area	Longitud	Fecha	Area	Longitud
jul. 6, 1975	24°07'N-113°45'W	65 cm	aug. 22, 1976	21°14'N-171°51'W	80 cm
jul. 6, 1975	24°07'N-113°45'W	59 cm	sep. 1, 1976	21°00'N-158°00'W	727 mm
jul. 20, 1975	21°25'N-110°36'W	45 cm	sep. 1, 1976	21°00'N-157°00'W	751 mm
nov. 17, 1976	19°00'N-112°08'W	54 cm	jul. 23, 1976	6°31'N-127°55'W	desconocida (20 libras)

Doce barriletes marcados y liberados en el Océano Pacífico oriental han sido recapturados en el Océano Pacífico central.

El experimento de tetraciclina, que fue preliminar en naturaleza, se describe en otro lugar de este informe.

En 1975 se realizaron tres cruceros (1074, 1076 y 1077) a bordo de la embarcación cerquera fletada *Christina C.* Los resultados actuales de éstos son como sigue:

Area	Especie	Liberados	Recapturados		
			1975	1976	desconocido
Baja California	aleta amarilla	35	1	0	1
I. Tres Marias	aleta amarilla	442	4	12	1
I. Revillagigedo	aleta amarilla	184	5	4	0
	barrilete	209	4	0	1
México meridional	aleta amarilla	61	1	0	1
América Central	aleta amarilla	124	2	1	0

Se trató de que el Crucero 1074 fuera una réplica del Crucero 1072 iniciado en 1974, pero desafortunadamente las grandes cantidades de pequeños aleta amarilla que aparecieron a la altura de la América Central en 1973 y 1974, no aparecieron allí en 1975. El objetivo de los Cruceros 1076 y 1077, fue marcar aleta amarilla en el ARCAA durante el período en el que había relativamente poca pesca en esa área, para que los peces marcados tuvieran tiempo de dispersarse antes de ser capturados. La cantidad marcada de peces en todos los tres cruceros fue poca, debido a que las capturas consistieron casi en su totalidad de peces demasiado grandes para manipularlos. Entre las marcas devueltas se encuentra la de un aleta amarilla liberado en los 11°49'N-91°38'W el 30 de mayo 1975 y recapturado fuera del ARCAA durante el período del 3 de junio al 13 de agosto de 1976.

En 1976, se realizaron dos experimentos más de marcado a bordo de embarcaciones fletadas de carnada. Los resultados actuales de éstos son los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha	Area	Especies	Tratamiento	Libera- dos	Recaptura- dos	
1079	<i>Mary K.</i>	jun.	Baja Cali- fornia	aleta amarilla	control	1,117	548	
					tetra- ciclina	578	291	
				barrilete	control	3,699	984	
					tetra- ciclina	456	121	
				Islas Revi- llagigedo	aleta amarilla	control	1,225	638
					tetra- ciclina	400	201	
barrilete	tetra- ciclina	1	1					
	atún aleta azul	—	1	1				
1082	<i>Mary K.</i>	oct.	Baja Cali- fornia	aleta amarilla	—	706	259	
				barrilete	—	8,019	3,835	
			Islas Revi- llagigedo	aleta amarilla	—	1,113	336	
				barrilete	—	302	87	
			Islas Tres Marias	aleta amarilla	—	51	0	
				barrilete	—	53	0	

Además, hay unas 2,000 marcas del Crucero 1082 que aún no se han procesado. El pez que fue registrado como atún aleta azul en el Crucero 1079 cuando fue marcado, fue reconocido como tal por el capitán y la tripulación. La marca fue devuelta sin el pez, así que no fue posible verificar su identidad en ese tiempo.

El Crucero 1079 fue esencialmente una réplica del Crucero 1075, con excepción de que se realizaron experimentos mucho más extensos con tetraciclina, los que se describen en otra parte de este estudio. Además,

solo se marcaron unos pocos atunes aleta amarilla pero no barrilete en las Islas Revillagigedo en el Crucero 1075, pero en el Crucero 1079 se marcó una cantidad adecuada de aleta amarilla (pero no barrilete). El Crucero 1082 fue también esencialmente una réplica del Crucero 1078. La cantidad marcada tanto de aleta amarilla como de barrilete a la altura de Baja California, en el Crucero 1078 fue inadecuada, pero una cantidad mucho más considerable de ambas especies fue marcada allí en el Crucero 1082. Este crucero fue el único de los cuatro en el que se marcaron peces cerca a las Islas Tres Marías.

Se realizaron dos cruceros más a bordo de cerqueros fletados en 1976. Los resultados fueron los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha	Area	Especie	Liberados
1082	<i>Sandra C.</i>	oct.-nov.	mar adentro	aleta amarilla	1,059
				barrilete	5
1081	<i>Marco Polo</i>	oct.-nov.	mar adentro	aleta amarilla	469
				barrilete	12
				patudo	79
			Islas Revi- llagigedo	aleta amarilla	14

La cantidad de peces liberada en estos cruceros fue poca, debido a que las capturas consistieron casi totalmente de peces demasiado grandes para manipular. Antes de este crucero, solo se había marcado tres veces patudo anteriormente, 37 en un crucero en 1959, 321 y 16 en dos cruceros en 1967. Todos estos cruceros se realizaron en embarcaciones de carnada. Se recibieron 10 marcas del primer crucero en 1967 y ninguna en los otros dos.

En 1976, en embarcaciones ecuatorianas de carnada, se marcaron las cantidades siguientes de peces:

Fecha	Especie	Liberados	Recapturados
jun.	aleta amarilla	1	0
	barrilete	5	2
nov.	barrilete	48	5

Cada uno de los peces que fue recapturado estuvo en libertad solo un corto tiempo y se habían desplazado solo a corta distancia.

Además, un empleado de la Comisión marcó 12 atunes aleta amarilla y 6 barriletes en el Océano Pacífico occidental, a bordo de la embarcación cerquera *Zapata Pathfinder*. Esta expedición se describe en otro lugar de este informe.

El estudio sobre la mortalidad de barrilete descrito en el informe anual de 1975, se terminó en 1976 y se podrá obtener a principios de 1977 un informe en el que se describen los resultados.

La proporción de pequeños aleta amarilla en la captura es muy superior en las áreas cercanas a la costa que en aquellas más lejos mar adentro, así que es posible que el área ribereña sea un área de crianza y

que a medida que los peces crecen algunos se desplazan mar adentro. Sin embargo, también es posible, que la proporción de peces grandes y pequeños sea aproximadamente igual en las áreas ribereñas y de alta mar, pero que los peces pequeños son menos vulnerables a la pesca en las áreas de alta mar. Esto fue investigado, usando los datos de los experimentos del marcado a la altura del sur de México y la América Central en 1969-1974. La parte del Océano Pacífico oriental de la que se lograron recapturas de marcas utilizables, se dividió en siete áreas, como se indica en la Figura 10. En cada experimento o grupo de experimentos, las liberaciones de las que se obtuvieron recapturas con datos utilizables se les asignaron las áreas 1, 2, . . . , o 7. Luego en cada caso en el que hubo más de unas pocas liberaciones, se asignó la recaptura a las áreas 1, 2, . . . , o 7. Puede, por ejemplo verse según estos datos, cuántos peces liberados en el Area 1 fueron recapturados en la misma área y en cada una de las áreas en cada mes. Sin embargo, se debe ajustar la cantidad de marcas recapturadas en cada estrato de área y mes, de acuerdo a la cantidad de esfuerzo ejercido en ese estrato, así que esto se hizo mediante un método sencillo de ponderación. Estos resultados se presentan en la Figura 11.

Durante los cuatro primeros meses del año no se realiza ningún esfuerzo en el Area 7 y muy poco esfuerzo sin reglamentar durante los últimos 6 meses del año en las 6 primeras áreas. (Este último esfuerzo se debe principalmente a embarcaciones fletadas por la Comisión del Atún y el National Marine Fisheries Service de los E. U.). Es por lo tanto difícil conocer qué intercambio de peces hubo entre las primeras 6 áreas y el Area 7. Sin embargo, es más fácil estudiar el intercambio de los peces entre las 6 áreas durante el primer semestre del año, ya que la pesca tiene lugar en todas estas áreas en este período (aunque relativamente hay poca pesca en el Area 5 y casi ninguna en el Area 6).

Parece que los peces marcados y liberados en el Area 1 frente a México en 1969, se desplazaron gradualmente mar adentro de enero a abril en 1970, excepto por una tendencia a regresar al Area 1 en febrero. En mayo, sin embargo, aparece un desplazamiento para regresar a las Areas 1 y 2. Los peces liberados cerca al Cabo Corrientes en 1970, se desplazaron gradualmente mar adentro de febrero a abril de ese año. Los peces liberados a la altura de la América Central en 1971, aparecieron en su mayoría en las Areas 2, 3 y 4 durante los cuatro primeros meses de 1972. Los peces liberados frente a la América Central en 1974, exhibieron una tendencia a desplazarse mar adentro de abril a junio de ese año. Existe, en general, alguna evidencia sobre un desplazamiento mar adentro con relación a todos los experimentos iniciados en el Area 1. Naturalmente, que esto es inevitable, a no ser que no haya intercambio de peces entre las áreas, ya que no es posible que los peces del Area 1 emigren cerca a la costa. Sin embargo, en febrero y mayo de 1970, hay alguna

evidencia de un desplazamiento hacia la costa de peces que anteriormente se habían desplazado mar adentro del Area 1.

Parece que los peces marcados y liberados en el Area 2, se desplazaron hacia la costa desde noviembre de 1969 a enero de 1970, y luego algunos se desplazaron gradualmente mar adentro de enero a abril. Sin embargo, en mayo, todas las recapturas de estos peces se hicieron en las Areas 1 y 2.

Los peces marcados y liberados en el Area 3 en 1969, aparecieron en su mayoría cerca a la costa en el área de liberación en enero y febrero de 1970, pero en marzo y abril se encontraron más lejos mar adentro. Sin embargo, en mayo, como fue el caso de los peces liberados en las Areas 1 y 2 en 1969, la tendencia fue la de desplazarse hacia la costa. Parece que los peces liberados en 1971 se desplazaron mar adentro de noviembre a enero de 1972, pero de febrero a abril tuvieron la tendencia a desplazarse hacia la costa.

Los peces marcados y liberados en el Area 4 en 1969 y 1971, tuvieron la tendencia a desplazarse hacia la costa en el período de enero a abril en los años siguientes al marcado, pero no se le debe prestar mucha importancia a ésta en vista al hecho de que hubo relativamente poco esfuerzo de pesca en las Areas 5 y 6 en los años de que se trata. Una gran porción de las recapturas en enero de 1975, de peces liberados en el Area 4, se obtuvieron en el Area 5; esto se debió al esfuerzo relativamente considerable de pesca ejercido en esta área, adyacente al área en la que los peces marcados fueron liberados 2 meses antes.

En conclusión, estos datos indican que no existe una fuerte tendencia de los peces a desplazarse mar adentro a medida que crecen. Sin embargo, ésto se podría determinar mejor, si se pudieran obtener más datos de recuperaciones de marcas y si la pesca se realizara en todas las áreas durante todos los meses del año.

Muestras del Pacífico occidental

La Pacific Tuna Development Foundation, es una organización privada, no lucrativa, que patrocinó una expedición de agosto hasta octubre de tres embarcaciones cerqueras estadounidenses, el *Apollo*, *Mary Elizabeth* y *Zapata Pathfinder*, para buscar concentraciones pescables de atún en el Océano Pacífico occidental. Cada barco tenía a bordo un científico o un técnico, uno del Living Marine Resources, Inc., de San Diego, uno del National Marine Fisheries Service de los E. U. y uno de la Comisión del Atún. Se obtuvieron muestras sanguíneas, de frecuencia-talla, peso-talla y de los otolitos, de atunes aleta amarilla y barriletes, y se marcaron unos pocos peses en uno de los barcos. La Comisión utilizará estos datos y las muestras para estudiar la estructura poblacional del aleta amarilla y barrilete del Océano Pacífico.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Estudio de los otolitos

Los peces de aguas templadas experimentan cambios fisiológicos en el índice de crecimiento que producen bandas o marcas reconocibles en las escamas, en el espinazo, vértebras y otolitos (sagittae). Estas se pueden usar para estimar la edad de los peces individuales. Estas marcas, sin embargo, a veces no se encuentran o están pobremente definidas en los elementos óseos de las especies tropicales, así que los métodos convencionales de la edad no son dignos de confianza.

El supuesto descubrimiento de anillos de crecimiento diario o incrementos, en los sagittae tanto de peces de aguas templadas como tropicales, es una característica consistente y regular que ofrece potencialmente el método más confiable para descubrir la edad. Sin embargo, es necesario comprobar esta técnica para especies tropicales de más de 100 días de edad. El antibiótico oxitetraciclina sirve para esto, porque tiende a depositarse en regiones de tejidos recientemente calcificados y porque es fluorescente cuando se somete bajo luz ultravioleta. Por lo consiguiente, es posible recuperar peces en la captura comercial que han sido antes inyectados y determinar si el número de incrementos desde la marca de tetraciclina hasta la periferia del otolito corresponde al número de días en libertad.

En junio y julio de 1975, la Comisión emprendió un programa limitado de inyecciones que incluía 360 aleta amarilla. Hasta ahora, se han recuperado 21 marcas, pero solo 5 venían acompañadas con los peces y de estas 5 los otolitos de solo 3 presentaban la marca de tetraciclina. Las fechas actuales de recaptura no fueron exactas, pero el recorrido conocido indicaba que después de la inyección, hubo aproximadamente ya sea un desfase de 28 días en el depósito de tetraciclina en el otolito o que los incrementos de crecimiento no se habían formado en un período igual de tiempo. La segunda interpretación es menos probable, pero hay que confirmarla con el fin de examinar lo que puede ser una reacción de una especie específica y comprobar la teoría del incremento diario. Como resultado, se modificó el programa de inyecciones en 1976, para aumentar el número de recuperaciones al reducir el tiempo del manipuleo a bordo y al aumentar los premios por marcas de peces inyectados, siempre que se pudiera disponer también de los peces. Las recuperaciones hasta la fecha de 978 aleta amarilla y 457 barriletes inyectados han indicado un gran progreso, habiéndose recuperado respectivamente 492 y 122 peces. Los peces entregados a la Comisión fueron aproximadamente la mitad de éstos.

No se han examinado los peces inyectados en 1976, para ver si tienen marcas de tetraciclina. La condición fluorescente es fotolítica, así que las muestras no pueden sacrificarse experimentalmente hasta que no se desa-

rolle un método más preciso y rápido para contar los incrementos. El procedimiento actual incluye la preparación de una lámina delgada de un fragmento de otolito, mediante el pulimento manual, el grabado con un ácido ligero para exponer los incrementos de la subsuperficie y el conteo microscópico de los anillos a 1000x. Ya sea en la etapa del pulimento o del grabado, es posible destruir los incrementos críticos de la periferia y comprometer la validez de la técnica. Se están examinando actualmente diferentes procedimientos para encajar y cortar las láminas de los otolitos, junto con métodos potenciales microscópicos para solventar este problema.

Distribución de talla del barrilete

Con excepción de 1974, ha sido mayor la proporción de peces más grandes y de más edad en las capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental durante el período de 1971-1976, que en los años anteriores. Es posible que ésto se deba a que se encuentran barriletes más grandes en las nuevas áreas explotadas por la expansión del esfuerzo de pesca hacia el oeste en el ARCAA, en la zona entre los 5°N y 15°N, en donde se obtiene ahora la mayoría del aleta amarilla. Para examinar esta posibilidad, se calculó trimestralmente para los dos períodos 1965-1970 y 1971-1975 (Figura 12), la media del peso del barrilete capturado por embarcaciones con cerco, en 22 áreas seleccionadas de 5 grados en donde se ha capturado la mayoría de barrilete. El área de pesca de barrilete se dividió en tres regiones principales—norte, central y sur—como lo indican las líneas gruesas en la figura. El área al este de los 85°W y norte de los 5°N se incluyó en el área del sur porque parecía que tenía medias de peso más similares a aquellas al sur de los 5°N. La cifra encima de cada área de 5 grados indica el valor medio no ponderado del peso promedio en cada trimestre donde se obtuvieron muestras frecuencia-talla, y la cifra debajo indica el número de trimestres en que se obtuvieron muestras; las áreas de cinco grados con medias ponderadas ≥ 4 kg se indican mediante sombras. El número de áreas sombreadas en la región del norte ha permanecido igual en ambos períodos, mientras en la región central y del sur han aumentado de 3 a 11. El promedio de los valores por región (usando áreas con más de un trimestre muestreado) es como sigue:

Región	1965-1970	1971-1975
norte	3.4 kg	3.3 kg
central	3.5 kg	4.3 kg
sur	3.2 kg	4.0 kg

Ambas regiones la central y la del sur presentan un aumento de 0.8 kg durante el último período al compararlo con el primero. En estas 2 regiones, 12 de las áreas comparadas de 5° indicaron un aumento en el peso promedio durante el período de 1971-1975, mientras que solo 2 indicaron una reducción. Esto indica que el aumento en la proporción de

peces más grandes en años recientes no se relaciona con la expansión de la pesquería hacia el oeste, pero es bastante consistente al sur de los 15°N durante toda la pesca.

En la Figura 13 se indica para los dos períodos y las tres regiones, la media de la distribución frecuencia-talla del barrilete capturado por embarcaciones cerqueras. En la región del norte, la distribución es similar, con excepción del segundo trimestre donde hay un ligero cambio a peces más grandes en el último período. En la región central no hay cambio en el segundo trimestre, un pequeño aumento en el porcentaje de grandes peces en el primer trimestre y en el cuarto y un aumento marcado en el tercer trimestre. Sin embargo, en la región del sur, los cambios en la distribución de talla son bastante notables: en el período de 1965-1970, las curvas se caracterizan por un máximo dominante en todos los trimestres, pero en el período de 1971-1975, las curvas se nivelan con una gran proporción de grandes peces en los tres primeros trimestres, presentándose además un cambio a una proporción mayor de peces más pequeños, especialmente en el cuarto trimestre. Un cambio similar en la distribución de talla puede también observarse en los dos últimos trimestres en la región central. Parece que están entrando más peces viejos en las áreas de pesca al sur de los 15°N o que más peces que entraron como peces jóvenes, permanecen más tiempo y crecen convirtiéndose en peces mayores, aplazando su migración a las áreas de desove del Pacífico central.

Los datos preliminares de 1976 (Figuras 14 y 15) indican que se sigue manteniendo esta distribución. Se calcula que de la captura total de 139,000 toneladas de barrilete capturadas en 1976, 58 mil toneladas son de peces más viejos y grandes (en su mayoría de 2+ años); en cantidad es el 25% de la captura y 42% en peso.

Más de la mitad del aleta amarilla capturado en el ARCAA tiene una talla entre 50 y 80 cm. En el período de 1971-1975, el aumento en la proporción de barriletes más viejos capturados al sur de los 15°N fue de peces entre 50 y 70 cm de talla. Los barriletes y aleta amarilla de la misma talla, en un área, se alimentan similarmente y puede suponerse que compiten por el alimento cuando éste se encuentra limitado. Las capturas registradas de aleta amarilla, obtenidas al sur de los 15°N en el ARCAA, han ascendido desde principios del decenio de los sesenta como lo indican los valores medios siguientes:

1961-1965	46,400 toneladas
1966-1970	64,600 toneladas
1971-1975	108,800 toneladas

Aunque una buena proporción de este tonelaje se obtuvo en áreas donde el barrilete no es abundante, por lo menos la mitad de los aleta amarilla capturados en áreas de barrilete tenían tallas que podían competir con el

barrilete por el alimento. Puede que los barriletes más grandes hayan reemplazado algunos de los aleta amarilla más pequeños que han sido removidos por la pesca, debido al aumento del alimento disponible.

Análisis de las cohortes de barrilete

La identificación de los grupos semestrales A y B en la distribución de talla del barrilete ha sido siempre subjetiva y cuestionable, y los cálculos anteriores de las capturas de las cohortes dependían de la identificación del grupo dominante. Al reexaminar los datos se llegó a la conclusión que se podían cometer grandes errores en los cálculos de cantidades relativas y en el tonelaje de peces jóvenes y viejos si los grupos dominantes eran identificados erróneamente. Se ha empleado más recientemente un método modificado del análisis de la cohorte, el cuál evitará el problema de la mala identificación. Se asignaron las mismas longitudes trimestrales que se usaron para separar los grupos de edad (véase Figura 14) a todos los peces, omitiendo qué grupo parecía dominante. Estas longitudes fueron equivalentes a las empleadas anteriormente en cada grupo. Este método es más conservador que el anterior y está libre de error subjetivo, ya que no se necesita hacer ninguna decisión con referencia a la identificación de los grupos. Existirán necesariamente errores al calcular las capturas de las cohortes en los trimestres durante los cuáles predomina un grupo, cuando se usen las longitudes de separación, que son el promedio de las empleadas anteriormente con relación a cada uno de los grupos. Sin embargo, se evitan los errores más serios que resultan al usar las longitudes de separación de uno o el otro grupo cuando en realidad el grupo ha sido erróneamente identificado. Hasta ahora los problemas presentados por la probabilidad de que haya dos grupos de barrilete no se pueden solucionar en términos del análisis de la cohorte, pero este método (4 método) parece ser el mejor de las probres alternativas que se tienen.

Pronóstico de las cohortes de barrilete

Son insignificantes los efectos del análisis de la cohorte de este método modificado sobre la relación aparente que existe entre el índice de Oscilación Austral (O. A.) y los cambios correspondientes de las temperaturas del mar en las áreas de desove del barrilete y en las capturas de la cohorte más tarde. La línea de regresión para las cohortes de los años de 1961-1974, permanece esencialmente igual en todos los métodos. En 1976, se capturaron unas 58 mil toneladas de peces más viejos pertenecientes a la cohorte de 1975. Lo que resulta en una captura de la cohorte de ese año de 124 mil toneladas. El pronóstico correspondiente a la cohorte de 1975, basado en un alto índice de la O. A. fue de una captura baja (el mejor cálculo fue de 60 mil toneladas) y es evidente que ha fallado completamente, siendo la captura actual de la cohorte la tercera más grande desde 1955, cuando se obtuvieron por primera vez las muestras frecuencia-talla. El coeficiente de correlación (r) tanto para la captura como para

el índice de la O. A. de las cohortes de 1961-1974, fue -0.80 ($P < 0.001$), para capturas de la cohorte y el índice de la O. A. pero al incluir los datos de la cohorte de 1975, se reduce el coeficiente a -0.66 ($P < 0.01$), lo que significa que solo el 44% de la variación en la captura de las cohortes puede atribuirse ahora a la O. A. y a las condiciones oceánicas asociadas. A causa de la reducción en la confianza de la relación aparente que existe entre el barrilete y la O. A., a los cambios en el esfuerzo en años recientes (véase próxima sección) y a la inseguridad de las consecuencias que tendrán las reglamentaciones de los delfines en las maniobras de la flota, no se harán más pronósticos, a no ser que los datos de los próximos años aumenten la confianza en el modelo.

Estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo del barrilete

El problema de estimar el esfuerzo sobre una especie, en una pesca de especies múltiples, es bastante difícil. Se han vuelto a examinar los datos registrados de la captura y del esfuerzo con artes de cerco dirigido al aleta amarilla y barrilete en el Pacífico oriental desde 1961 a 1975, para tratar de obtener cálculos significativos del esfuerzo y de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) para el barrilete. Se emplearon solo los datos de las 22 áreas de cinco grados, designadas previamente como áreas de barrilete (véase Figura 12). Esto elimina algo del esfuerzo en áreas donde se captura comúnmente poco barrilete. Los datos de los cerqueros en cada una de las 22 áreas fueron examinados trimestralmente y se emplearon solo aquellos estratos de trimestre-área que tenían ≥ 100 días de pesca normalizados a la clase 3 de arqueo, de embarcaciones con cerco y ≥ 200 toneladas de barrilete. Estos valores fueron determinados arbitrariamente. El objetivo fue eliminar, tanto como fuera posible, el esfuerzo que se suponía se había dirigido principalmente al aleta amarilla y retener tanta captura de barrilete como fuera posible. Los valores anuales de la CPUE se calcularon al dividir la suma de la captura retenida por la suma del esfuerzo retenido en el estrato usado de trimestre-área.

El porcentaje del esfuerzo registrado y de la captura retenida con relación al esfuerzo y a la captura total, registrados en el ARCAA, se presenta en las columnas A y B de la Tabla 8. La media del esfuerzo retenido fue del 55% mientras que la media de la captura retenida fue del 89%, así que se ha eliminado el 45% del esfuerzo, suponiendo que en su mayoría fue dirigido al aleta amarilla, perdiendo al mismo tiempo solo el 11% de la captura de barrilete. Sin embargo, el porcentaje del esfuerzo retenido y registrado aumentó a 70% en 1974 y a 71% en 1975. Esto puede relacionarse al aumento de las áreas superficiales de cinco grados en el estrato seleccionado para esos años (columna D en la Tabla 8). La flota se dispersó más en términos de área y tiempo en las 22 áreas de barrilete en 1974 y 1975, ejerciendo más esfuerzo (columna E de la Tabla 8 y Figura 16, recuadro del medio). Es posible que se haya incluido más

esfuerzo sobre el aleta amarilla en estos años con relación a años anteriores, lo que explicaría la mayor cantidad retenida de esfuerzo. Si en realidad, este es el caso, entonces los valores de la CPUE para el barrilete en estos dos años son demasiado bajos con relación a los otros años.

De las 22 áreas examinadas de cinco grados, un promedio del 46% de la captura anual retenida provino del área del Golfo de Guayaquil (2-05-080), fluctuando de un 9% bajo en 1974 a un 89% alto en 1966 (columna C de la Tabla 8). Así que la pesca de barrilete puede considerarse como formada por dos pescas: una altamente concentrada en un área muy pequeña (la porción oriental del área 2-05-080) y una esparcida en las 21 áreas restantes. La expansión del esfuerzo hacia el oeste, entre los 5°N y 15°N resultó en un aumento en las capturas de barrilete como también de aleta amarilla, así que el esfuerzo aumentó considerablemente en 1973, 1974 y 1975 (columna K de la Tabla 8). Tradicionalmente, se ha investigado el área al norte de los 15°N separadamente del área al sur de los 15°N, debido a una interrupción en la distribución del barrilete frente al centro de México, en donde se cree que las altas temperaturas y/o las propiedades oceánicas son desfavorables para el barrilete. Las 22 áreas de cinco grados se dividieron por lo consiguiente en tres regiones: al norte de los 15°N; de los 5°N a los 15°N y al sur de los 5°N. Los datos de estas tres regiones se indican en las columnas H a P de la Tabla 8 y los valores de la CPUE se presentan en la Figura 17. En la mayoría de los años, en la región del sur, la mayor parte de la captura proviene del área del Golfo de Guayaquil. Los valores de la CPUE en la región del sur fueron mucho más altos que los de las otras regiones, desde 1961 a 1970, pero desde 1971 en adelante hay menos diferencia. En realidad, en 1974 la CPUE en la región central excedió la de la región del sur. La región del sur indica una tendencia descendente en la CPUE, que es estadísticamente importante (Figura 17, recuadro inferior). Sin embargo, la CPUE de 1975, es doble en la región del sur a la de los tres años anteriores, así que quede invertirse la tendencia. Una declinación similar, pero aún mayor, puede observarse de 1961 en adelante, en la captura por tonelada de capacidad de la flota ecuatoriana de pequeñas embarcaciones de carnada. Parece existir una pequeña tendencia descendente en la CPUE en la región del norte, pero no es estadísticamente significativa. No hay ningún cambio en la región central.

CPUE relativa a las cohortes de barrilete

La captura de las cohortes de barrilete (captura de generaciones de un mismo año) al este de los 150°W, se ha correlacionado significativamente con el índice de la O. A. No se ha corregido la captura según el cambio en el esfuerzo, debido principalmente al problema de asignar el esfuerzo a una pesca de dos especies, y también porque no se creyó que el esfuerzo en las áreas de barrilete había aumentado, ya que no fue evidente

ningún cambio en las capturas anuales. El gran aumento en el esfuerzo en las áreas de barrilete en 1974 y 1975 (Figura 16, recuadro del medio), requiere que se corrija ahora la captura de la cohorte, por el esfuerzo, con el fin de que sirva como medida de la abundancia de la generación de un mismo año.

La cantidad total de peces estimada y capturada al este de los 150°W, de cada grupo de edad (0+, 1+ y 2+ años; las pequeñas cantidades de 3+ se agruparon con los peces de 2+) se dividió por el esfuerzo retenido y registrado en las áreas de barrilete (véase sección anterior) para los años de captura y se agregaron los tres valores para obtener la CPUE relativa a la cohorte (en millares de peces por día de pesca de la clase 3 normal de arqueo de los cerqueros). Se usa la palabra relativa, porque la captura total se divide por una porción desconocida del esfuerzo total dirigido sobre el barrilete. Se supone que el esfuerzo retenido y registrado está bien correlacionado con esta porción desconocida del esfuerzo total, así que si esta suposición es válida, los valores obtenidos son la medida de la abundancia aparente y relativa, aún si fueran inferiores los valores verdaderos de la CPUE, si se pudieran calcular. Con el fin de simplificar este caso se supuso que toda la captura fue obtenida por cerqueros, cuando en realidad una proporción menor que varía anualmente, fue obtenida por embarcaciones con carnada durante el periodo estudiado.

En la Figura 16, se presenta el esfuerzo sobre el barrilete, la captura total de la cohorte y la CPUE relativa a la cohorte. Se dibujó visualmente la línea de la tendencia de la CPUE relativa a la cohorte (recuadro inferior) a través de medias móviles de los 4 años. Existe una reducción marcada en el último año, teniendo el período de 1971-1975, valores inferiores a cualquiera de los 10 años anteriores, reduciéndose las medias de 2.8 a 1.2 millares de pescas por día—una reducción del 57%. La merma es algo inferior cuando se calcula la CPUE con el tonelaje en lugar de las cantidades de peces, debido al aumento en la proporción de peces más grandes y viejos capturados en años recientes, pero las cantidades son un mejor indicador de la abundancia de la generación de un mismo año que el peso. La captura de la cohorte por toneladas se empleó anteriormente para los fines del pronóstico. No se cree que la tendencia descendente esté relacionada al aumento en el esfuerzo, ya que la CPUE empezó a decaer antes de que aumentara el esfuerzo (Figura 16, recuadro del medio). Se supuso que el valor del esfuerzo en 1976, era igual al de 1975, con el fin de estimar la CPUE de peces de 2+ años de la cohorte de 1975 capturada en 1976, por lo consiguiente el valor de la CPUE de 1975, relativa a la cohorte es un cálculo preliminar.

Se cree que la tendencia descendente en la abundancia aparente sea una fluctuación natural causada por cambios desconocidos de las condiciones oceánicas, ya sea en las áreas de desove del Pacífico central, en las

rutas de migración o en las áreas de pesca, especialmente al sur de los 5°N y en el área del Golfo de Guayaquil como lo sugiere la Figura 17. No ha habido una tendencia correspondiente en el índice de la O. A., o en la temperatura superficial del mar en las áreas de desove. El efecto del índice de la O. A. parece sobreponerse a la tendencia. Se probó la relación lineal del porcentaje de la desviación de la CPUE con el índice de la O. A. y demostró ser significativa con un coeficiente de correlación de -0.61 ($P < 0.02$). El coeficiente sin corregir por el esfuerzo, de las cantidades de la cohorte y el índice de la O. A. fueron -0.67 ($P < 0.01$) así que el resultado de este método de corregir el esfuerzo, ha reducido la confianza de la relación aparente entre la abundancia del barrilete y el índice de la O. A. La CPUE relativa de la cohorte, a pesar de la inseguridad de muchas de las suposiciones necesarias en este método para estimar el esfuerzo relativo sobre el barrilete, sigue siendo probablemente una medida mejor de la abundancia de la generación de un mismo año, de lo que es la captura sin corregir de la cohorte, debido al gran aumento en el esfuerzo que se inició en 1974.

Composición de talla en la captura de 1976

Desde 1954 los investigadores de la Comisión han obtenido muestras frecuencia-talla de aleta amarilla y barrilete, en capturas de cliperes atuneros y en embarcaciones cerqueras. Se ha empleado la información obtenida según estas muestras para calcular el índice de crecimiento, mortalidad, producción por reclutamiento y abundancia de la generación de un mismo año. En varios boletines y anuarios de la Comisión se han informado los resultados de estos estudios.

Se terminó a mediados de enero de 1977 el procesamiento de más de 800 muestras frecuencia-talla de aleta amarilla y más de 700 muestras de barrilete obtenidas en 1976. Estas muestras fueron medidas en capturas desembarcadas en California, Puerto Rico, Panamá, Ecuador, Perú y México. La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA durante 1971-1976, se presenta en la Figura 18. La estimación preliminar del promedio anual del peso del aleta amarilla en el ARCAA en 1976 es de 31.8 libras, un aumento de 2.3 libras sobre el promedio del peso en 1975, pero inferior al de 1972 y 1973.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en las capturas realizadas entre el extremo occidental del ARCAA y los 150°W de longitud durante 1971-1976, se presenta en la Figura 19. La estimación preliminar del peso promedio del aleta amarilla de esta región es 73.8 libras. Como en la mayoría de los años anteriores esto más que duplica el peso promedio del aleta amarilla del ARCAA.

La distribución anual frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental durante 1971-1976, se presenta en la Figura 20.

La estimación preliminar del promedio anual de peso del barrilete en 1976 es 7.2 libras, igual al de 1974, pero un poco inferior al peso promedio de los otros 4 años.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA ATUNERA

Análisis del ecosistema del afloramiento costero

Durante los primeros meses del año, los investigadores de la Comisión participaron en la primera fase de la Expedición JOINT-II a la altura de la costa peruana. Esta se realizó de marzo a mayo y se prosiguió con menos personal hasta octubre de 1976. La segunda fase está programada para marzo-mayo de 1977, en la misma área. Varias universidades y oficinas de los E. U. están participando en colaboración con varias entidades peruanas (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Dirección General de Hidrografía y Navegación) bajo la coordinación general de IMARPE (Instituto del Mar del Perú).

Como parte del programa colaborativo, una firma pesquera iba a asignar una embarcación bolichera a este programa, durante el período de varios meses en el que la CIAT trabajaría en las medidas de las anclas paracaídas. Desafortunadamente, esta firma no pudo proveer la embarcación para el período de marzo y abril, así que tuvieron que cancelarse los experimentos de las anclas paracaídas programados para 1976, junto con los experimentos de varios otros grupos de investigación.

La investigación propuesta por los científicos de la CIAT en 1977, incluye un estudio basado en los movimientos a la deriva de anclas paracaídas (utilizando el radar para medir los movimientos) que se ha de realizar durante una serie de experimentos biológicos, integrados, a lo largo de una pluma de agua aflorada al norte de San Juan, Perú. Se planea que estos experimentos se realicen a bordo del barco investigación *Cayuse*, una de las cuatro embarcaciones programadas para la campaña JOINT-II en 1977.

Estudio de la producción primaria por el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INPE) y la CIAT

El trabajo continuó moderadamente durante el año, sumariéndose los datos de este proyecto después de que se aclararon algunas imprecisiones sobre las medidas biológicas. Se distribuyeron copias considerablemente revisadas, impresas por la computadora, representantes de la mayoría de los datos del crucero, a los investigadores ecuatorianos y estadounidenses que participaron en el proyecto.

Oceanografía espacial

Ha sido muy importante para los investigadores de la CIAT, que

estudian los datos de los captadores remotos, el desarrollo de procedimientos que correlacionan las medidas oceánicas obtenidas por los barcos con las medidas obtenidas en el espacio. En 1976, el desarrollo de estos métodos se relacionó principalmente al análisis de los datos de dos satélites en particular: NOAA-4 y LANDSAT-1. Este análisis se refiere específicamente al Radiómetro de Alta Resolución (RAR) tanto visual como térmico infrarrojo del NOAA-4, y al Explorador Multiespectral (EME) tanto visual como casi infrarrojo de LANDSAT-1. Al desarrollar los métodos que produzcan las correlaciones que buscamos, es evidente que sería también muy útil poder traslapar los grupos de datos de los varios sistemas de captadores del satélite.

En el informe de la Comisión de 1975, se indicó que mediante la computadora se había producido un sistema de cuadrícula bastante exacto para la imagen digital del EME del satélite ERTS-1 (llamado ahora LANDSAT-1). Como parte integral de los trabajos para correlacionar los grupos de datos barco-satélite y satélite-satélite, los procedimientos cuadrícula se perfeccionaron aún más durante 1976 y se aplicaron no solamente a las imágenes de LANDSAT-1, pero también a las imágenes digitales de NOAA-4.

Uno de los problemas inherentes al usar los grupos de datos del EME de LANDSAT-1 es el llamado "problema de asimetría". Este se refiere a la asimetría (desviación) de las líneas sucesivas de regeneración, en el área de los datos, debida a la rotación de la tierra y al período limitado exploratorio del captador. Se realizó la primera serie de correcciones de las desviaciones durante 1976 y el análisis de numerosos grupos de datos del EME de LANDSAT-1, tanto corregidos como sin corregir, indican que la exactitud de la cuadrícula mejora aproximadamente en un 50% cuando se incluyen las correcciones. En una escena completa de LANDSAT-1 (185 km x 185 km) el error que se encuentra en el reticulado se ha reducido por lo consiguiente a 1 km en latitud y 5 km en longitud.

Debido a la importancia que existe de poder traslapar los datos del satélite de diferentes captadores, se concibieron durante 1976, las ecuaciones analíticas de transformación, que facilitarán tales comparaciones. Se trabaja rutinariamente con las imágenes digitales del satélite de una dimensión de 4 x 4 pies, que contienen 27,648 bits (unidades de información) de datos digitales cuadrícula con precisión. Las ecuaciones de transformación desempeñan la siguiente función: cuando se determina una serie particular de intersecciones latitud-longitud en la escena, se determinan los valores de la serie correspondiente, de las unidades (bits) de los datos. Se han incorporado en un programa (Fortran-4) y subrutina las ecuaciones de transformación y la realización del programa evaluado para una subserie de 2500 elementos de la escena del EME de LANDSAT-1, correspondiente a la subárea indicada en la Figura 21. Se encontró en

este análisis que las unidades de los datos (bits) en las localidades determinadas eran identificadas rutinariamente dentro de la unidad ± 1 de datos. Como el título lo indica, se ha corregido inicialmente la Figura 21 para tomar en cuenta la asimetría.

Un breve estudio designado para evaluar el potencial de los datos de temperatura de la superficie del mar de GOSSTCOMP (Global Ocean Sea Surface Temperature Compilation) para usar en la observación de los cambios regionales de las temperaturas en la superficie, indica que los datos de GOSSTCOMP, que se tienen actualmente, pueden tener ahora la estabilidad y calidad necesarias para dicha labor. Una serie de gráficos semanales de julio y agosto de 1976, fueron promediados para obtener la media de los datos de la temperatura superficial del mar (TSM) indicados en la Figura 22. En el gráfico se presentan claramente varias características regionales conocidas, incluso la pluma de agua fría al sur de Pta. Eugenia (Baja California), y el agua cálida superficial que fluye fuera del Golfo de California y a lo largo del litoral de México. En uno de los gráficos semanales se ven claramente más características transitorias como es la localidad de los límites de la Corriente de California (Figura 23). Un enfoque diferente para observar la TSM es el empleo de mapas de temperaturas anómalas como puede verse durante el mismo período de 6 semanas (Figura 24). Este gráfico indica aquellas localidades en que se encuentra ya sea calentamiento o enfriamiento, basado en dos meses de condiciones promedias. Los límites de la Corriente de California presenta cambios entre 1 y 3°C más fríos que el promedio, indicando los efectos de la advección y enfriamiento.

Experimento sobre el color del océano en la zona ribereña

En noviembre de 1975, los científicos de la Comisión participaron en un experimento colaborativo con científicos del U. S. National Environmental Satellite Service (NESS), el National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) y Scripps Institution of Oceanography (SIO). El objetivo de este proyecto fue determinar el potencial del instrumento recientemente desarrollado, el Explorador Multiespectral de la Zona Ribereña, en la zona costera del *Bight* de los Angeles, extendiéndose al sur hasta San Diego. Los datos de ese experimento fueron procesados y analizados en 1976. Las pruebas preliminares realizadas a la altura de la costa oriental de los E. U., han indicado que el instrumento tiene la capacidad de descubrir cambios muy pequeños en el color y como tal, será muy prometedor como captador remoto a bordo de futuros satélites para estudiar las reservas permanentes de fitoplancton y los sedimentos suspendidos.

La CIAT tuvo a su cargo el termógrafo preciso de radiación (TPR) y el termógrafo de alta sensibilidad (TAS), que midieron continuamente la temperatura de la superficie del mar durante el proyecto NOAA/SIO/

CIAT, utilizando ambos instrumentos casi hasta el final del período del crucero. Se calibró el TAS a bordo del *Dolphin* (propiedad de SIO) después del primer día de salida, usando temperaturas de cubo que cubrían una variación de 15° a 18°C. Además, se tomaron otras temperaturas de cubo durante el crucero. Fue posible ajustar los datos del TAS, porque se registraron manualmente las temperaturas superficiales del mar en los cubos. Después de terminar la calibración, se graficaron las temperaturas superficiales del mar registradas por el TAS en un diagrama en gran escala y se analizaron manualmente. Se siguió un método similar con los datos del TPR. Sin embargo, las unidades del TPR fueron convertidas en el diagrama a TSM basándose en una calibración que utiliza las temperaturas del TAS correspondientes a las ocasiones en que se obtuvieron datos del TPR. El análisis preliminar reveló que en los dos días de vuelo del avión, 29 de octubre y 1 de noviembre 1975, la TSM a lo largo de la costa de California, desde Dana Point hasta la Bahía de San Diego, varió solo de 15.8°C a 17.2°C. Se encontró la TSM más fría a lo largo del área ribereña y cerca a la entrada de la Bahía de San Diego. Los datos del satélite NOAA-4 del RAR procesados hasta la fecha y especialmente las fotografías infrarrojas del RAR del 28 de octubre y 1 de noviembre de 1975, presentan un buen acuerdo con aquellas observadas de la TSM.

Al cuadricular las imágenes digitales del RAR del NOAA-4, se encontraron también condiciones asimétricas. Se desarrolló un algoritmo en cierta forma análogo al empleado en las imágenes de LANDSAT-1 y se utiliza actualmente en la reticulación de las imágenes como la mostrada en la Figura 25. Esta figura representa un área de la superficie terrestre de una dimensión de 940 x 940 km, y vemos intercalado en la escena el derrotero del crucero del *Dolphin*. Al no condensar los datos del derrotero del crucero de la región, vemos el área de una resolución completa como se presenta en la Figura 26. La imagen digital térmica infrarroja corresponde a una área de la superficie terrestre de una dimensión de 59 x 59 km. A imágenes como ésta son a la que se les aplica los programas de la ecuación de transformación, al buscar correlaciones entre los datos del satélite y del barco.

Crucero FROMSAT

Casi todo el personal oceanográfico de la Comisión salió de San Diego el 1 de junio a bordo del barco de investigación *David Starr Jordan* en un crucero oceanográfico de pesca en colaboración con el personal del U. S. National Marine Fisheries Service (La Jolla). El crucero se realizó durante todo el mes de junio y la primera parte de julio. El derrotero del crucero y la posición de las estaciones pueden verse en la Figura 27. El objetivo de este crucero fue doble: 1) estudiar los procesos físicos que causan los cambios en el frente subtropical y subártico (o Zona de Transición) en el Pacífico nordeste y 2) evaluar un grupo de observaciones del

satélite, obtenidas al mismo tiempo en el área, con el fin de poderlas aplicar para observar las características de la Zona de Transición que afectan la distribución del albacora en esa área durante ese tiempo.

Durante el crucero de 4,000 millas, se levantaron 149 perfiles de STD para estudiar la salinidad, temperatura, estructura de la densidad y el oxígeno disuelto en los 500-1000 metros superiores del agua. En 33 de estas estaciones, se tomaron muestras de agua para medir la concentración de clorofila. Se tomaron continuamente medidas de la temperatura y salinidad con un termosalinógrafo, como también medidas desde la proa del barco con el TPR de la Comisión. Se observó continuamente la clorofila de la superficie con un fluorómetro y se calibraron estos datos usando las distintas muestras de agua para la clorofila. Debido a la importancia que tiene el conocimiento de la distribución vertical de la temperatura, humedad y presión en la troposfera para la investigación basada en el captador remoto, se lanzaron 21 radiosondas durante el crucero. Además de los lanzamientos de STD se levantaron 36 perfiles con batitermógrafos descartables para obtener un aumento en la resolución espacial en los frentes oceánicos subtropical, subártico y alrededor de éstos. Si hicieron lanzamientos de botellas de agua en 41 localidades para obtener muestras para el análisis de las materias nutritivas disueltas.

Se continúa con el trabajo de procesar y reducir los datos obtenidos a bordo del crucero. Se obtuvo un gran número de datos de STD sin tener las cintas correspondientes de datos digitales. Por lo consiguiente, fue necesario desarrollar un programa computador en el que las cintas análogas fueran digitalizadas mediante una máquina digital Calma, instalada en Scripps Institution of Oceanography. Los datos del RAR obtenidos durante el período del crucero han sido examinados y se encontró que siete pases abarcaban las mejores condiciones. Debido a los problemas de abarcamiento del ERTS (LANDSAT), parece que se ha reducido considerablemente la posibilidad de emplear los datos del ERTS obtenidos durante el primer período de junio.

Proyecto para corregir los datos de los satélites

A fines de septiembre se empezó un nuevo proyecto que continúa con nuestro trabajo de investigación sobre los captadores remotos y que le da importancia al desarrollo de un método para "depurar" los datos de los efectos de las nubes basado en datos infrarrojos del explorador tanto visuales como termales. Se espera que los algoritmos resultantes puedan aplicarse a la nueva generación de los radiómetros pasivos de microonda correspondiente a todos los estados atmosféricos. Las mediciones de estos radiómetros que pueden penetrar a través de nubes y una ligera lluvia, requieren, sin embargo, otras correcciones antes que se puedan considerar los datos de buena calidad para los fines oceanográficos. Con el fin de

comprender mejor las correcciones será necesario hacer análisis estadísticos de más series de datos.

Se ha escrito por ahora, un programa para la computadora HP9810A que acepta una serie de muestras N ; cada observación (X_i) tiene 8 bits en un byte* y puede aceptar valores dentro del rango de 0 a 255. Las estadísticas que se computan son: media, varianza, desviación normal, pendiente y kurtosis. La computadora grafica luego un histograma que describe la distribución de la frecuencia y se presenta una muestra en la Figura 28. Es necesario producir un grupo de estos histogramas y series estadísticas antes de que se pueda desarrollar un método estadístico adecuado para eliminar de los datos los efectos de las nubes.

CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1976 Y PERSPECTIVAS PARA 1977

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 tienen las actividades del hombre sobre su abundancia. La información científica obtenida cada año por los investigadores se utiliza para recomendar la conservación de estas especies y se presenta oralmente y mediante documentos básicos en las reuniones de la Comisión. Para que esta información sea pública, se compendia en este informe anual.

ATUN ALETA AMARILLA

Se calcula la condición del aleta amarilla mediante la aplicación de modelos generales de producción y de la estructura de la edad. En los modelos generales de producción, se juzga la población de los peces considerados como una masa homogénea, que recibe agregaciones debidas al reclutamiento y crecimiento, y substracciones debidas a la mortalidad natural y por pesca. Con excepción de la magnitud cero de la población y de la máxima posible de ésta, las agregaciones exceden las substracciones debidas a la mortalidad natural, designándose el exceso como producción sobrante. Si la mortalidad por pesca (es decir, la captura) equivale a la producción sobrante, la población permanece indefinidamente equilibrada, siempre que no haya trastornos debidos a cambios naturales. En algún punto intermedio entre la magnitud cero y la máxima posible de la población, la producción sobrante será máxima. Si el objeto de la administración es obtener un rendimiento máximo constante, se debe determinar este punto intermedio y debe mantenerse la población a esa magnitud. Si la población está a ese nivel y luego en un año determinado la captura

*El *bit byte* es un término técnico de la computadora que significa unidad de memoria; un *byte* incluye 8 bits o sea 8 unidades de memoria.

excede la producción sobrante, la magnitud de la población se reducirá, así que debe limitarse la captura al año siguiente para permitir que la población se recupere. Por otra parte, si la captura en un año determinado es inferior a la producción sobrante, la población aumentará y la captura puede aumentarse al año siguiente para reducir de nuevo la población a su magnitud óptima (*e.d.*, la magnitud que producirá el rendimiento máximo constante).

La información necesaria para la aplicación de los modelos generales de producción consiste principalmente en datos de captura y esfuerzo. Poco tiempo después de haberse establecido la Comisión, el personal científico empezó a obtener estadísticas de captura y esfuerzo de las pescas de aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental. Se ha continuado hasta ahora con esta serie de datos mediante un programa que obtiene el peso de los peces descargados y los datos de los cuadernos de bitácora.

Estos datos estadísticos se usaron durante la década de 1950, con el modelo logístico, un caso especial del modelo general de producción, en el que la magnitud óptima de la población es la mitad de la magnitud máxima de ésta y en el que la relación entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo es lineal, para determinar la condición de la población del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Se supuso cuando se empleó 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. Los datos morfométricos y del marcado indicaron una mezcla considerable de peces en el Océano Pacífico oriental, pero poco o ningún intercambio de peces entre las regiones del Océano Pacífico oriental y central, así que creíamos en aquel entonces, que esta suposición era razonable para los objetivos de la administración pesquera, aunque se continúa trabajando actualmente para determinar hasta que punto es satisfactoria. Se estimó que esta población puede, en promedio sostener una captura máxima anual de unas 92 mil toneladas, que pueden obtenerse con un esfuerzo total de pesca de unos 35 mil días, calculados en unidades de la clase 4 de arqueo de embarcaciones de carnada (embarcaciones de 201-300 toneladas de capacidad). En 1960 y 1961, cuando se reacondicionó la mayoría de las embarcaciones de la flota de la pesca con carnada a la pesca con cerco, duplicando aproximadamente, por lo consiguiente, su poder pesquero, las capturas ascendieron a 122 mil y 115 mil toneladas, respectivamente. Basados en el modelo, se pronosticó que en 1962, la abundancia de aleta amarilla sería inferior y que la captura se reduciría aún si el esfuerzo permanecía alto. Los pronósticos resultaron correctos y en 1962 y 1963, las capturas fueron 87 mil y 73 mil toneladas respectivamente. Este modelo fue usado como base para las reglamentaciones recomendadas por el personal de la Comisión desde 1962 hasta 1968. Sin embargo, estas reglamentaciones no se hicieron vigentes sino en 1966. En

esa época se estableció una cuota en el Area Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA), presentada en la Figura 29; la pesca se ha reglamentado cada año desde entonces.

Se cree que la captura por día normal de pesca (CPDNP) provee un índice bastante confiable de la abundancia del atún. En una sección anterior de este informe se indican los cambios durante el período de 1960 a 1976 y la forma en que se emplean estos datos. Las fluctuaciones durante 1960-1965, corresponden notablemente bien a lo esperado según el modelo logístico, conforme fue aplicado en esa época por el personal de la Comisión. En 1966, el primer año de la reglamentación, la CPDNP fue superior a la del año anterior y en 1967 y 1968, la CPDNP fue aún más alta a pesar de haberse obtenido capturas substanciales. De acuerdo al modelo, la población durante ese período debe haber permanecido aproximadamente al nivel relativamente bajo de 1965.

Puede que la falla de que las CPDNP no reaccionaran a la pesca como se pronosticó se deba (1) a deficiencias en el modelo, *e.d.*, que no se explicaron adecuadamente los cambios en la población debidos a la pesca o (2) a deficiencias en la CPDNP según la utiliza el personal de la Comisión (*e.d.*, normalizada a la clase 3 de arqueo de los cerqueros) como indicadora de la abundancia.

En el primer caso, las deficiencias del modelo podrían basarse (a) a la expansión geográfica de pesca, (b) a los cambios en la composición de talla de los peces en la captura o (c) a factores ambientales que pueden ser la causa de que la abundancia de los peces cambie independientemente de la pesca.

Antes de mediados de los años sesenta, la pesca se realizaba a unos pocos cientos de millas de la costa y en la vecindad de algunas islas y bancos mar afuera (Figura 30). A mediados y finales de la década de 1960, a medida que la capacidad total de la flota aumentó y conforme se construían embarcaciones de más porte y mejor equipadas, la pesca se realizó cada vez más lejos, mar afuera, y a principios de 1968, muchos barcos comenzaron a pescar fuera del ARCAA durante el segundo semestre del año. Durante los años setenta, el área de pesca ha sido similar a la presentada en las Figuras 31 y 2. Las áreas de bajura y de altura en el ARCAA y el área exterior se designan respectivamente en la Figura 29 como áreas A1, A2 y A3. Si los peces de las áreas A1 y A2 se mezclan completa y rápidamente (1 caso) la expansión de pesca al área A2 no produciría un promedio máximo constante de producción (PMCP) significativamente superior al del área individual A1. Por otra parte, si hay poco o no mezcla entre las dos áreas (2 Caso) el PMCP del área A1 más del área A2 sería la suma de los PMCP de las dos áreas (calculados al usar los datos de cada área separadamente para estimar los parámetros del modelo general de producción). Si existe una mezcla moderada entre

las dos áreas, como parece que sea el caso, entonces el PMCP del área A1, más el del área A2, sería algo superior al del 1 Caso, pero no tan grande como el del 2 Caso. Así que se cree que la razón principal del aumento en la CPDNP durante el período de 1965-1968, se debe a la expansión de pesca al área A2.

Se cree que el aumento en la talla promedio de los peces en la captura, debido al cambio de la pesca con carnada a la pesca con cerco y a la expansión de pesca a un área en donde no se capturan frecuentemente peces pequeños, ha afectado significativamente la CPDNP. Así, que no se ha comprobado la suposición de que la población de peces que se está considerando sea una "masa homogénea".

Se supone que los factores ambientales que pueden afectar la abundancia de los peces se han compensado con el tiempo.

En el segundo caso, las deficiencias en la CPDNP como indicadores de la abundancia pueden deberse (a) a que desde el final de la década de 1960, la pesca en el ARCAA se ha realizado principalmente durante el primer semestre del año, mientras que anteriormente había tenido lugar durante todo el año, (b) a los cambios en la eficacia de las embarcaciones de la misma clase de arqueo, (c) al empleo de la clase 3 de arqueo como clase normal, mientras que la gran mayoría de las embarcaciones son más grandes y realizan la mayor parte de la pesca en áreas en las que la clase 3 de arqueo no pesca, (d) a las dificultades causadas por el hecho de que el esfuerzo de pesca se dirige tanto hacia el barrilete como al aleta amarilla, (e) a los cambios en la estrategia de pesca, que provienen al tratar de evitar la pesca de grandes atunes aleta amarilla, que tienen grandes concentraciones de mercurio o (f) a los factores ambientales que pueden influir en la disponibilidad y/o vulnerabilidad de los peces.

Antes de la reglamentación, cuando se pescaba durante todo el año, la CPDNP era comúnmente alta durante el primer semestre del año. Por lo consiguiente, se calcula el promedio de la CPDNP de los cuatro primeros meses del año como de todo el año (Figura 4), para evitar el error sistemático cuando se considera solo la tendencia de los cuatro primeros meses.

Desde el reacondicionamiento de los cliques atuneros a la pesca con cerco a fines de los años cincuenta y principio de los sesenta, los pescadores han adquirido tipos nuevos y mejores de arte, y son más expertos en el empleo de estos aparejos. Estos cambios deberían producir una CPDNP más alta de la que se obtendría si la experiencia y las artes no hubieran mejorado. Por lo consiguiente, para evitar un error, es necesario hacer un ajuste por estas mejoras. Se ha incorporado un ajuste en estos datos, que compensa el aumento en el éxito al capturar cardúmenes que se encuentran, pero puede que haya otros errores que no puedan descubrirse.

Se eligió la clase 3 como clase normal de arqueo de los cerqueros durante los años cincuenta, ya que en esa época la clase 3 de arqueo de los cerqueros, obtenía más atunes que los de cualquier otra clase de arqueo. Desde entonces, se han construido muchas embarcaciones de gran porte y varias de las pequeñas se han ido a pique o se han retirado de la pesca. Las embarcaciones de gran porte pescan en todas las áreas, mientras que las más pequeñas pescan casi en su totalidad o unos pocos cientos de millas del litoral y tienden a pescar más hacia el extremo norte o sur del radio de distribución del aleta amarilla y menos en el área entre el sur de México y Colombia. El método de normalización es tal, que la CPDNP es casi igual a la captura por día de pesca (CPDP) de la clase 3 de arqueo, omitiendo el éxito que hayan podido tener otras clases de arqueo con relación a la clase 3. Así que si la proporción entre la CPDP de las embarcaciones de gran porte y la CPDP de las de pequeño porte es superior al promedio, entonces la abundancia de los peces es probablemente superior a la indicada por la CPDNP, mientras que si la proporción es inferior al promedio, puede que el caso sea lo contrario. Los datos apropiados para el período en el que las embarcaciones grandes y pequeñas siguieron evidentemente diferentes modas de pesca se presentan en la Tabla 9. Por lo consiguiente, en los años como 1972 y 1973, la abundancia de aleta amarilla puede que haya sido superior a la indicada por la CPDNP, mientras que en los años como 1974 y 1975, la abundancia puede haber sido inferior. El personal de la Comisión entre los proyectos de investigación, le ha dado gran prioridad a la solución del problema de la normalización.

La mayor dificultad al emplear los datos de la CPDNP como índice de la abundancia, es causada por el hecho de que el esfuerzo de pesca se dirige tanto hacia el barrilete como al aleta amarilla. Se ha dedicado un considerable esfuerzo para solucionar este problema, pero los resultados, hasta ahora, no son satisfactorios. Esta situación, sin embargo, no hace que los datos sean irrazonables.

Se cree que los cambios que tuvieron lugar durante los comienzos de los setenta al tratar de evitar la pesca de grandes aleta amarilla con grandes concentraciones de mercurio, fueron relativamente pequeños.

Se supone que los factores ambientales que pueden influir en la disponibilidad y/o vulnerabilidad de los peces, se han compensado con el tiempo.

En 1968, se sospechó fuertemente que el PMCP en el ARCAA era significativamente superior al que se había calculado originalmente de 92 mil toneladas, obtenido según los datos de los años anteriores a la expansión de la pesca mar afuera. Por lo consiguiente, en ese año la Comisión solicitó que los investigadores prepararan para la reunión de 1969, una propuesta específica de un programa experimental de sobrepesca, con el

fin de averiguar empíricamente el PMCP de aleta amarilla en el ARCAA. El programa recomendado por el personal y aprobado por la Comisión, estipulaba cuotas de 120 mil toneladas para 1969, 1970 y 1971. Si la CPDNP, en unidades de la clase 3 de arqueo de los cerqueros, se reducía a menos de 3 toneladas por día durante ese período, la captura se limitaría para prevenir posiblemente un daño irreparable de la población. Este programa de la administración empírica ha continuado hasta ahora. El aumento de las cuotas y de las capturas en 1969, 1970 y 1971, no dieron aparentemente como resultado una reducción en la CPDNP. En 1971 la CPDNP fue inferior, pero esta reducción se debió probablemente en su mayoría al cambio del esfuerzo del aleta amarilla al barrilete y al tratar de evitar la pesca de grandes atunes aleta amarilla debido al problema del mercurio, mencionado anteriormente. En 1972 se aumentó la cuota a 140 mil toneladas. La captura fue de 152 mil toneladas, pero la CPDNP aumentó más o menos al nivel de 1968-1970. En los años siguientes, las cuotas y las capturas aumentaron aún más y durante 1973-1975, la CPDNP se redujo constantemente. Esta información se resume en la Tabla 10.

Debido a la naturaleza compleja de la pesca y a los rápidos cambios que han ocurrido en ella en estos últimos años, se ha experimentado considerablemente en la selección y preparación de los datos que se han de emplear, y en elegir los procedimientos matemáticos que se usarán para analizar los datos de captura, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo. Solo se discuten dos métodos en este informe a los cuales se les ha dado predominio en 1976.

En el primer análisis (1 Caso) se empleó el modelo logístico. El esfuerzo se normalizó a días de la clase 3 de cerqueros (embarcaciones de 101 a 200 toneladas de capacidad). Solo se usaron los datos de 1967 a 1976, ya que antes de 1967, el esfuerzo de pesca no se encontraba tan disperso en el ARCAA como más tarde; además estaban aparentemente ocurriendo cambios importantes en la eficacia de las embarcaciones cerqueras en los primeros años. Se usó la CPDNP (viajes sin reglamentar) del primer semestre, como índice de la abundancia de los peces, y se emplearon las capturas del segundo semestre, cuando la mayoría de las embarcaciones se encontraban bajo reglamentación, para estimar los cambios en la abundancia durante ese período. Esta técnica se concibió con la intención de superponerse al efecto de las reglamentaciones con relación al problema de la estimación de los parámetros. Se estima que el PMCP sea de 173 mil toneladas y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio, sería de 47.6 mil días de la clase 3 de arqueo. La curva de equilibrio de la producción y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados se presentan en el recuadro superior de la Figura 32. Todos los puntos, excepto los de 1967 y 1971, aparecen sobre la línea. (En estos dos años, se lograron grandes capturas de barrilete, lo que alejó el esfuerzo del aleta amarilla,

reduciendo casi con seguridad, la captura de esta última especie.) La aparición de la mayoría de los puntos sobre la línea no es inesperada, ya que la línea representa los niveles de captura que se obtendrían en condiciones de equilibrio, y durante el período de que se trata se estaba incrementando el esfuerzo y las capturas, reduciendo por lo consiguiente la población acumulada. Este patrón no puede evidentemente continuar indefinidamente, porque eventualmente, a no ser que la tendencia se invierta, la población se reduciría hasta el punto en que la captura disminuiría sin importar qué tanto esfuerzo sea ejercido.

En el segundo análisis (2 Caso) se empleó de nuevo el modelo logístico, usando solo los datos de los cerqueros de la clase 6 de arqueo (de más de 400 toneladas de capacidad). Esto se hizo porque se había observado que la CPDP de las embarcaciones de gran porte, había disminuído más en años recientes (1974 y 1975) que la de embarcaciones más pequeñas. Como los grandes barcos pescan en más áreas del Océano Pacífico oriental y obtienen una porción mayor (más del 85 por ciento) de la captura que las embarcaciones pequeñas, existe la posibilidad de que al emplear solo los datos de la clase 6, producirá diferentes estimaciones de los parámetros. Se emplearon solo los datos de 1968 a 1976. Como en el 1 Caso, la CPDNP durante el primer semestre del año se usó como índice de la abundancia de los peces y las capturas durante el segundo semestre se emplearon para calcular los cambios en la abundancia durante ese período. La curva de equilibrio de la producción y los puntos observados, que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados, se presentan en el recuadro inferior de la Figura 32. En este caso, se calcula que el PMCP sea de 168 mil toneladas y el esfuerzo necesario para pescar esta cantidad en condiciones de equilibrio de unos 17.5 mil días de la clase 6 de arqueo.

En cada uno de los dos casos se calcula que el PMCP es de unas 170 mil toneladas. En el 1 Caso el esfuerzo en 1976 se localiza en el gráfico en la parte superior de la curva, indicando que el esfuerzo en ese año estaba al nivel óptimo. En el 2 Caso, sin embargo, el esfuerzo en 1976, se encuentra a la derecha de la parte superior de la curva, lo que indica que excedió la cantidad de esfuerzo que produciría el PMCP. La dificultad de esta situación hace que sea imposible determinar cuál de estos dos análisis representa mejor la situación real. La mejor manera de perfeccionar las estimaciones del PMCP, es la de aumentar el esfuerzo de pesca hasta el punto en el que se reduce la captura total, que es el objeto del programa experimental de sobrepesca discutido anteriormente.

El modelaje de la estructura de la edad comienza con uno o más grupos de peces, los reclutas. Con el paso del tiempo, el peso de los individuos que sobreviven aumenta debido al crecimiento, pero el número de sobrevivientes disminuye debido a la mortalidad. Parte de la mortalidad se debe a la captura de peces pero los peces que mueren por causas

naturales, se pierden. Las simulaciones de la computadora, basadas en tales modelos, pueden mantenerse funcionando indefinidamente al insertar otros reclutamientos a intervalos apropiados.

La entrada de modelos de la estructura de la edad, consiste en estimaciones de reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural y por pesca. Además, en algunos casos, los modelos se pueden hacer más realísticos al introducir las migraciones. Las estimaciones de los índices de crecimiento y mortalidad se obtienen según el análisis de los datos de la composición de talla de las capturas, suplementados con otros datos de varios tipos. El personal de la Comisión ha obtenido desde 1954, datos sobre la composición de talla de las capturas de aleta amarilla y barrilete en el Pacífico oriental y además ha tenido acceso a datos similares obtenidos durante 1951-1954, por el California Department of Fish and Game.

Estos datos se emplearon originalmente en el modelo del rendimiento por recluta, un tipo de modelo de la estructura de la edad, para determinar el impacto que tiene la pesca sobre la población del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Como en el caso de los modelos generales de producción, discutidos en la sección anterior, se supuso que la pesca explotaba una población individual de peces que no se extendía más allá del radio de la distribución de pesca. Estos primeros estudios, indicaron que solo el aumento en el esfuerzo de pesca no aumentaría la captura total, pero que si los peces podían capturarse a una talla promedio más grande, el rendimiento por recluta y tal vez también la producción, podrían aumentar. Sin embargo, se calculó que no sería práctico reducir la captura de los peces pequeños. Estos estudios se realizaron durante la década de los cincuenta, cuando la mayoría de las embarcaciones de la flota eran de carnada (clíperes atuneros). Desde entonces, éstas han sido reemplazadas en su mayor parte por cerqueros, que pescan, en promedio, peces más grandes que las embarcaciones de carnada. Este cambio en el tipo predominante de las artes, puede, en parte, ser responsable de que las capturas durante la última década han excedido lo que en la década anterior se había creído era el promedio máximo y constante de producción.

El aleta amarilla que se recluta en la pesca pertenece aparentemente a dos grupos, el grupo X que entra en la pesca durante el primer semestre, 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 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 de 2. El reclutamiento estimado en 1966-1974, 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 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 solamente el cambio en la mortalidad por pesca a edad específica para explicar el aumento en las capturas durante el último período; (2) un cambio, por sí solo, en el reclutamiento, produce con relación al primero una sobreestimación en el aumento de la captura durante el último período. Por lo consiguiente, parece que ambos puntos son la causa, por lo menos parcialmente 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. Se supone, primero, que el área A1 era un criadero de 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 estudios más recientes que analizan el efecto que ha tenido la expansión de pesca mar afuera sobre las estimaciones del reclutamiento y que examinan los resultados del marcado referentes al movimiento diferencial de la edad específica, apoyan la conclusión que desde la expansión mar afuera de la pesca al área A2, la población del aleta amarilla puede soportar capturas más grandes que antes y que la segunda hipótesis es probablemente la correcta.

En 1973 y 1974, se obtuvieron grandes capturas de peces pequeños del grupo Y en el área A1 durante los dos primeros trimestres del año (Figuras 33 y 34). Se pregunta evidentemente, si este aumento en la captura se debió a un aumento en el reclutamiento y vulnerabilidad. En el primer caso, se podían esperar grandes capturas en los años siguientes, cuando se podía disponer de peces de talla mediana y grande de los grandes reclutamientos, pero en el segundo caso, lo contrario sería lo natural, debido a la escasez de peces medianos y grandes después de que se habían explotado fuertemente los peces pequeños.

En las Figuras 33 y 34, puede verse que las capturas de la cohorte Y73 como peces de 2, 3 y 4 años fueron inferiores al promedio, lo que indica que el reclutamiento de esta cohorte fue aproximadamente promedio

y que la alta captura en 1973, se debió al aumento en la vulnerabilidad de estos peces cuando tenían 1 año.

Sin embargo, la captura de peces de 1 año de la cohorte Y74 en 1974, fue aún superior de lo que fue en el caso de la cohorte Y73 el año anterior y la captura de peces Y74 fue aproximadamente promedio o un poco superior al promedio, en los dos años siguientes. Por lo tanto, el reclutamiento de la cohorte Y74 fue bastante superior al promedio. El peso de las capturas de peces de 1 año excedió el peso combinado de las capturas de peces de 2 y 3 años, que no fue el caso en ninguna de las cohortes, excepto la cohorte Y73, lo cual indica que la vulnerabilidad de los peces de la cohorte Y74 fue alta en 1974.

La cohorte Y75, según puede verse en las Figuras 33 y 35, tuvo en 1975 una abundancia aproximadamente normal, produciendo una captura de unas 10 mil toneladas. La captura de peces de 2 años de esta cohorte en 1976, ha casi duplicado la captura de peces de 1 año del mismo grupo obtenida en 1975, una situación más normal que la observada en las cohortes Y73 e Y74. Por lo consiguiente, parece que el reclutamiento de la cohorte Y75 fue aproximadamente promedio y que la vulnerabilidad de los peces de 1 año fue casi normal.

La cohorte Y76, explotada fuertemente por primera vez en 1976, ha producido hasta ahora una captura de unas 20 mil toneladas, que es un poco superior al promedio.

Durante los dos últimos años se ha expresado un interés considerable sobre el posible efecto que podían tener las capturas inusualmente grandes de peces de 1 año de las cohortes Y73 e Y74. Los peces de la cohorte Y73, han pasado ya casi completamente por la pesca, aunque se deben obtener pequeñas capturas de éstos durante 1977. Las grandes capturas obtenidas durante su primer año, redujo su abundancia subsiguiente en la pesca. La cohorte Y74 ha producido capturas mucho más grandes de peces de 2 y 3 años que la cohorte Y73 de edades correspondientes. Se esperan buenas capturas de esta cohorte de nuevo en 1977. Ya no existe la preocupación sobre la posibilidad de obtener capturas grandemente reducidas en 1975-1976, debido a las grandes capturas de peces de 1 año en 1973 y 1974.

El personal de la Comisión ha considerado generalmente la población de aleta amarilla en el ARCAA como una unidad individual entremezclada. Sin embargo, los datos genéticos y del marcado no rechazan la posibilidad de que pueda haber heterogeneidad en la composición de la población en el ARCAA. Con el fin de investigar el posible efecto en las estimaciones de la producción potencial si existe más de una población en el ARCAA, los investigadores de la Comisión han ampliado el modelo computador de simulación TUNPØP, para incluir esta situación. El modelo de simulación

modificado TUNMIX, permite diferencias zonales en las temporadas de pesca, intensidad de pesca, mortalidad por pesca a edad específica, reclutamiento, crecimiento, mortalidad natural y proporción de mezcla de los peces entre las áreas. Los primeros resultados, al usar este nuevo modelo, confirmó las conclusiones anteriores de que solo un cambio en la mortalidad por pesca, a edad específica, no sirve para explicar las grandes capturas observadas en la pesca desde 1969. Solo los aumentos en el reclutamiento aparente sirven para explicar las capturas más grandes.

Aunque los análisis son consistentes con las primeras estimaciones de producción de la población de aleta amarilla en el Pacífico oriental, proveen ajustes más equilibrados para los datos de la captura observada, cuando se emplea un valor de 0.6 para la mortalidad natural en lugar del valor comúnmente usado de 0.8.

Los análisis realizados en 1975, indicaron que la población de aleta amarilla en el ARCAA podía soportar una captura entre 140-190 mil toneladas. Las recomendaciones que se hicieron en esa época se basaron tanto en el análisis del modelo general de producción como en el del modelo de la estructura de la edad. El hecho de que se capturaran grandes cantidades inusitadas de peces de 1 año en 1973 y 1974, y de no poder pronosticar las consecuencias que estas capturas tendrían en la producción subsiguiente de las cohortes correspondientes, influyeron fuertemente en la decisión de recomendar en 1976, una cuota que principiara a un nivel más bajo de 140 mil toneladas, pero con autorización de aumentarla a 190 mil toneladas.

Al emplear ahora los datos mencionados anteriormente, parece que se puede capturar un promedio de producción constante de unas 170 a 175 mil toneladas en el ARCAA. Al utilizar la misma base de datos, pero al colocar ciertos límites en los parámetros del modelo, dió como resultado estimaciones de producción en el ARCAA que se aproximaban a las 200 mil toneladas.

El recuadro superior de la Figura 32, que utiliza embarcaciones de la clase 3 de arqueo, como clase normalizada, indica que el esfuerzo durante los últimos años se aproxima al nivel óptimo que en promedio alcanzará la producción máxima continua. Si se mantiene el esfuerzo al mismo nivel de unos 50 mil días en 1977, entonces de acuerdo al modelo se podrían obtener de 175 a 180 mil toneladas, siempre que las condiciones sean normales. Si el esfuerzo se mantiene a ese nivel, la captura debe equilibrarse a unas 175 mil toneladas. Si se aumenta el esfuerzo a unos 65 mil días, la captura aumentaría primero, pero luego se reduciría si se mantiene el esfuerzo a ese nivel.

Si el empleo de la clase 6 de arqueo como clase normal (Figura 32, recuadro inferior) representa mejor las condiciones de pesca, entonces el

esfuerzo debe reducirse un poco, a unos 18 mil días de pesca; a este nivel se estabilizaría la captura en unas 170 mil toneladas.

Parece en estos dos ejemplos, que la pesca está cerca a su nivel óptimo en términos de obtener una producción máxima constante. Sin embargo, si los cálculos de la producción, conforme se indican, son conservadores, entonces la población de aleta amarilla podría sostener más aumento en el esfuerzo. Como la distribución de la edad en la captura, este año, ha regresado a lo normal, después de dos años (1973 y 1974) de una desviación substancial, y no se han observado consecuencias adversas en los otros años, el año de 1977 sería un buen tiempo para estudiar aún más la población, en términos del programa experimental. Se obtendrá más información referente a la forma y nivel de la línea, al mover el nivel del esfuerzo en las dos curvas presentadas en la Figura 32, más lejos hacia la derecha, en donde no se ha ejercido éste anteriormente. Si la consecuencia de tal acción fuera un aumento en la captura y pudiera sostenerse sin que hubiera una fuerte reducción en la CPDNP, el cálculo de 175 mil toneladas como producción máxima tendría que considerarse conservador. Si por otra parte la captura disminuyera o permaneciera igual como resultado del aumento en el esfuerzo, entonces se podrían considerar las estimaciones como relativamente acertadas.

La pesca ha maniobrado en el área exterior del ARCAA (Figura 29, área A3) desde 1968 (Tabla 10). Generalmente, no se realiza ninguna pesca en esta área durante el primer semestre del año, debido principalmente a que las condiciones meteorológicas allí son bastante borrascosas. Cuando el tiempo mejora en mayo-junio, por lo general se ha clausurado el ARCAA a la pesca irrestricta de aleta amarilla y muchos de los grandes barcos de la flota internacional se trasladan a esta área exterior. Los experimentos de marcada han indicado que la proporción de mezcla entre los peces de esta área y los del área en el ARCAA es baja, así que se han considerado separadamente el aleta amarilla del área exterior y el del ARCAA.

En 1969, la CPDP de la clase 6 de arqueo de las embarcaciones de cerco fue más de 20 toneladas, pero desde entonces, la CPDP ha sido notablemente constante, entre 10 y 13 toneladas (Figura 35). En 1969, 1970 y 1971, el esfuerzo fue menos de 2.6 mil días y la captura menos de 30 mil toneladas. Durante el período de 1972-1975, el esfuerzo y la captura fueron casi constantes, el primero entre 3.5 y 4.1 mil días y la última entre 41 y 50 mil toneladas. La captura en 1976, fue superior a la del año anterior, pero la CPDP fue aproximadamente igual a la del período de 1971-1975. En el recuadro inferior de la Figura 35, puede verse que la captura en el área exterior del ARCAA ha aumentado proporcionalmente con el esfuerzo, lo que indica que la pesca sigue maniobrando al lado subexplotado de la curva cupuliforme, que representa la relación

entre la captura y el esfuerzo. Así que no parece que exista una razón biológica para controlar ahora 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 1975, el barrilete formó cerca del 45% de la captura de las especies comerciales principales de atún en ese océano.

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 aparecen en áreas relativamente pequeñas, siendo que 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 un año o 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 la costa occidental 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. Doce peces marcados y liberados en el área septentrional fueron recapturados cerca a las islas del Hawai 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 de barrilete varían considerablemente de un año a otro. La magnitud de la flota ha aumentado considerablemente en años recientes y posiblemente ésto ha causado un aumento en el es-

fuerzo de pesca sobre esta especie. Sin embargo, ésto 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 siendo la densidad de los peces en las áreas igual en todos los años. Los datos actualmente, no proveen ninguna evidencia de que este fenómeno puede ocultar la relación entre la abundancia de barrilete y el esfuerzo de pesca, pero se sigue investigando la interrogante como parte de los extensos estudios de la Comisión sobre el esfuerzo de pesca y la CPUE como índice de la abundancia. Lo más probable ahora es que la variación de un año a otro en la captura y la abundancia aparente sea 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 son accesibles en diferentes años a la pesca del Pacífico oriental. Las estimaciones de la abundancia aparente de las áreas norte y sur se correlacionan bastante bien unas con otras, pero en algunos años, por ejemplo en 1968 y 1970, la captura ha sido superior al promedio en un área e 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 1976, fue de unas 142 mil toneladas, siendo este el mejor año de pesca (Tabla 1).

Es importante conocer la variabilidad anual de la captura y abundancia aparente del barrilete para poder administrar apropiadamente la pesca cuando y si es necesario. Con el fin de lograr este propósito, 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 fin, descrito en el informe anual de 1974, ha tenido un éxito aparentemente moderado en explicar hasta 1973, estas fluctuaciones, pero en 1974, 1975 y 1976, las capturas se han desviado considerablemente de los pronósticos. Por lo tanto, se están examinando de nuevo muy detalladamente los datos, para tratar de encontrar un método de pronóstico que se pueda utilizar permanentemente. Estos estudios se describen en otro lugar de este informe.

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

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

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

William H. Bayliff, Ph.D. (Washington)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Robert C. Francis, Ph.D. (Washington)	
<i>Biology: population dynamics</i>	— <i>Biología: dinámica de poblaciones</i>
(To October 31)	—Hasta el 31 de octubre)
Joseph W. Greenough, M.S. (Washington)	
<i>Fisheries management</i>	— <i>Administración pesquera</i>
(To July 16)	—Hasta el 16 de julio)
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Forrest R. Miller, M.A. (California)	
<i>Meteorology</i>	— <i>Meteorología</i>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Gary D. Sharp, Ph.D. (California)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)	
<i>Oceanography</i>	— <i>Oceanografía</i>

Associate Scientists — Científicos asociados

Robin L. Allen, Ph.D. (British Columbia)	
<i>Population Dynamics</i>	— <i>Dinámica de poblaciones</i>
Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
	(San Pedro, California)

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

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

- Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)
Biology —*Biología*
- Takeo Ishii, Ph.D. (Tokyo)
Biology —*Biología*
 (From August 1 —Desde el 1 de agosto)
- Robert G. Kirkham, M.S. (San Diego State)
Remote sensing technology —*Tecnología de captadores remotos*
- Robert D. Robinson, B.S. (Colorado State)
Statistics —*Estadísticas*
- Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)
Biology: population dynamics —*Biología: dinámica de poblaciones*
- Alexander Wild, Ph.D. (British Columbia)
Biology —*Biología*
 (From June 16 —Desde el 16 de junio)

Assistant Scientists — Científicos auxiliares

- Jon S. Cole, B.S. (Washington)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
 (From January 16 —Desde el 16 de enero)
- Arturo F. Muhlia M., B.S. (Univ. Autónoma, México)
Statistics —*Estadísticas*
 (From June 16 —Desde el 16 de junio)
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*

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*
- Gregory Elmassian, B.A. (California)
Computer programmer —*Programador de la computadora*
 (From October 8 —Desde el 8 de octubre)
- 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)
- 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)
- Vaughn M. Silva
Waterfront contact: laboratory technician
 —Representante en el muelle: *técnico de laboratorio*
- Robert W. Wagner
Laboratory technician (oceanography)
 —*Técnico de laboratorio (oceanografía)*

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

- Georgia K. Cason
Switchboard operator —*Telefonista*
 (From August 23 —Desde el 23 de agosto)
- Theodore C. Duffield
Bookkeeper and administrative assistant
 —*Contador y asistente administrativo*

Lucy Dupart <i>Bilingual secretary</i>	— <i>Secretaria bilingue</i>
Regina A. Newman <i>Bilingual secretary to Director</i>	— <i>Secretaria bilingue del Director</i>
Penelope L. Soderberg <i>Switchboard operator</i> (To August 27)	— <i>Telefonista</i> —Hasta el 27 de agosto)
Helen R. Wicks <i>Secretary (oceanography)</i>	— <i>Secretaria (oceanografia)</i>

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

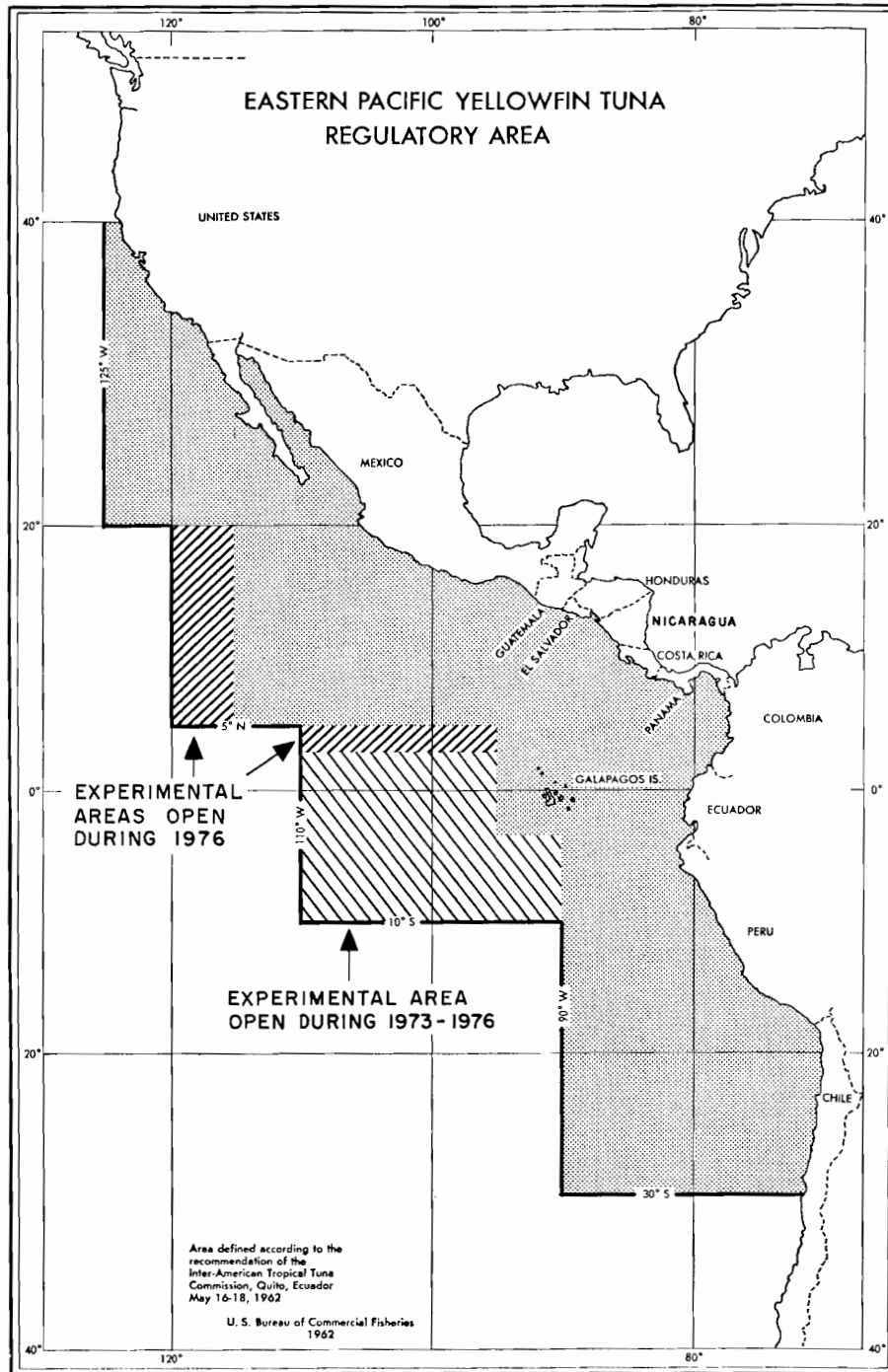


FIGURE 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

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

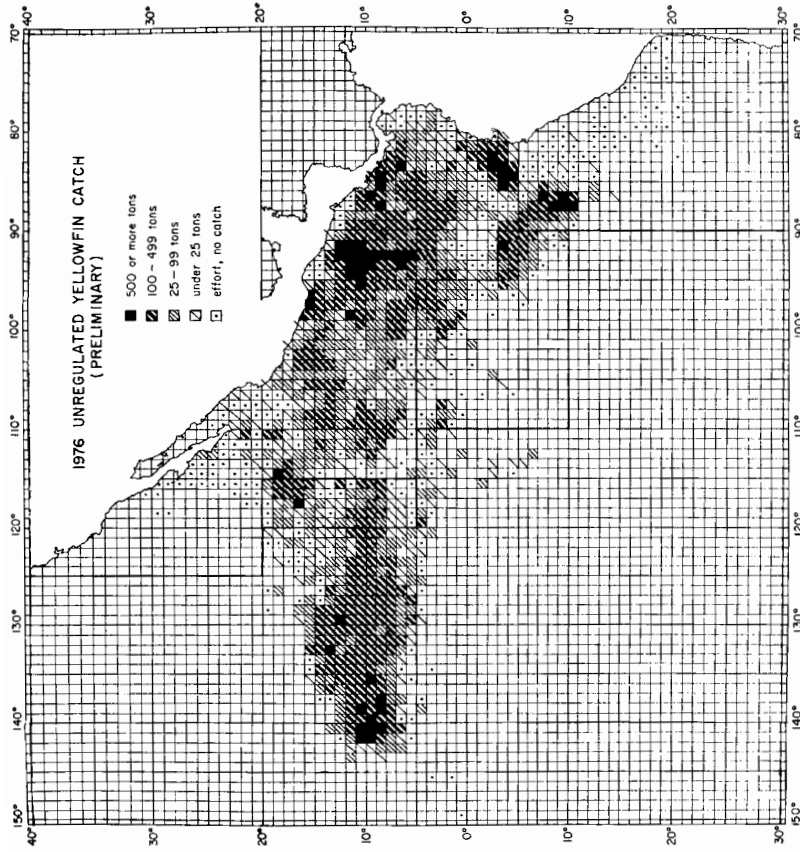


FIGURE 2. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1976 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

FIGURA 2. Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1976, 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.

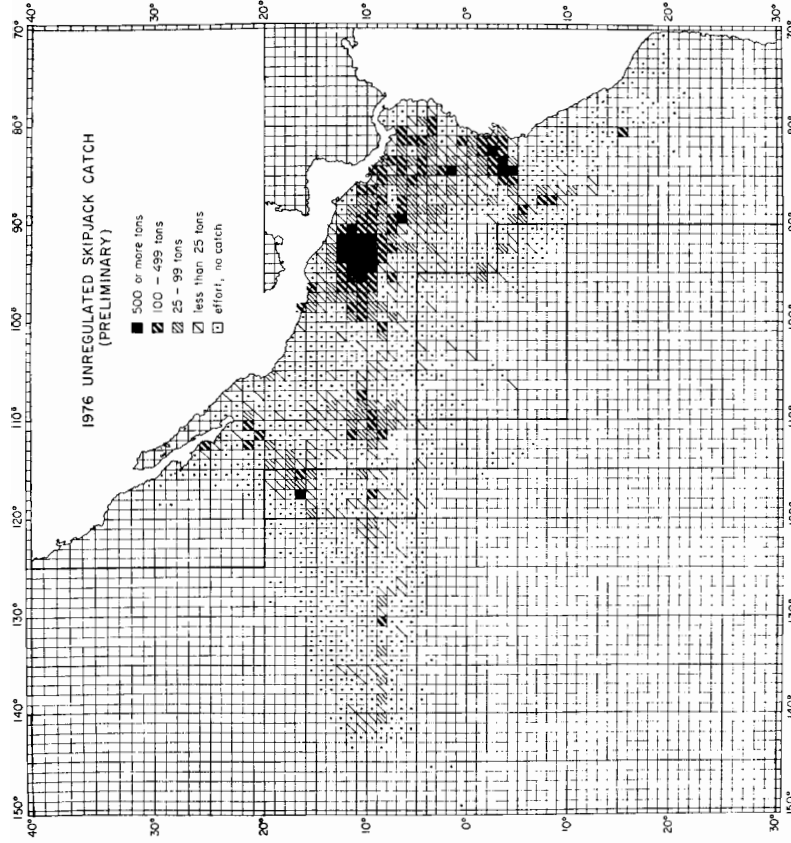


FIGURE 3. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1976 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

FIGURA 3. Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1976, 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.

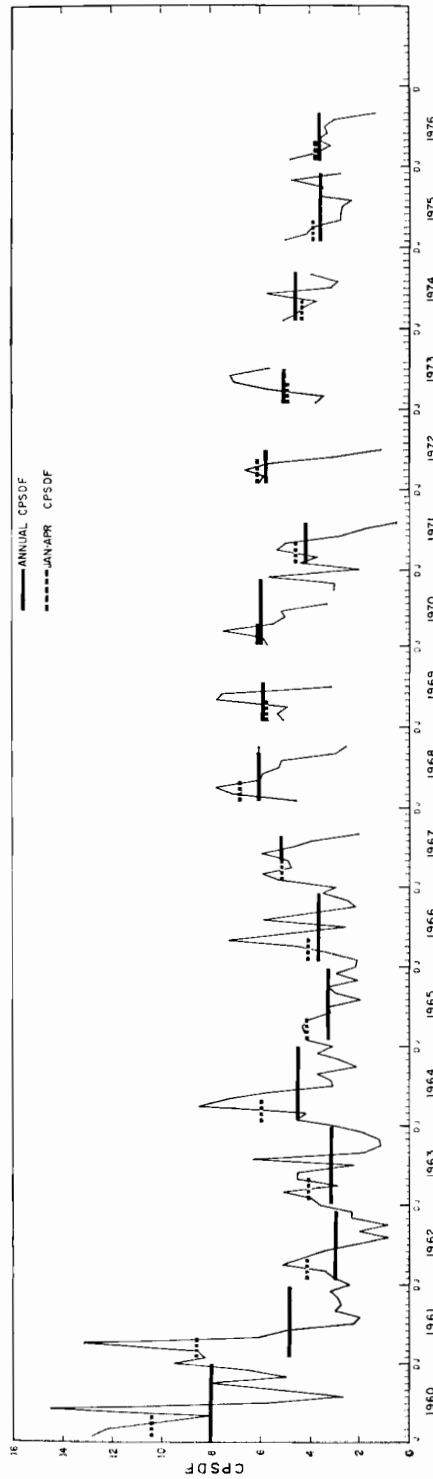


FIGURE 4. Catch per standard day's fishing for yellowfin, in Class-3 purse-seine units in the CYRA during 1960-1976. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1976 are preliminary.

FIGURA 4. Captura por día normal de pesca de aleta amarilla, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1976. Los valores de 1976 son preliminares. Solo se usaron los datos de viajes sin reglamentar.

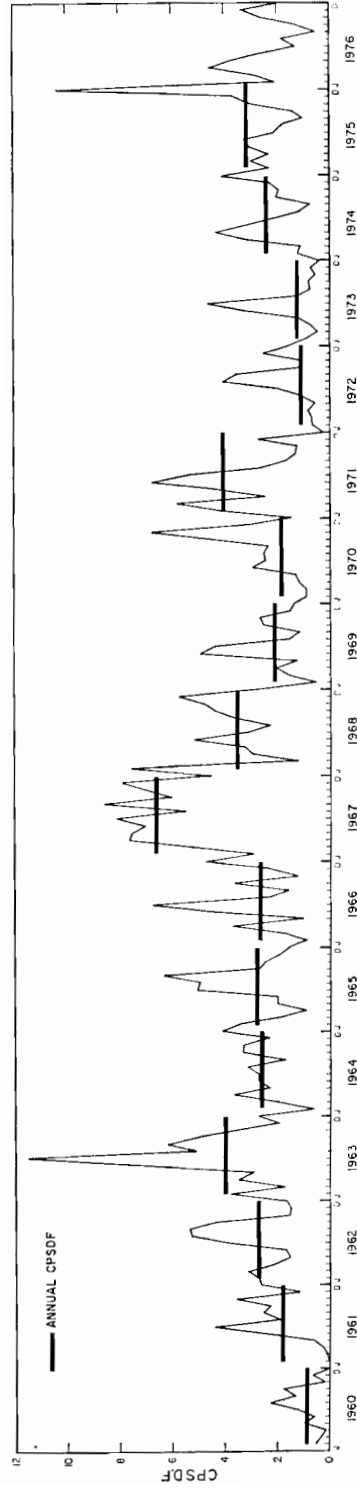


FIGURE 5. Catch per standard day's fishing for skipjack, in the CYRA during 1960-1976. The values for 1976 are preliminary.

FIGURA 5. Captura por día normal de pesca de barrilete, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1976. Los valores de 1975 son preliminares.

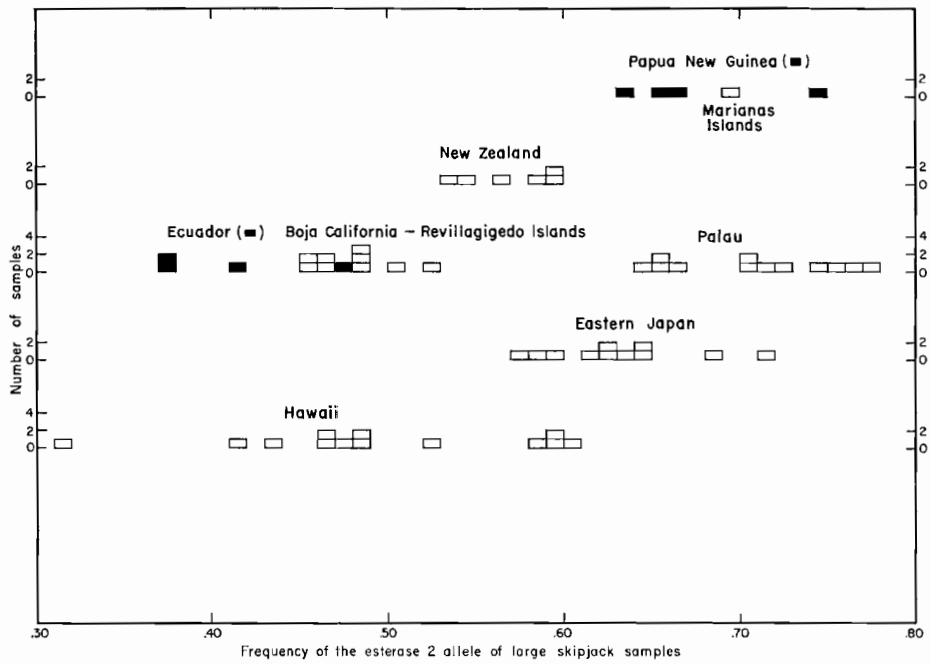


FIGURE 6. Distributions of the skipjack serum esterase frequencies from relatively large samples by sampling area.

FIGURA 6. Distribución por área de muestreo de la frecuencia del esterase del suero en muestras relativamente grandes.

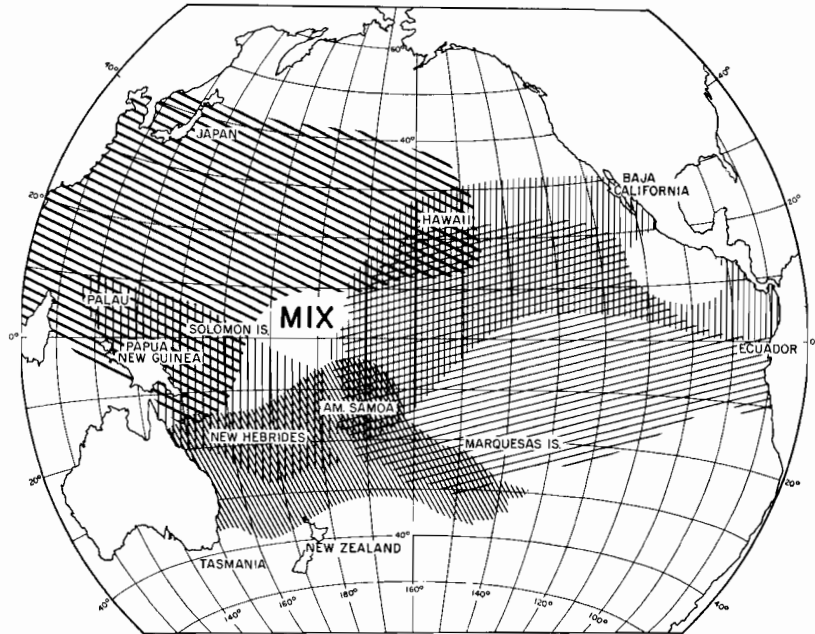


FIGURE 7. Approximate ranges of five populations of skipjack in the Pacific Ocean.

FIGURA 7. Distribución aproximada de cinco poblaciones de barrilete en el Pacífico oriental.

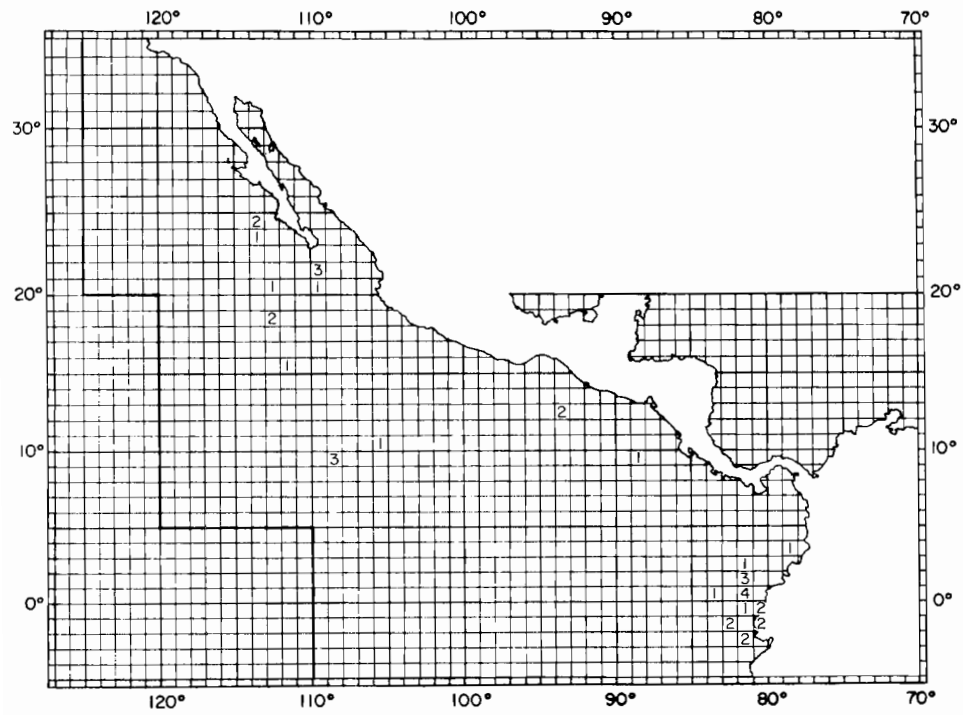


FIGURE 8. Locations where the 1974 and 1975 blood-morphometric samples were obtained.

FIGURA 8. Localidades en las que se obtuvieron muestras morfométricas y sanguíneas en 1974 y 1975.

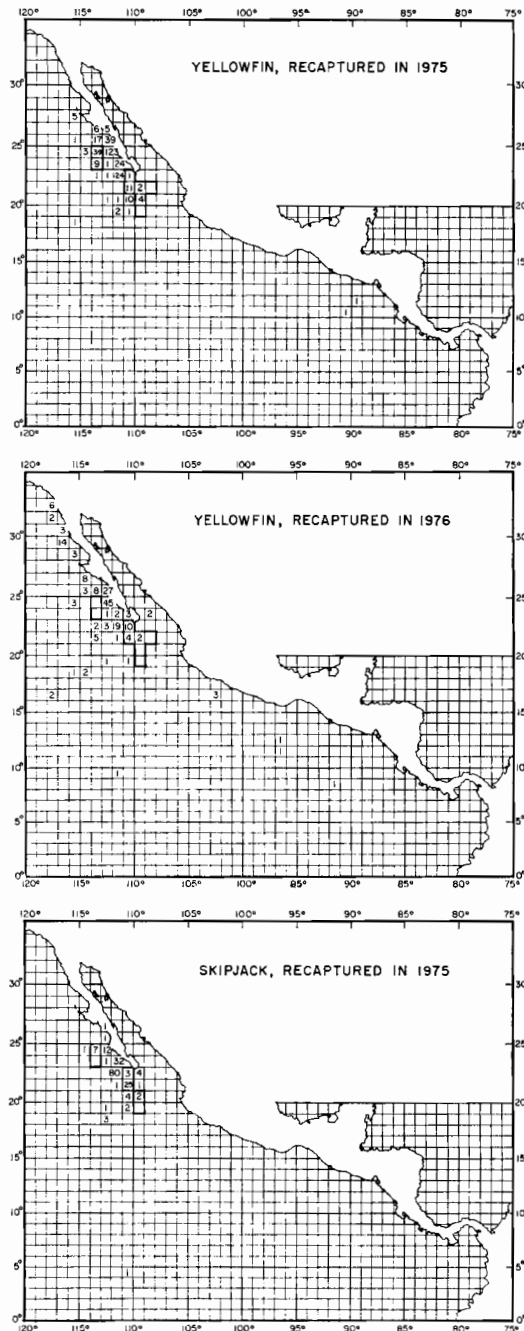


FIGURE 9. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for fish released off Baja California in June-July 1975.

FIGURA 9. Áreas de liberación (áreas diseñadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas con cifras) de peces liberados a la altura de Baja California en junio-julio 1975.

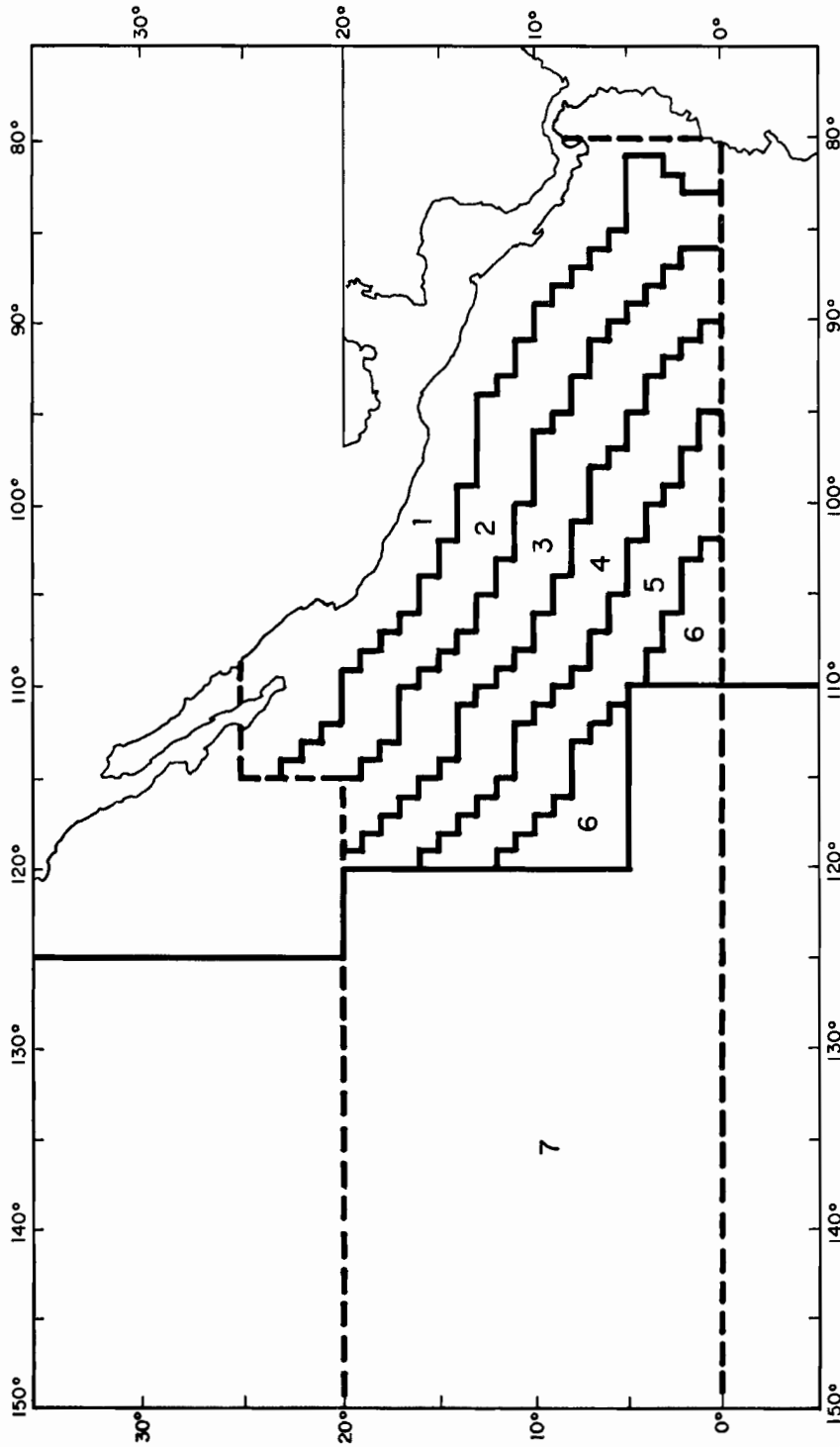


FIGURE 10. Areas used to study the offshore-inshore migration of tagged yellowfin.

FIGURA 10. Areas empleadas para estudiar la migración cerca y fuera de la costa de atunes aleta amarilla marcados.

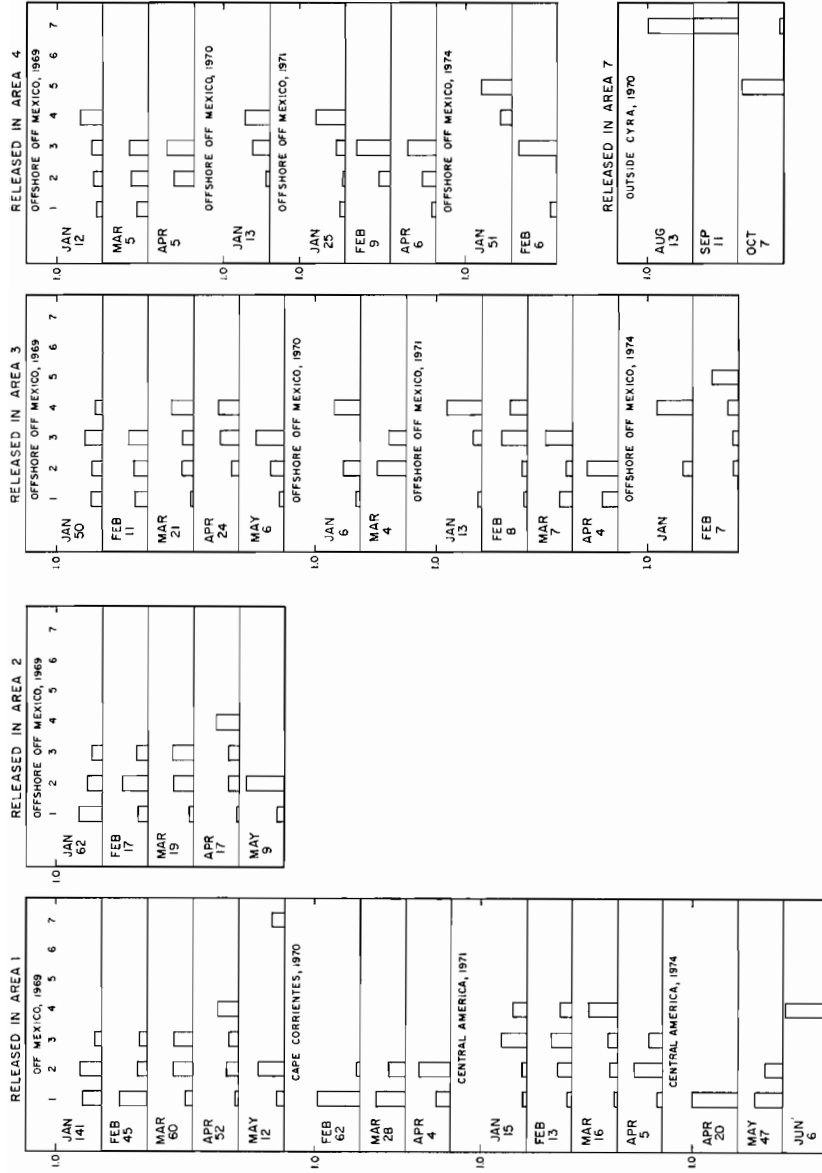


FIGURE 11. Migrations of tagged yellowfin among areas, by month. The number under the month in each panel is the number of recaptures for that month.

FIGURA 11. Migraciones mensuales entre las áreas de atunes aleta amarilla marcados. La cifra bajo el mes en cada recuadro es el número de recapturas correspondientes a ese mes.

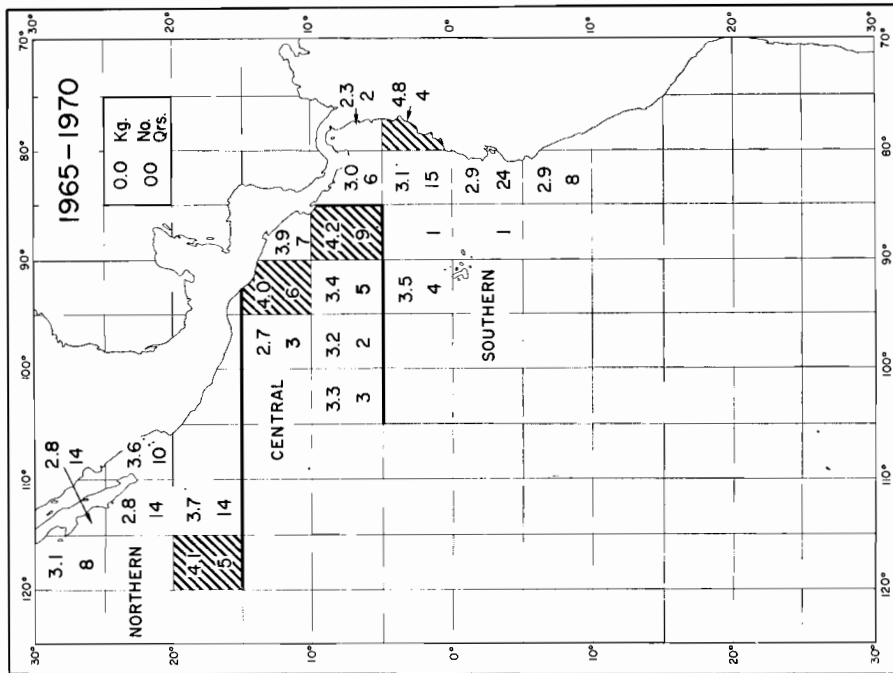
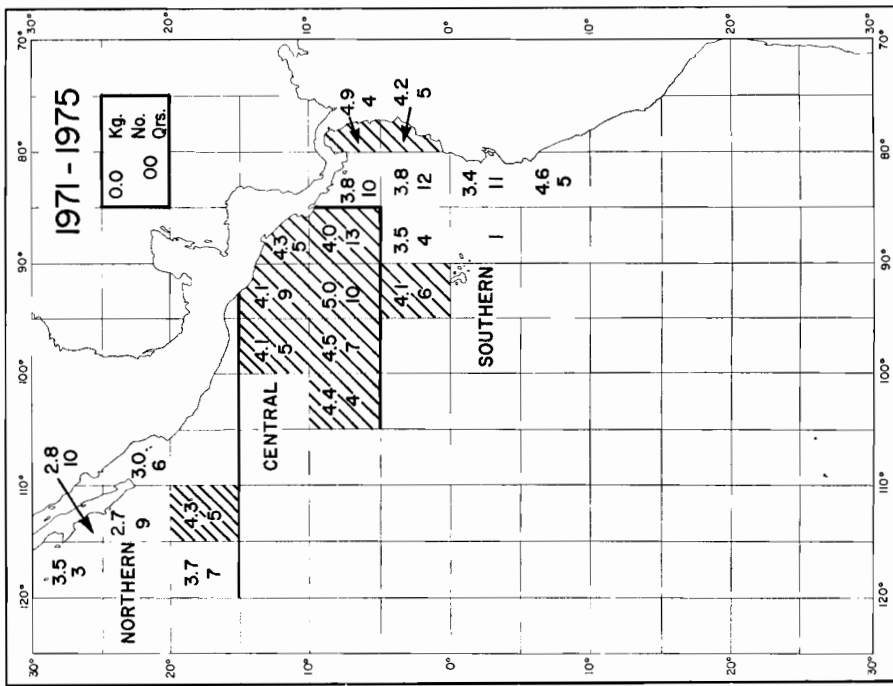


FIGURE 12. Unweighted means of quarterly weights of skipjack captured by purse seiners by 5-degree areas for two periods. The hatched areas indicate values ≥ 4.0 kg.

FIGURA 12. Media no ponderada del peso trimestral del barrilete capturado por embarcaciones cerqueras en áreas de 5 grados correspondiente a dos periodos. Las áreas sombreadas indican valores ≥ 4.0 kg.

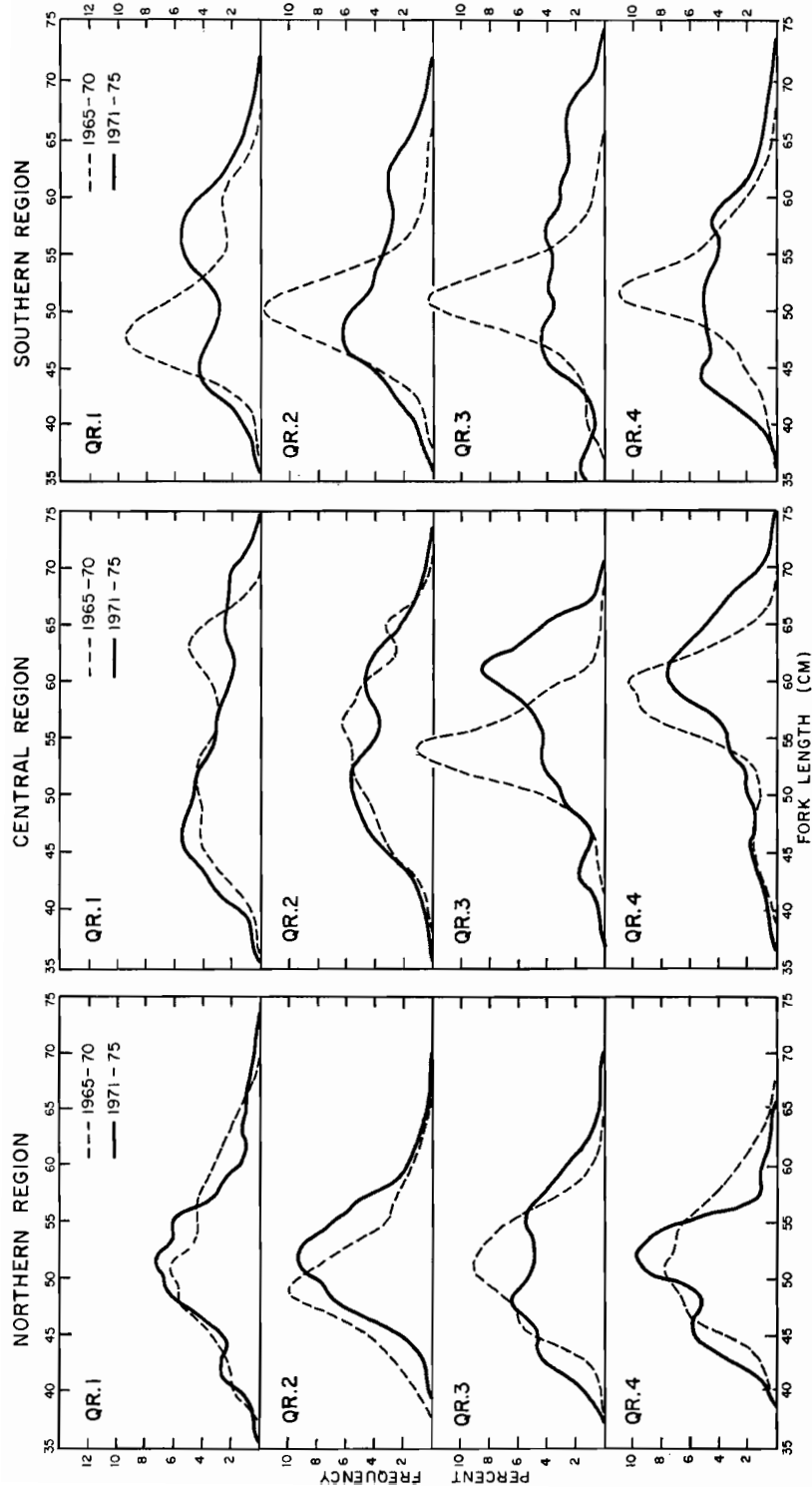


FIGURE 13. Length-frequency distributions of skipjack captured by purse seiners for two periods and three regions of the CYRA.

FIGURA 13. Distribución frecuencia-talla del barrilete capturado por embarcaciones cerqueras correspondiente a dos periodos y tres regiones del ARCAA.

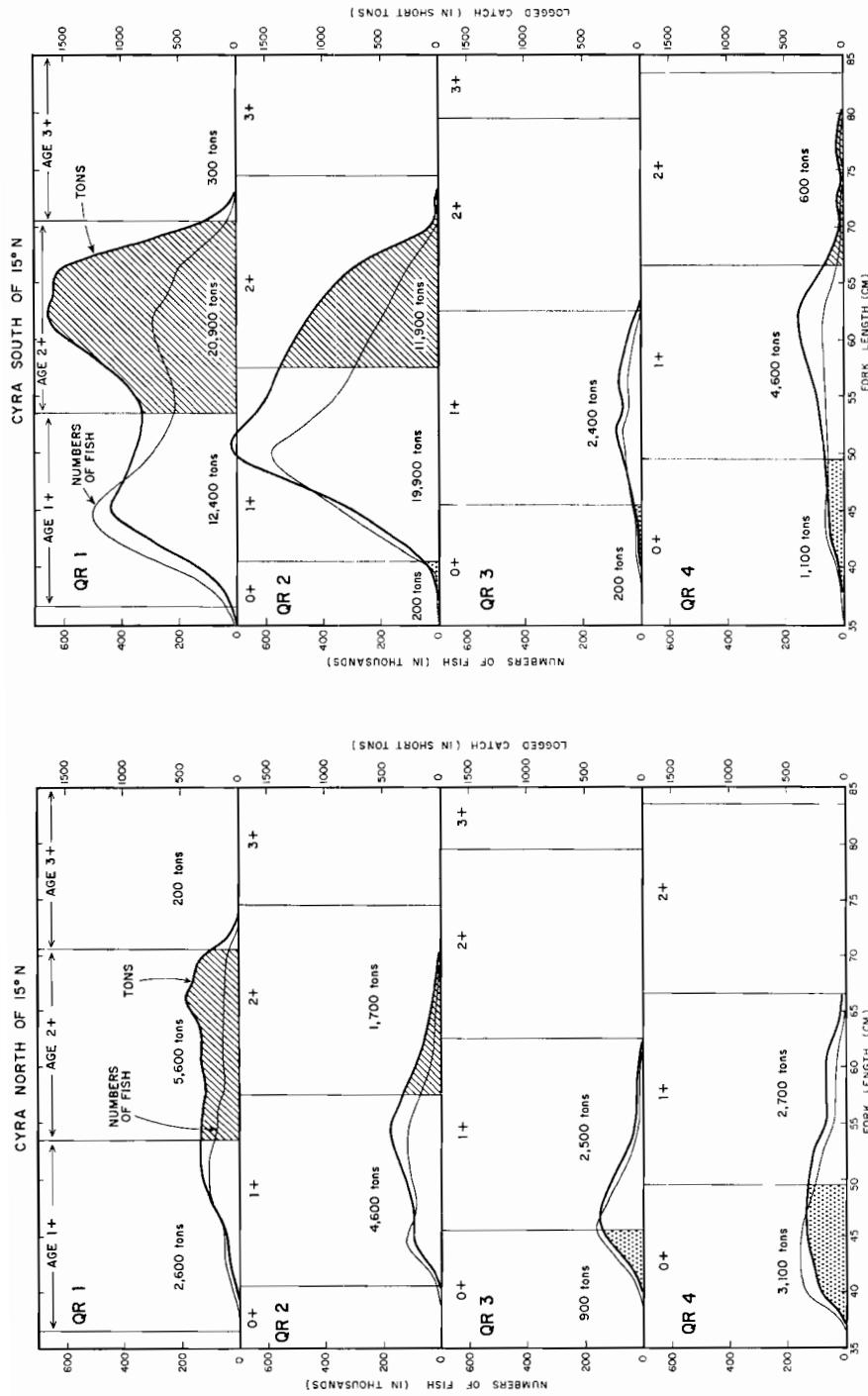


FIGURE 14. Estimated numbers and tonnages of logged skipjack captured by baitboats and seiners in the CYRA north and south of 15°N. The vertical lines indicate theoretical lengths for separating age groups, and the values indicate the corresponding estimates of the catches.

FIGURA 14. Número y tonelaje estimado de capturas registradas de barrilete, obtenidas por embarcaciones cerqueras y de carnada en el ARCAA al norte y sur de los 15°N. Las líneas verticales indican la talla teórica de separación de los grupos de edad, y los valores indican el cálculo correspondiente de captura.

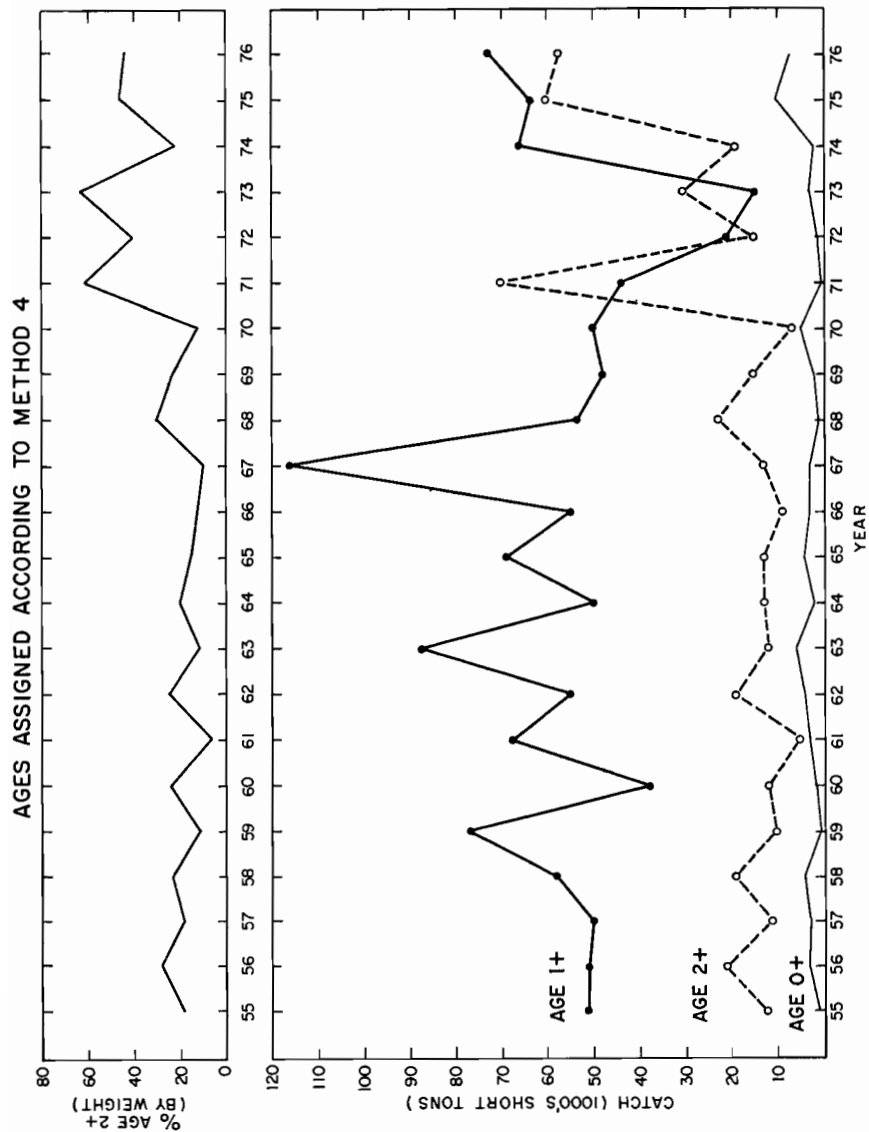


FIGURE 15. Percent of age 2+ skipjack (by weight) and catches by age captured east of 150°W.

FIGURA 15. Porcentaje (por peso) de barrilete de 2+ años y capturas por edad obtenidas al este de los 150°W.

TUNA COMMISSION

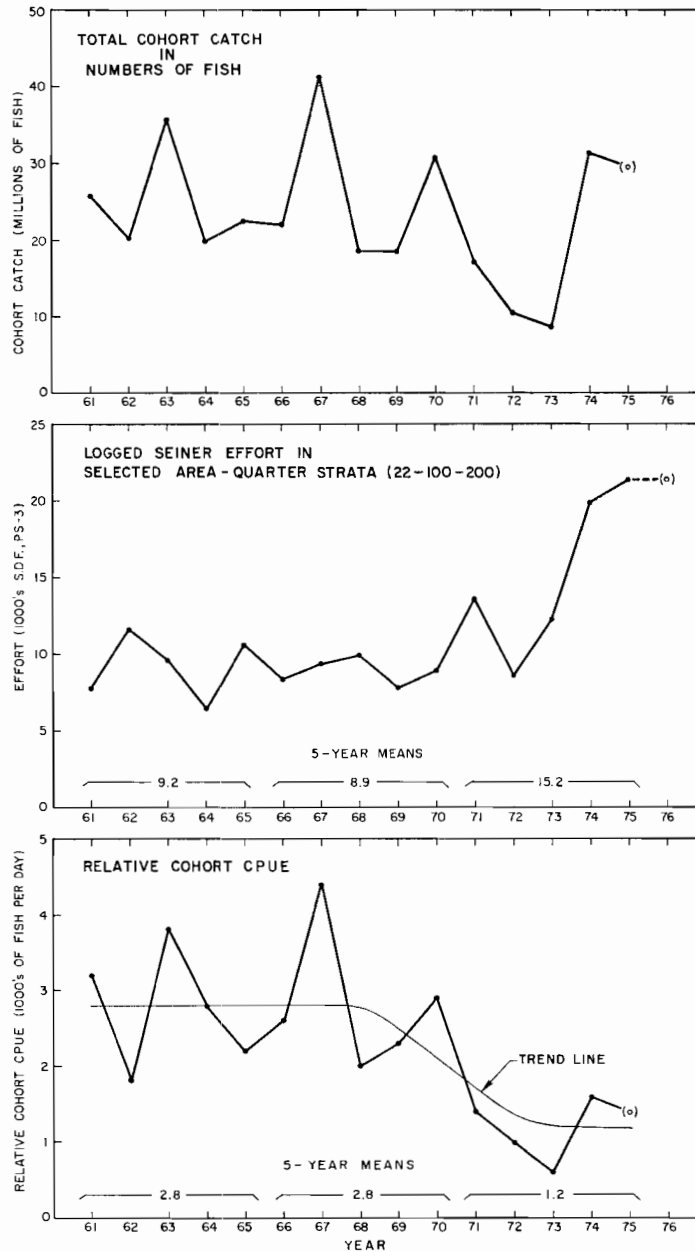


FIGURE 16. Total cohort catch of skipjack east of 150°W in the eastern Pacific (upper panel); retained logged seiner effort from area-quarter strata in 22 5-degree skipjack areas, having ≥ 100 days fishing standardized to class-3 vessels, and having ≥ 200 tons of skipjack (center panel); and relative cohort catch-per-unit-of-effort (CPUE) of skipjack (lower panel) from 1961 to 1975.

FIGURA 16. Captura total de la cohorte de barrilete al este de los 150°W en el Pacífico oriental (recuadro superior); el esfuerzo registrado, retenido, de los cerqueros por estratos de área-trimestre en 22 áreas de 5 grados de barrilete, con ≥ 100 días de pesca normalizados a embarcaciones de la clase 3 de arqueo, y con ≥ 200 toneladas de barrilete (recuadro del medio); y captura relativa de la cohorte por unidad de esfuerzo (CPUE) de barrilete (recuadro inferior) desde 1961 a 1975.

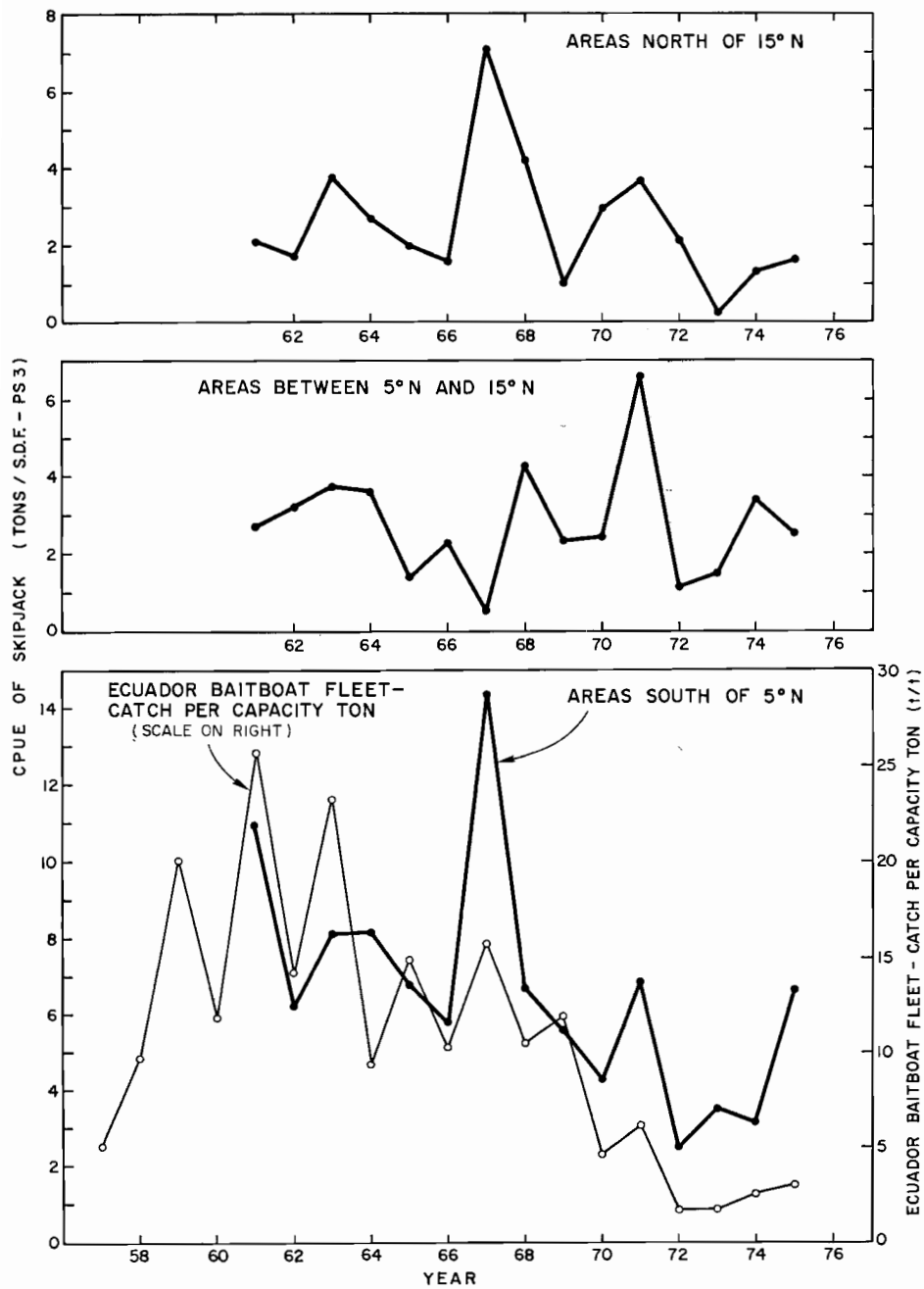


FIGURE 17. Catch-per-unit-of-effort of skipjack by seiners from 1961 to 1975 in 22 5-degree skipjack areas by regions, and catch-per-capacity-ton of skipjack by the Ecuadorian fleet of small baitboats from 1957 to 1975.

FIGURA 17. Captura por unidad de esfuerzo de barrilete por embarcaciones cerqueras y por región desde 1961 a 1975 en 22 áreas de 5 grados de barrilete, y captura de barrilete por embarcaciones pequeñas de carnada de la flota ecuatoriana, por tonelada de capacidad, desde 1957 a 1975.

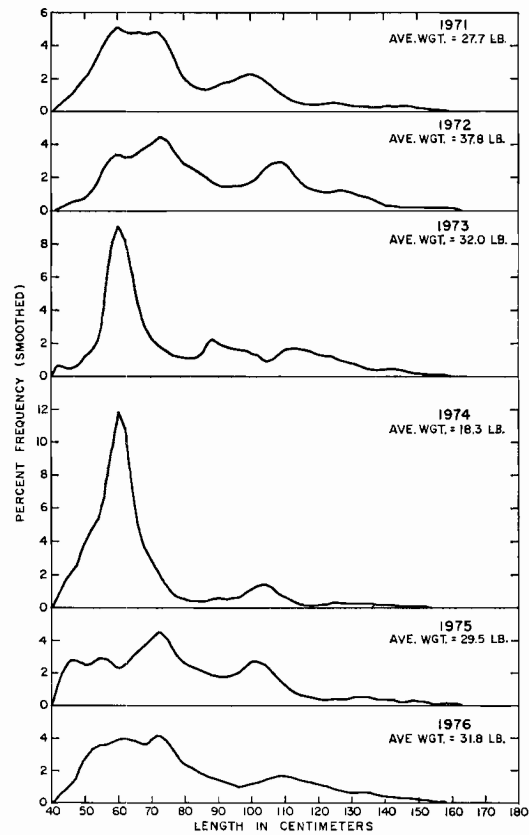


FIGURE 18. Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA 1971-1976.

FIGURA 18. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA, 1971-1976.

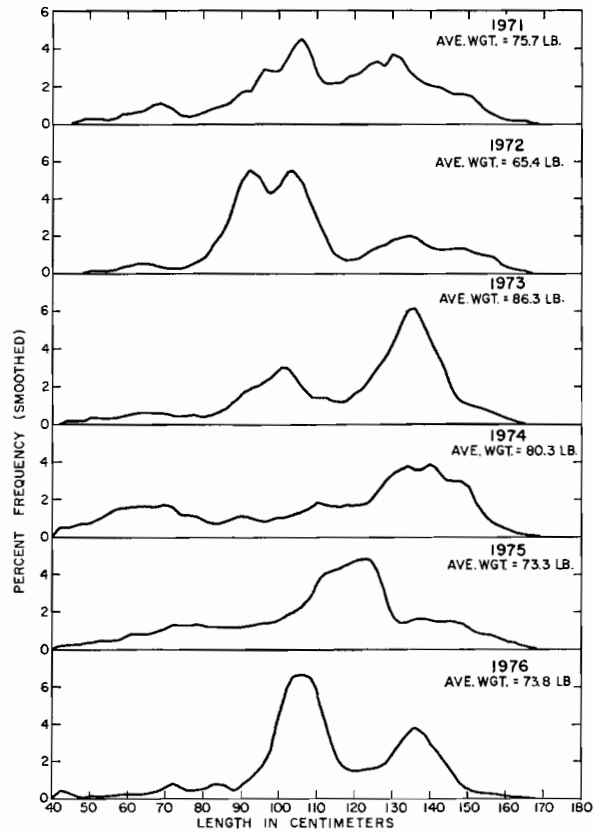


FIGURE 19. Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150°W, 1971-1976.

FIGURA 19. Distribución de talla del aleta amarilla muestreado entre el límite del ARCAA y los 150°W, 1971-1976.

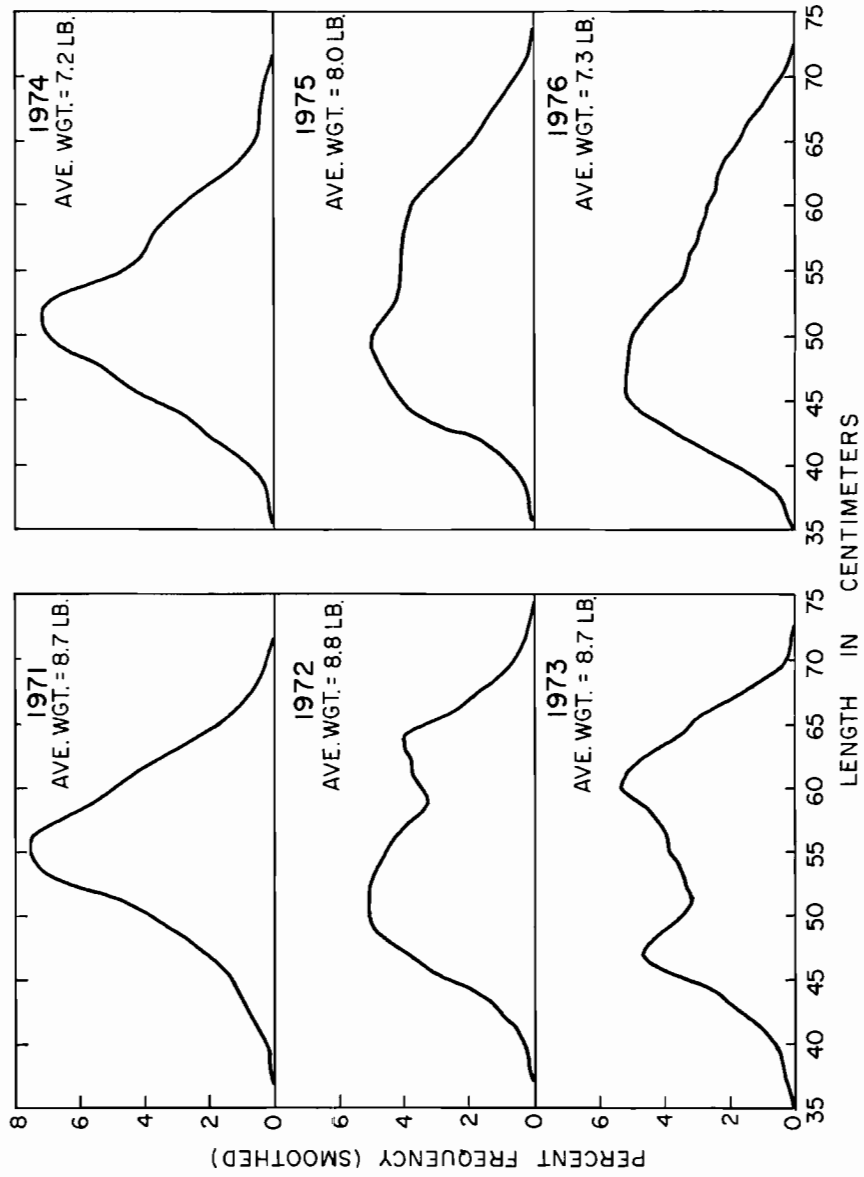


FIGURE 20. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1971-1976.

FIGURA 20. Distribución de talla del barrilete muestreado en el Océano Pacifico oriental, 1971-1976.



FIGURE 21. Subarea (labeled "DATACOMP SUBMATRIX") corresponding to subarray to which transformation equations were applied.

FIGURA 21. Subárea (marcada "DATACOMP SUBMATRIX") correspondiente a la subserie a la que se le aplicó las ecuaciones de transformación.

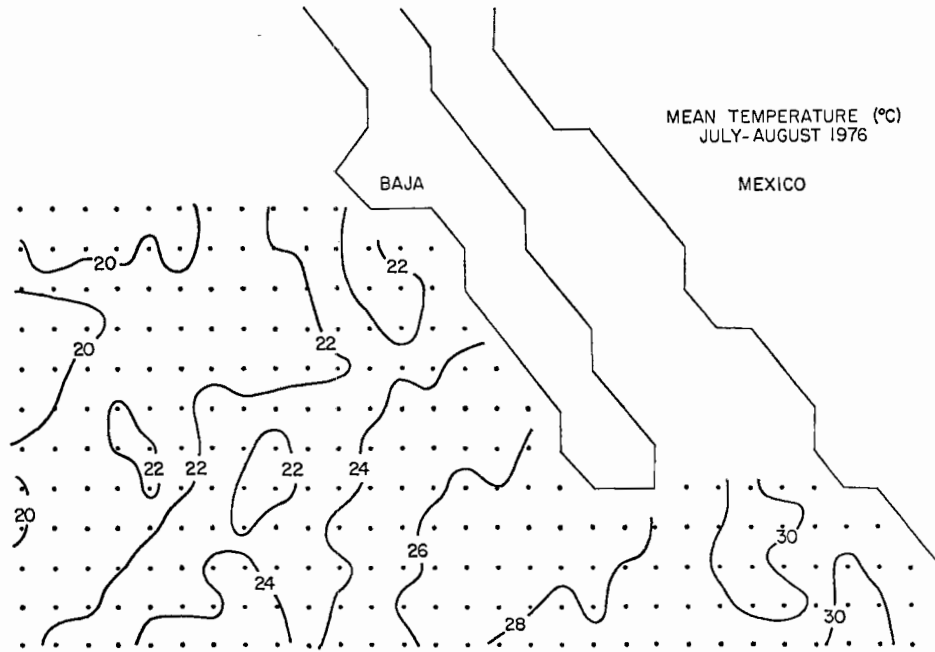


FIGURE 22. Mean sea-surface temperature chart (based on GOSSTCOMP data) for July-August 1976. The contour interval is 2°C.

FIGURA 22. Diagrama de la media de temperatura de la superficie del mar (basada en los datos de GOSSTCOMP) de julio-agosto de 1976. El intervalo de contorno es de 2°C.

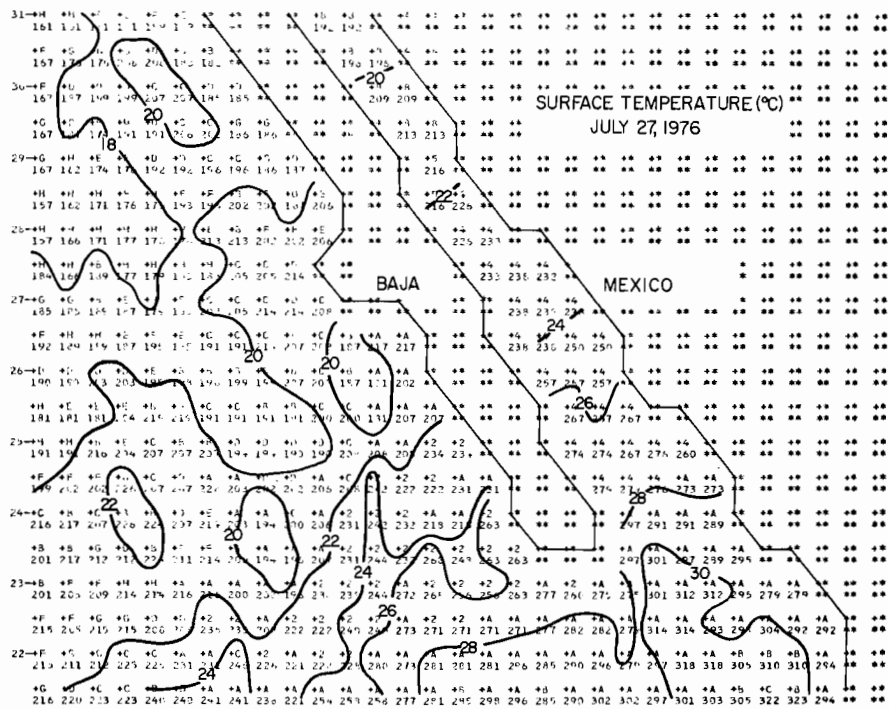


FIGURE 23. Sea-surface temperature (SST) chart for July 27, 1976. The contour interval is 2°C.

FIGURA 23. Diagrama de la temperatura superficial del mar (TSM) el 27 de julio 1976. El intervalo de contorno es de 2°C.

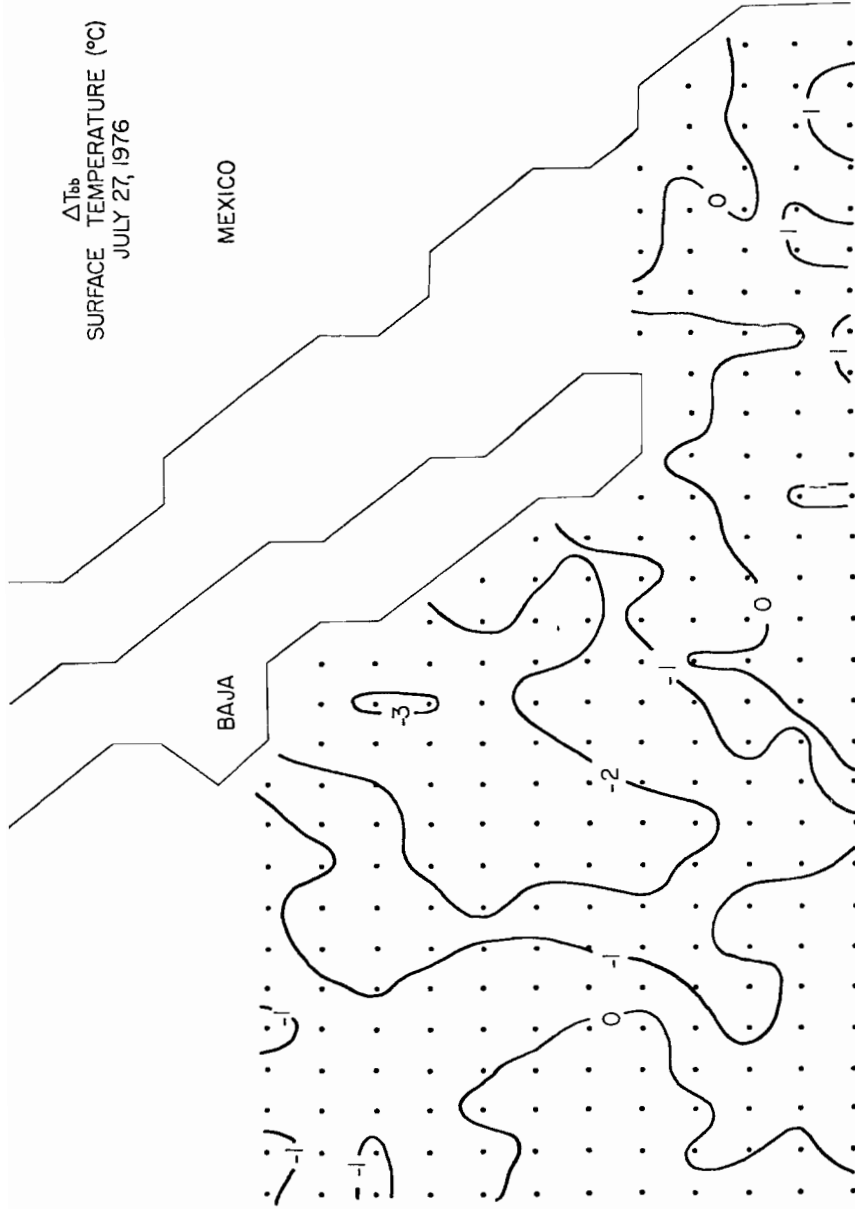


FIGURE 24. Temperature anomalies for the week of July 27, 1976, referenced to the 2-month mean SST chart (Figure 23). The contour interval is 1°C.

FIGURA 24. Anomalías de temperatura de la semana del 27 de julio 1976, con referencia al diagrama de la media de dos meses de la TSM (Figura 23). El intervalo de contorno es de 1°C.

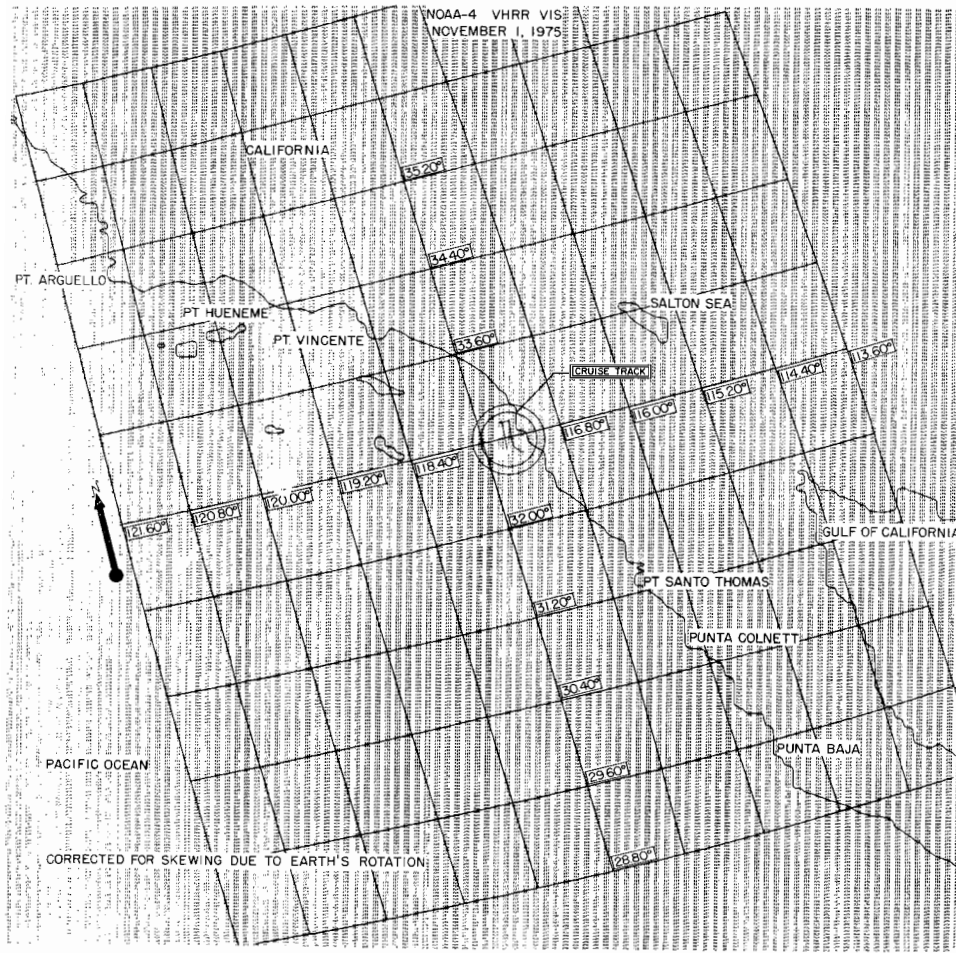


FIGURE 25. Compressed visual digital data field. The land-sea interfaces are hand contoured.

FIGURA 25. Grupo de datos digitales visuales reducidos. La superficie de separación tierra-mar se perfilan manualmente.

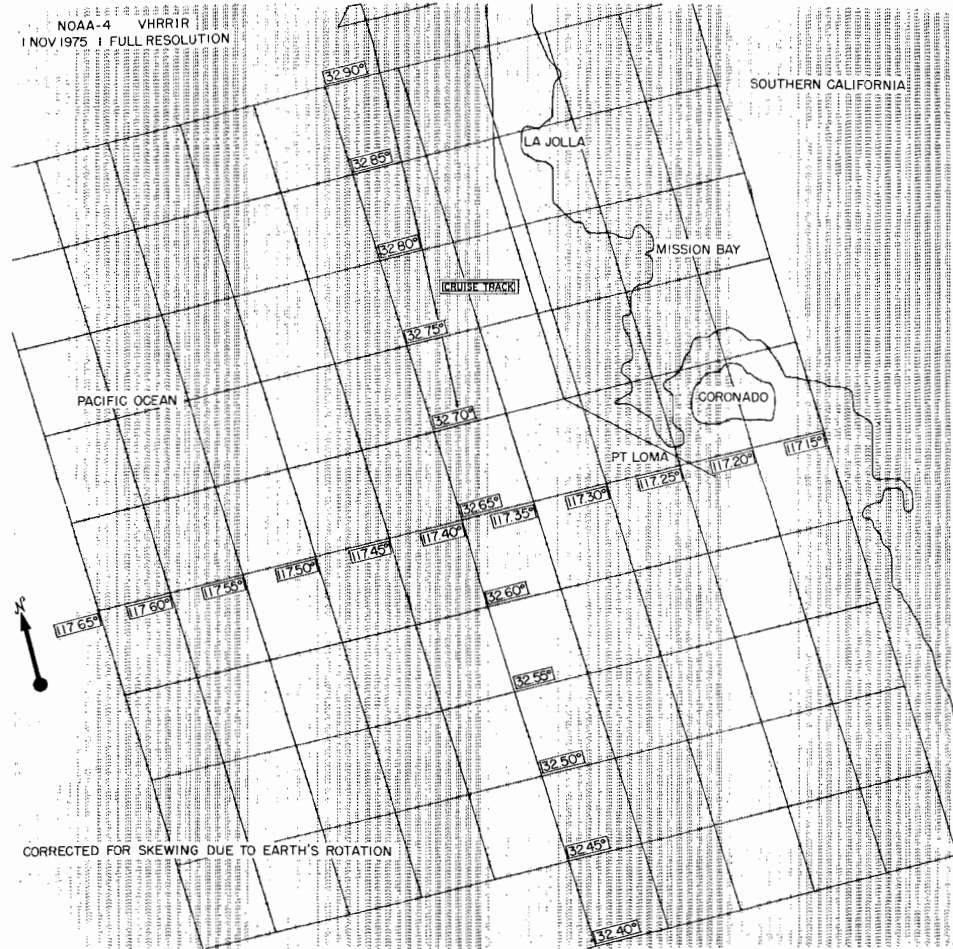


FIGURE 26. Full resolution thermal infrared data field. The area encompassed is 59 km x 59 km.

FIGURA 26. Resolución completa del grupo de datos termal infrarroja. El área abarcada es de 59 km x 59 km.

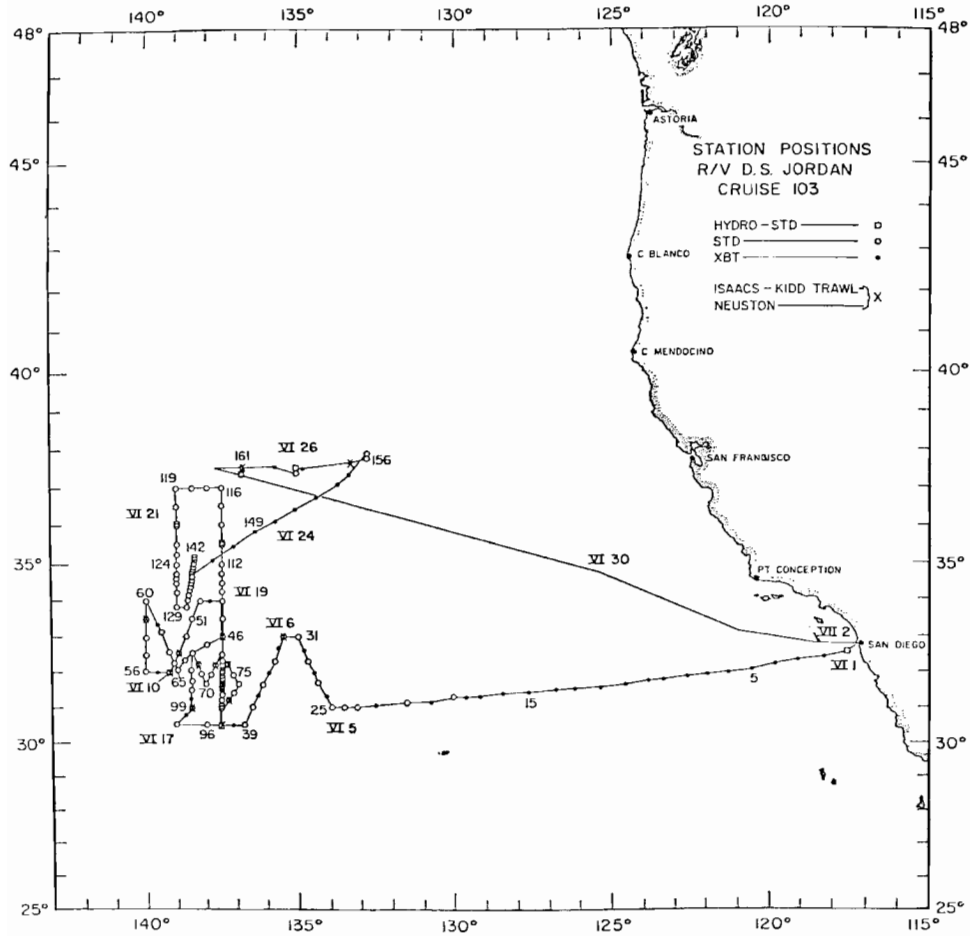


FIGURE 27. Cruise track of the *David Starr Jordan* for FROMSAT cruise, June 1- July 2, 1976.

FIGURA 27. Derrotero del *David Starr Jordan* correspondiente al crucero FROMSAT, 1 de junio al 2 de julio, 1976.



FIGURE 28. Histogram of the relative frequency of infrared byte values from the VHRR sensor in the Coastal Zone Ocean Color Experiment.

FIGURA 28. Histograma de la frecuencia relativa de valores infrarrojos en unidades byte del captador del RAR en el experimento del color del océano en la zona costera.

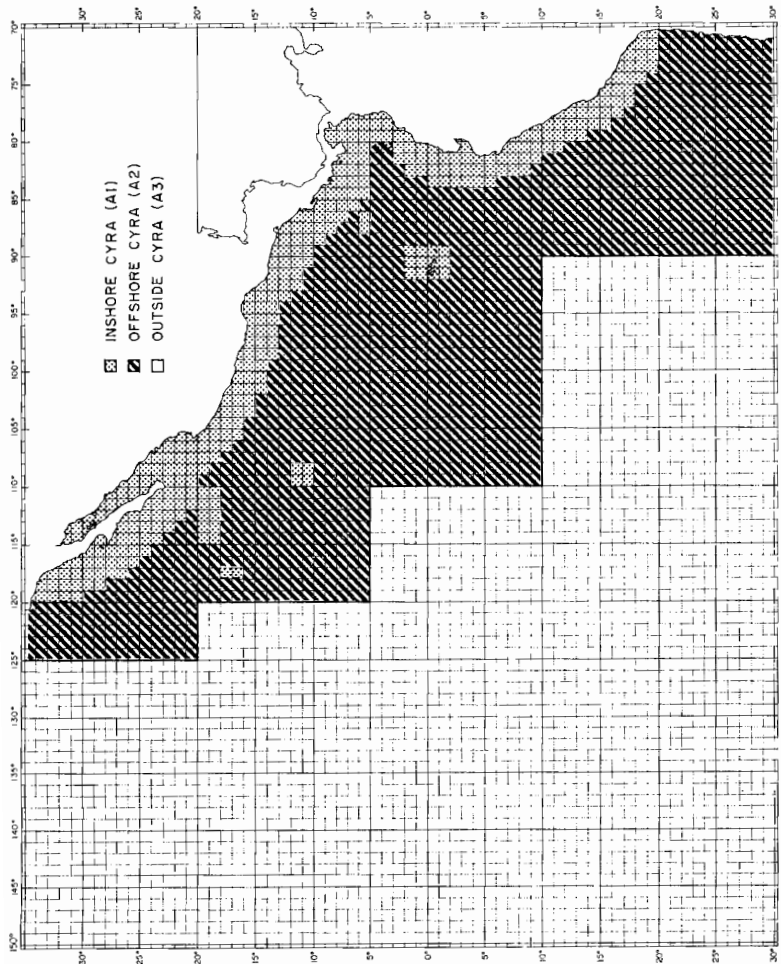


FIGURE 29. The eastern Pacific Ocean, showing the historical area of the fishery for yellowfin, A1, the more recently fish-
ed area within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), A2, and the area outside the CYRA, A3.

FIGURA 29. El Océano Pacífico oriental, en el que se indica el área histórica de pesca A1 de atún aleta amarilla, el área más
reciente de pesca en el Área Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA) denominada área A2
y el área exterior del ARCAA, referida como área A3.

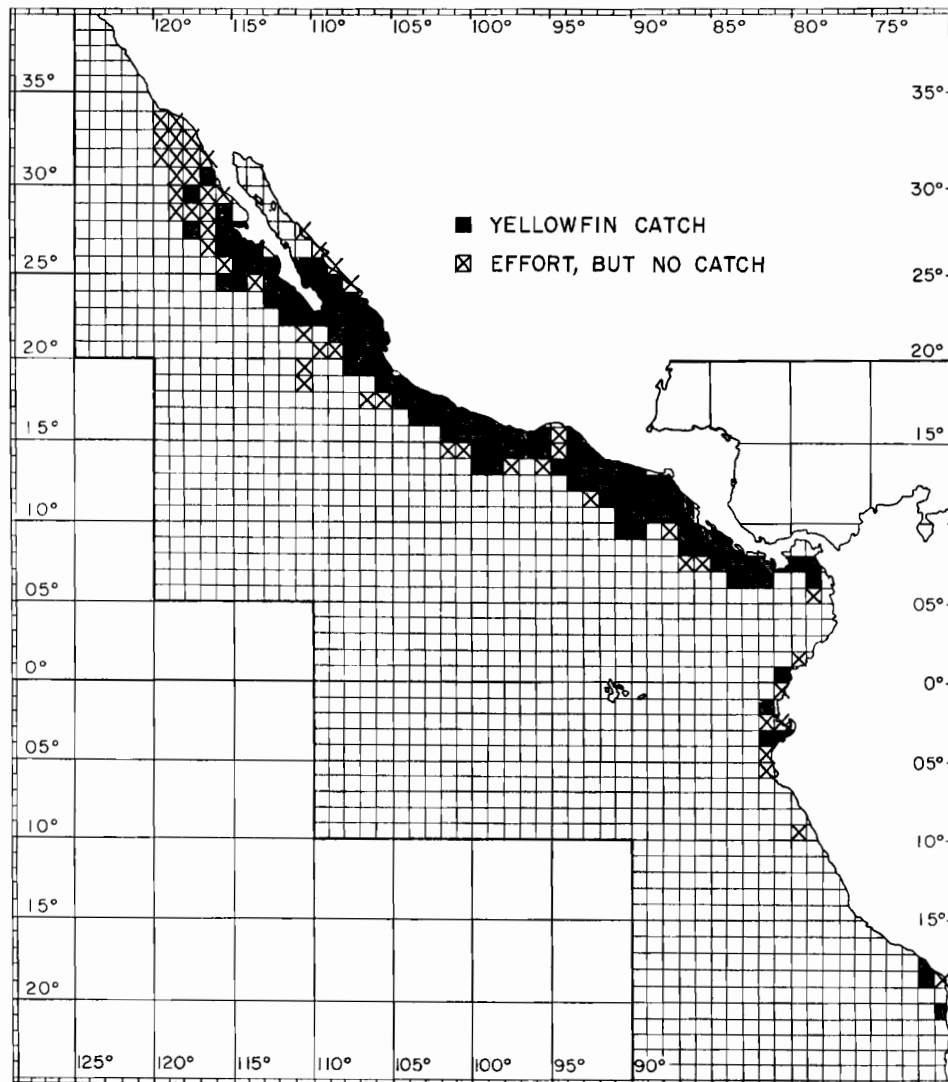


FIGURE 30. One-degree areas where yellowfin were captured by purse-seine vessels during 1960.

FIGURA 30. Areas de un grado en las que los barcos cerqueros capturaron aleta amarilla durante 1960.

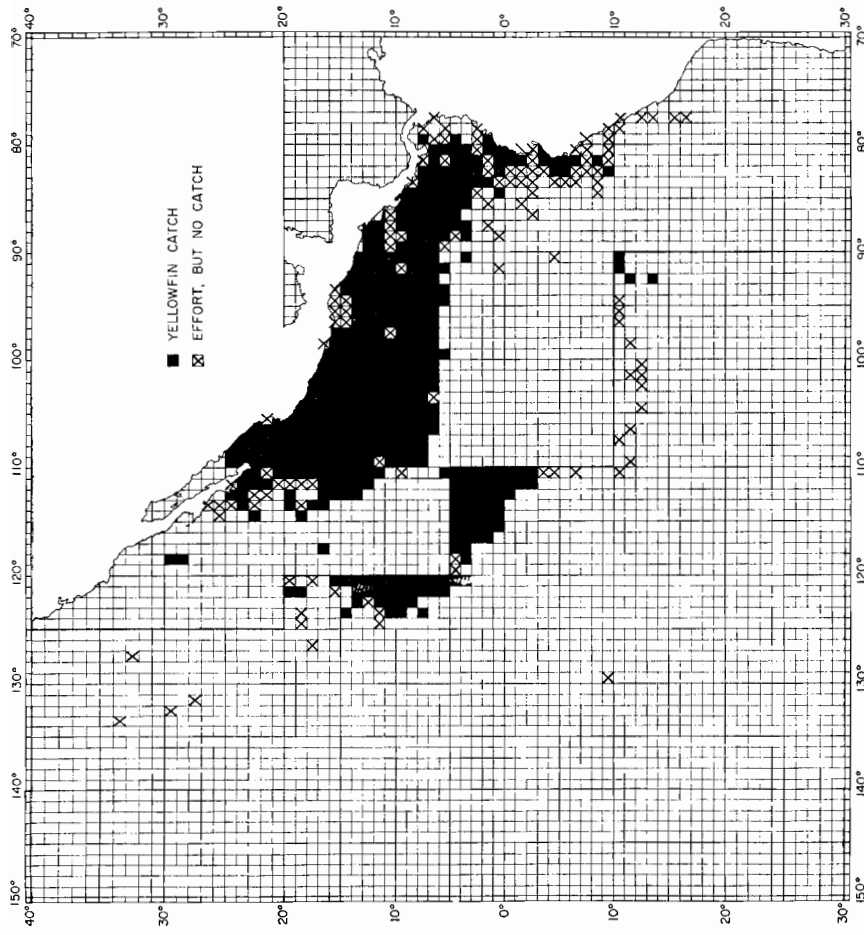


FIGURE 31. One-degree areas where yellowfin were captured by purse-seine vessels during 1969.

FIGURA 31. Areas de un grado en las que los barcos cerqueros capturaron aleta amarilla durante 1969.

TUNA COMMISSION

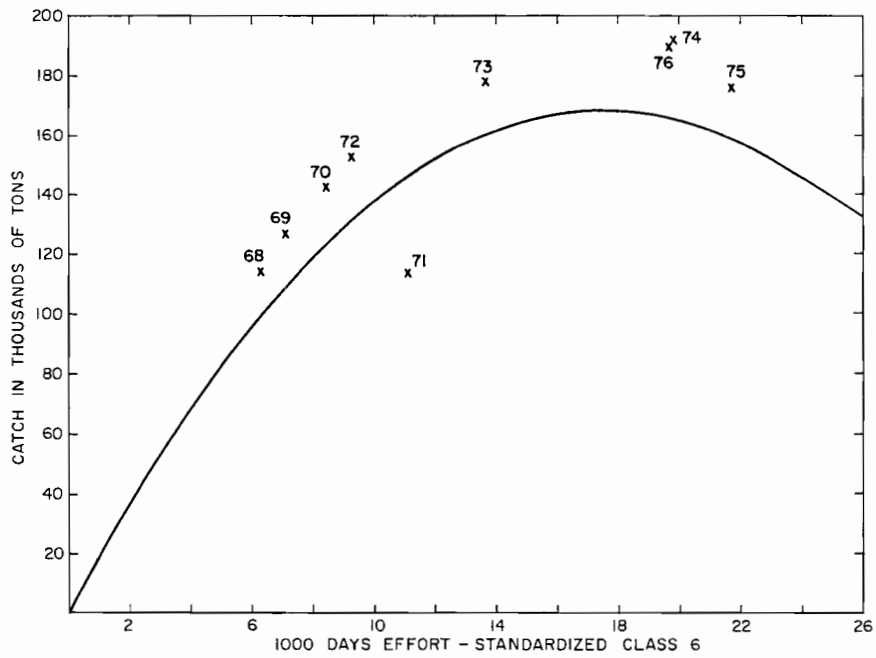
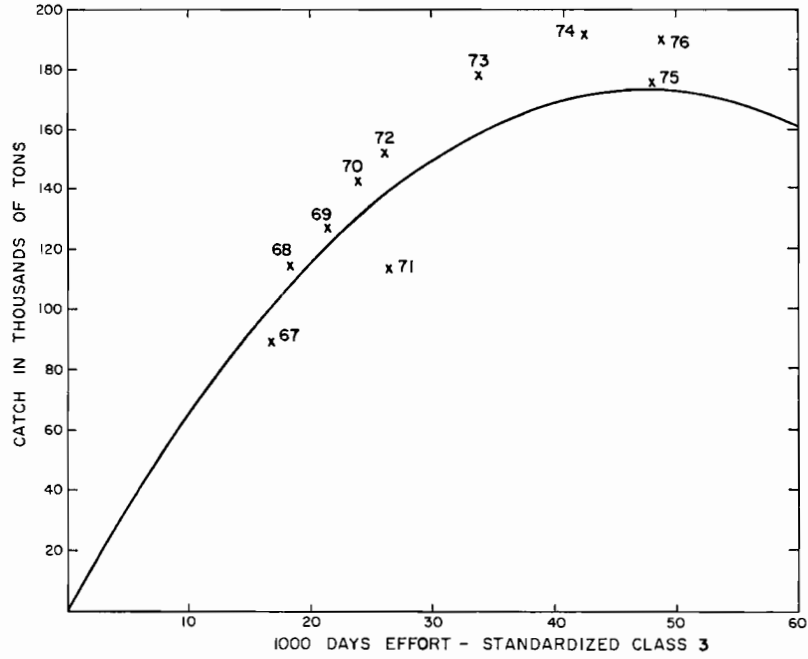


FIGURE 32. Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery inside the CYRA, 1967-1976 (upper panel) and 1968-1976 (lower panel).
FIGURA 32. Relación entre el esfuerzo y la captura en la pesca de aleta amarilla en el ARCAA, 1967-1976 (recuadro superior) y 1968-1976 (recuadro inferior).

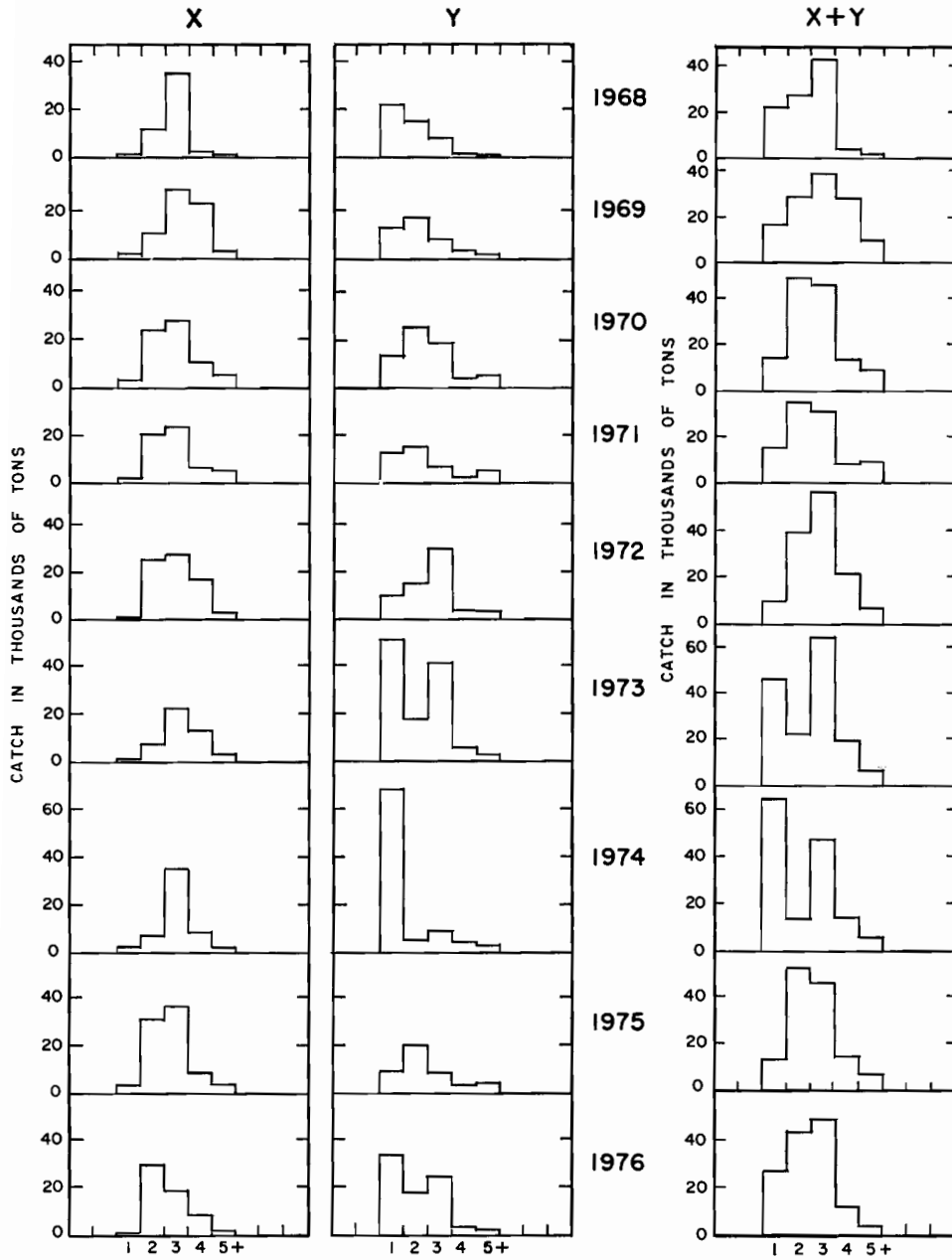


FIGURE 33. Estimated weights of fish of ages 1 through 5+ in the first- and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1976, by X and Y groups.

FIGURA 33. Peso estimado de los peces de 1 a 5+ años en las capturas de los dos primeros trimestres por embarcaciones cerqueras, desde 1968 a 1976, por grupos X e Y.

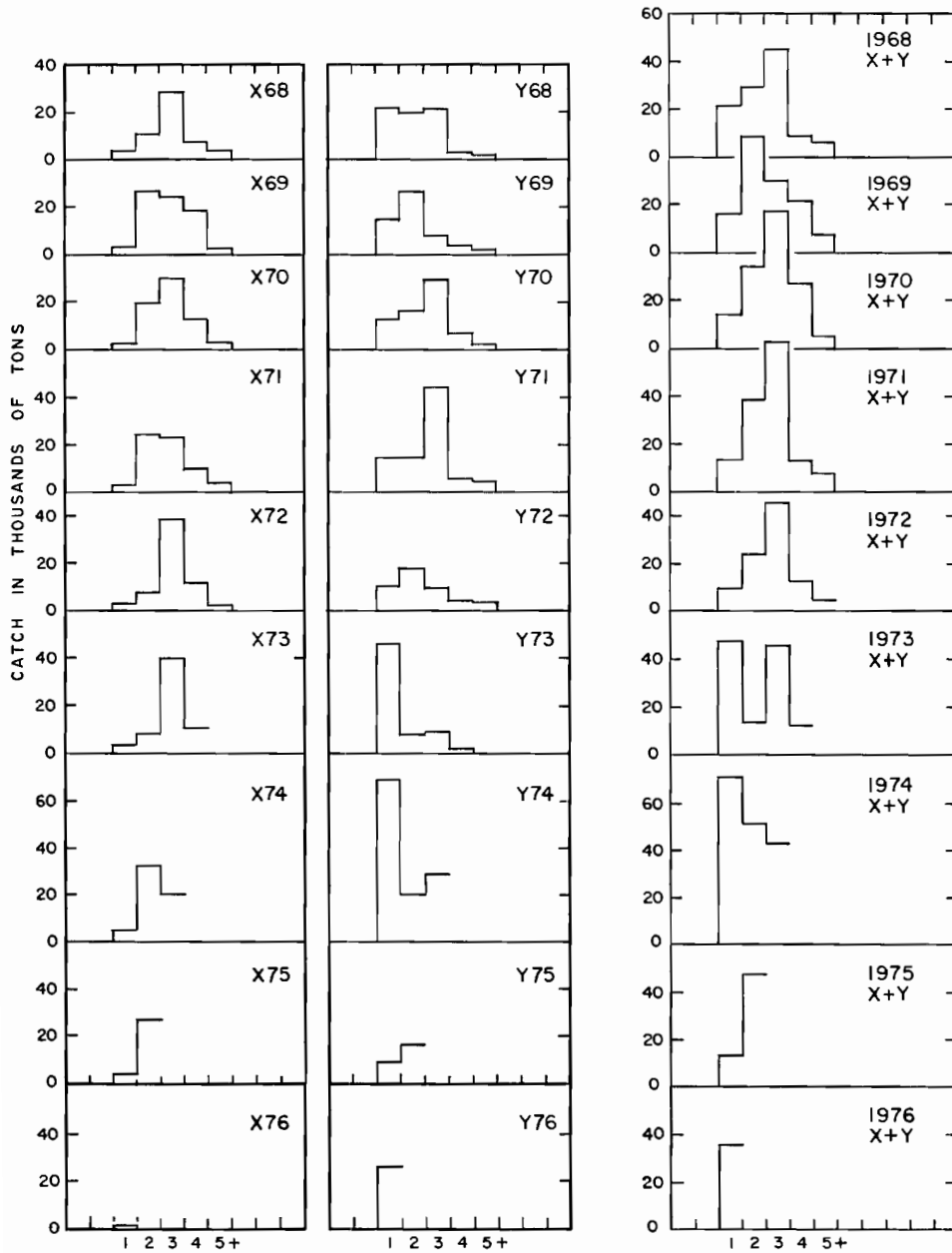


FIGURE 34. Estimated weights of fish of the 1968 through 1976 cohorts at ages 1 through 5+ in the first- and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1976, by X and Y groups.

FIGURA 34. Peso estimado de las cohortes (1968 a 1976) de peces de 1 a 5+ años en las capturas de embarcaciones cerqueras en los dos primeros trimestres de 1968 a 1976, por grupos X e Y.

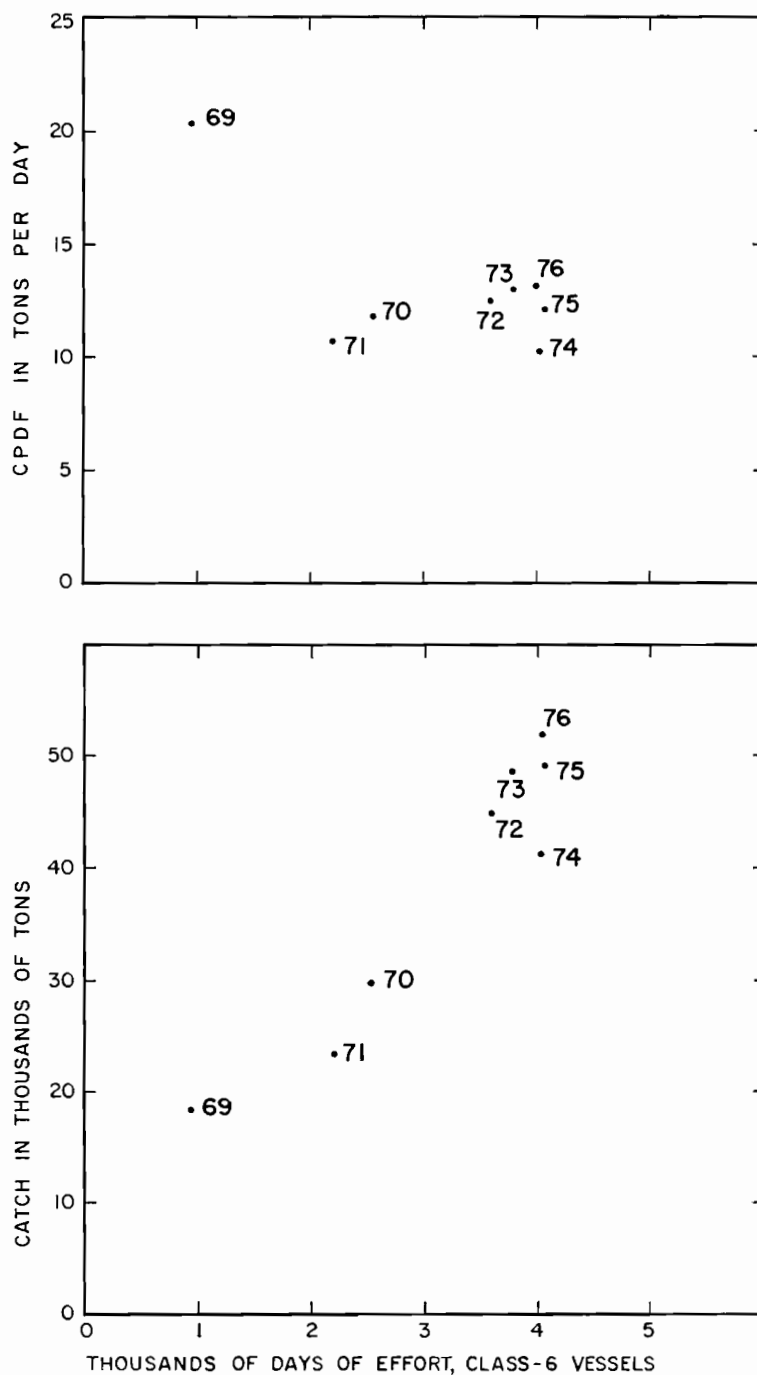


FIGURE 35. Relationship between catch per days fishing (CPDF) and effort (upper panel) and between catch and effort (lower panel) for yellowfin in the area outside the CYRA, 1969-1975.

FIGURA 35. Relación entre la captura por día de pesca (CPDF) y el esfuerzo (recuadro superior) y entre la captura y el esfuerzo (recuadro inferior) del aleta amarilla en el área exterior del ARCAA, 1969-1975.

TABLE 1. Catches of yellowfin and skipjack tuna in the CYRA and west of the CYRA, in short tons. The data for the CYRA include catches by longliners whereas data for outside the CYRA do not.

TABLA 1. Capturas de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA y al oeste de esta área, en toneladas americanas. Los datos del ARCAA incluyen capturas palangreras, mientras que los datos fuera de esta área no incluyen los datos de este arte.

Year año	Total CYRA catch Captura total del ARCAA			Total catch outside CYRA Captura total fuera del ARCAA		
	Yellowfin Aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Total	Yellowfin Aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Total
1958	74,225	80,550	154,775			
1959	70,242	87,060	157,302			
1960	122,166	51,484	173,650			
1961	115,117	74,851	189,968			
1962	87,051	77,994	165,045			
1963	72,674	106,042	178,716			
1964	101,941	65,313	167,254			
1965	90,043	86,122	176,165			
1966	91,157	66,527	157,684			
1967	89,650	132,489	222,139			
1968	114,613	77,684	192,297	1,207	3	1,210
1969	126,899	64,140	191,039	19,217	980	20,197
1970	142,627	55,247	197,874	30,679	6,458	37,137
1971	113,886	114,529	228,415	22,758	1,005	23,763
1972	152,535	35,486	188,021	44,768	1,248	46,016
1973	177,828	46,964	224,792	49,506	1,444	50,950
1974	191,281	83,975	275,256	41,065	2,776	43,841
1975	176,400	135,405	311,805	47,507	2,128	49,635
1976*	205,542	141,920	347,462	51,970	2,530	54,500

*preliminary — preliminar

TABLE 2. 1976 CYRA catch by flag of vessel and country of landing of yellowfin and skipjack in short tons. Preliminary as of 24 March 1977.

TABLA 2. Captura de aleta amarilla y barrilete en toneladas americanas en el ARCAA durante 1976. Esta captura es preliminar en la fecha del 24 de marzo de 1977.

Country Pais	Yellowfin Aleta amarilla		Skipjack Barrilete	
	Tons Toneladas	Percent %	Tons Toneladas	Percent %
Catch Captura				
Bermuda	2,731	1.33	2,656	1.87
Canada	4,222	2.05	4,231	2.98
Ecuador	5,503	2.68	6,604	4.65
Japan	834	0.40	201	0.14
Mexico	14,342	6.98	7,849	5.53
Panama	13,059	6.35	5,270	3.71
Peru	2,442	1.19	3,310	2.33
U.S.A.	144,730	70.42	97,625	68.79
Colombia, Costa Rica, Netherlands Ant. Nicaragua, Senegal, Spain and Venezuela	17,679	8.60	14,174	9.99
Total	205,542		141,920	
Landings Desembarques				
Ecuador	5,932	2.91	7,147	4.93
Japan	719	0.35	0	0
Mexico	9,396	4.61	5,718	3.94
Peru	2,245	1.10	2,947	2.03
U.S.A.	161,957	79.43	116,407	80.30
Canada, Colombia Costa Rica, Spain Italy and Venezuela	23,646	11.60	12,747	8.79
Total	203,895		144,966	

TABLE 3. Logged yellowfin and skipjack tuna catches, by major areas of the CYRA, in thousands of short tons 1972-1976.
TABLA 3. Capturas registradas de atún aleta amarilla y barrilete por áreas principales del ARCAA, en miles de toneladas americanas 1972-1976.

Yellowfin — Atún aleta amarilla											
Area of catch Area de captura	1972		1973		1974		1975		1976*		1976*
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	R
North of 20°N Al norte de los 20°N	4.1	5.3	3.0	5.9	11.4	8.4	14.9	7.2	3.9	9.4	
15° — 20°N	9.7	2.1	10.8	3.0	11.4	2.3	15.2	1.8	15.1	1.2	
10° — 15°N	23.0	1.5	18.0	1.6	50.2	4.9	24.7	1.3	30.1	2.1	
5° — 10°N	58.8	3.4	69.8	8.4	38.1	8.5	38.0	1.7	36.0	5.6	
0° — 5°N	18.1	0.8	10.4	2.1	9.8	2.8	9.0	2.4	10.3	1.3	
South of 0° Al sur de los 0°	8.4	3.8	11.8	4.7	4.3	7.3	13.5	14.1	35.3	6.6	
Total	122.1	16.9	123.8	25.7	125.2	34.2	115.3	28.2	130.7	26.2	
Skipjack — Barrilete											
North of 20°N Al norte de los 20°N	1.2	6.3	0.8	5.8	2.1	3.3	5.7	7.5	4.5	11.8	
15° — 20°N	0.4	0.1	0.6	0.6	1.6	0.6	1.7	3.1	2.1	0.3	
10° — 15°N	0.2	0.1	0.1	0.0	17.9	1.8	3.5	1.9	32.6	2.5	
5° — 10°N	3.7	0.3	6.7	4.0	19.6	7.7	12.0	5.1	19.5	7.5	
0° — 5°N	1.2	0.5	3.6	7.8	7.7	3.7	14.9	4.0	4.2	2.9	
South of 0° Al sur de los 0°	4.0	5.9	4.5	0.8	1.7	4.6	20.6	24.8	10.1	8.5	
Total	10.7	13.2	16.3	19.0	50.6	21.7	58.4	46.4	73.0	33.5	

NR = non-regulated — sin reglamentación

R = regulated — reglamentada

* = preliminary — preliminar

TABLE 4. Number and carrying capacity (short tons) of fishing vessels operating in the eastern Pacific Ocean by flag, gear and size class in 1976.**TABLA 4.** Número y capacidad de acarreo (toneladas americanas) de las embarcaciones pesqueras que maniobraron en 1976 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 embarcaciones	Total capacity Capacidad total
		1	2	3	4	5	6		
Bermuda	seiner cerquero					2	3	5	2,469
Canada	seiner						5	5	5,296
Costa Rica	seiner				1	1		2	646
Ecuador	seiner		6	12	5			23	3,407
	baitboat	35	1	2				38	1,384
	bolichera	4						4	115
Japan*	seiner						1	1	
	baitboat			1				1	
Mexico	seiner			1	5	6	13	25	13,860
	baitboat			2				2	270
Netherlands	seiner						2	2	2,468
New Zealand	seiner						1	1	
Nicaragua	seiner						2	2	3,800
Panama	seiner		2		1		6	9	8,986
Peru	seiner			3	5		1	9	2,939
Senegal	seiner						3	3	2,250
Spain	seiner						6	6	5,154
U.S.A.	seiner		15	13	8	7	112	155	120,927
	baitboat	10	28	20	1			59	5,402
	jig	32	1					33	823
Venezuela	seiner						1	1	
Total Japan, New Zealand, Venezuela									3,202
All flags	seiner		23	29	25	16	156	249	175,294
	baitboat	45	29	25	1			100	7,166
	bolichera	4						4	115
	jig	32	1					33	823
Total all gear		81	53	54	26	16	156	386	183,398

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

Gear — Arte	1	2	3	4	5	6	Total
Seiner		1,931	4,628	6,684	5,835	156,216	175,294
Baitboat	1,405	2,072	3,443	246			7,166
Bolichera	115						115
Jig	771	52					823
Total	2,291	4,055	8,071	6,930	5,835	156,216	183,398

*The number of Japanese longliners operating in the CYRA each month during 1976 varied between 14 and 32. Information concerning their capacity is not available.

*El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1976 fluctuó entre 14 y 32. No se dispone de la información sobre su capacidad.

TABLE 5. Catch per ton of carrying capacity by vessel size class for the international eastern Pacific purse-seine fleet.

TABLA 5. Captura por tonelada de capacidad de acarreo por clase de arqueo de la embarcación, de la flota internacional cerquera en el Océano Pacífico oriental.

Year Año	Species Especies	Size Class — Clase de arqueo										All Todas
		3	4	5	6	7	8	9	10			
1969	yellowfin	3.38	2.67	2.75	3.11	3.27	2.43	1.79	—			2.81
	skipjack	.99	.92	1.10	.87	.75	.92	.82				.92
	other species	1.15	.49	.15	.03	.08	.03	.01				.22
	all species	5.52	4.08	4.00	4.01	4.10	3.38	2.62				3.95
1970	yellowfin	3.37	2.62	2.74	3.12	2.96	2.37	1.62				2.77
	skipjack	1.67	1.33	1.30	.77	.63	.80	.74				.95
	other species	.57	.38	.42	.15	.12	.00	.01				.21
	all species	5.61	4.33	4.46	4.04	3.71	3.17	2.37				3.93
1971	yellowfin	1.66	1.69	1.62	2.08	2.49	1.31	.95				1.74
	skipjack	1.08	1.24	1.46	1.17	1.45	1.95	1.96				1.53
	other species	1.70	.83	.55	.13	.13	.04	.08				.32
	all species	4.44	3.76	3.63	3.38	4.07	3.30	2.99				3.59
1972	yellowfin	1.62	1.57	1.53	2.55	2.92	2.09	1.63				2.08
	skipjack	.77	.36	.67	.22	.40	.38	.42				.42
	other species	2.15	1.04	.70	.26	.08	.07	.05				.03
	all species	4.54	2.97	2.90	3.03	3.40	2.54	2.10				2.80
1973	yellowfin	1.89	1.67	1.89	2.12	2.72	2.08	1.66				1.88
	skipjack	.43	.33	.42	.36	.37	.42	.62				.51
	other species	1.70	.72	.62	.17	.09	.07	.08				.20
	all species	4.02	2.72	2.93	2.65	3.18	2.57	2.36				2.59
1974	yellowfin	2.05	1.96	1.85	1.75	2.10	1.43	1.74				1.65
	skipjack	.58	.78	.63	.72	.55	.64	.73				.74
	other species	1.53	.51	.39	.14	.00	.01	.03				.12
	all species	4.16	3.25	2.87	2.61	2.65	2.08	2.50				2.51
1975	yellowfin	2.04	2.14	1.82	1.89	2.03	1.09	1.52				1.51
	skipjack	1.40	1.53	.90	.79	.63	.81	.75				.83
	other species	1.96	1.17	.74	.38	.03	.21	.05				.22
	all species	5.40	4.84	3.46	3.06	2.69	2.11	2.32				2.56
1976*	yellowfin	1.63	1.43	1.30	1.38	1.58	1.09	1.80				1.50
	skipjack	.89	1.43	.83	.91	.83	.77	.79				.79
	other species	.83	.70	.73	.24	.11	.11	.05				.16
	all species	3.35	3.56	2.86	2.53	2.52	1.97	2.64				2.45

*preliminary — preliminar

TABLE 6. Results of analyses of serum esterases for large samples of skipjack.**TABLA 6.** Resultados de los análisis de los esterases del suero de grandes muestras de barrilete.

Sample Muestra	Number of fish Número de peces	Frequency of Est 2 = P Frecuencia de Est 2 = P	
Papua New Guinea			
A	143	.661	
B	162	.632	
Y	144	.653	2 \bar{P} values: .64 and .74
Z	179	.743	
John F.	135	.693	
New Zealand			
(1-49)	49	.56	
(50-103)	53	.58	(very homogeneous data set)
(104-131)	97	.58	
NZ-A	195	.53	\bar{P} value ~ .57
NZ-B	195	.59	
S-2-18	145	.56	
S-2-23	196	.59	
F4-7**	119	.54	
Eastern Pacific			
Northern area			
<i>Taurus B</i>	146	.50	
G-2	198	.46	
KC	134	.48	
KB	140	.45	
KA	150	.52	
MK-D	189	.48	\bar{P} value ~ .47
MK-A	199	.46	
LB-65*	193	.48	
S-6	199	.45	
Southern area			
Ec-B	199	.41	
Ec-C	197	.37	2 \bar{P} values: ~ .38 and .47
Ec-D	198	.37	
Ec-G	200	.47	

Table 6. Continued

Sample Muestra	Number of fish Número de peces	Frequency of Est 2 = P Frecuencia de Est 2 = P	
Hawaii*			(Est 2 = E_{sj}^1)
21	120	.46	
22	100	.60	
23	96	.59	
25	86	.31 ?	2 \bar{P} values: ~.47 and .59
26	100	.41	
27	99	.59	
28	98	.48	
29	90	.46	
30	95	.44	
31	98	.52	
32	97	.47	
33	92	.58	
34	100	.48	
Japan*			
1	96	.64	
2	95	.58	
5	82	.68	
7	129	.71	3 \bar{P} values: ~.58, and .63 and .70
8	96	.59	
9	95	.62	
10	92	.61	
11	96	.64	
12	97	.62	
13	97	.57	
14	96	.63	
Palau*			
1	81	.66	
2	(65)	.70	
3	(74)	.77	
4	(76)	.72	3 \bar{P} values: ~.65, and .71 and .76
5	(74)	.71	
6	(71)	.70	
7	(65)	.75	
9	(78)	.76	
11	(77)	.64	
13	86	.65	
14	90	.65	
15	88	.69	

* = K. Fujino data on file at La Jolla NMFS laboratory

TABLE 7. Date, area of collection, number of fish and fish size for morphometric and blood samples. The designation of the 1-degree areas is described in IATTC Bulletin 1(7).

TABLA 7. Fecha, área de recolección, cantidad de peces y talla de éstos para obtener muestras morfométricas y sanguíneas. En el Boletín 1(7) se describe la selección de las áreas de 1 grado.

Sample	Date	1-degree area	Sample size		Range of lengths (cm) of fish in morphometric sample
			Morphometric	Blood	
Muestra	Fecha	Area de 1 grado	Cantidad de la muestra Morfométrica	Sanguínea	Fluctuación de talla (cm) de los peces en la muestra morfométrica
G300	4/ 4/74	20-105-10	50	196	47-62
G301	4/ 4/74	20-105-10	50		48-60
G302	4/ 7/74	20-105-10	50	136	49-60
G305	11/17/75	15-110-18	51	97	47-69
G306	6/27/75	20-105-05	50	132	45-59
G307	7/ 3/75	15-110-02	41	65	74-87
G308	7/ 7/75	20-110-19	50	175	48-59
G309	7/10/75	20-110-24	49	197	50-60
G310	7/12/75	20-110-24	50	179	51-78
G311	7/18/75	15-110-18	50	74	74-99
G312	7/21/75	20-110-03	50	200	48-88
G400	4/18/74	10- 90-14	50	142	53-67
G401	4/25/74	10- 90-14	50	189	56-67
G402	5/13/74	05- 85-24	50	194	56-66
G403	10/23/74	05-105-24	50	173	59-79
G404	10/29/74	10-105-01	50	123	71-92
G405	11/ 7/74	05-105-24	49	55	65-91
G406	11/ 8/74	05-105-24	50	183	60-78
G501	5/18/74	205-080-22	50	176	57-77
G502	5/23/74	205-080-21	50	156	54-59
G503	7/ 8/74	205-080-16	47	154	58-68
G504	7/ 9/74	205-080-16	48	156	59-68
G505	9/26/74	00-080-02	46	186	54-70
G506	10/ 2/74	00-080-02	49	187	64-72
G507	10/28/74	00-080-07	49	197	60-74
G508	10/29/74	00-080-07	50	194	56-71
G509	11/30/74	205-080-12	50	131	67-79
G510	12/ 1/74	205-080-12	50	197	63-76
G520	1/11/75	205-080-18	49	200	69-81
G521	1/15/75	205-080-18	50	200	64-78
G522	5/13/75	00-080-12	50	195	55-62
G523	5/29/75	205-080-21	50	200	52-65
G524	8/ 1/75	00-080-04	50	200	101-124
G525	8/24/75	00-075-19	47	198	36-45
G526	9/19/75	00-080-02	50	198	40-50
G527	9/20/75	00-080-02	50	195	42-52
G528	9/28/75	00-080-07	50	198	88-110

TABLE 8. Estimates of annual catch per unit of effort (CPUE) for skipjack. The annual values computed from 22 selected 5-degree areas, using logged seiner data from area-quarter strata with ≥ 100 standardized class-3 day's fishing (SDF) and with ≥ 200 tons of skipjack captured.

TABLA 8. Estimación de la captura anual por unidad de esfuerzo (CPUE) del barrilete. Los valores anuales de la CPUE han sido computados en 22 áreas seleccionadas de 5 grados, usando los datos registrados de los estratos de área y trimestre de embarcaciones cerqueras con ≥ 100 días normales de pesca (DNP) de la clase 3 de arqueo y una captura de ≥ 200 toneladas de barrilete.

Year	Column	A	B	C	D	E	F	G	H		I		J		K		L		M		N		O		P		
									Sum of 5° areas fished by quarter	All 22 areas	Areas North of 15°N		Areas 5°N to 15°N		Areas south of 5°N												
		Percent of logged effort retained	Percent of logged catch retained	Percent of retained catch from area 2-05-080		Effort 1000's	Catch 1000's	CPUE 1000's	SDF	Effort 1000's	Catch 1000's	CPUE 1000's	SDF	Effort 1000's	Catch 1000's	CPUE 1000's	SDF	Effort 1000's	Catch 1000's	CPUE 1000's	SDF	Effort 1000's	Catch 1000's	CPUE 1000's	SDF		
1961		42	95	49	9.4	7.8	31.9	4.1	1.4	2.8	2.1	5.0	13.4	2.7	1.4	15.6	11.0										
62		61	95	54	13.3	11.6	48.9	4.2	2.2	3.8	1.7	4.3	13.6	3.2	5.1	31.6	6.2										
63		56	87	52	14.8	9.6	59.3	6.1	2.2	8.1	3.7	2.2	8.1	3.7	5.3	43.1	8.1										
64		40	80	61	12.5	6.5	33.8	5.2	2.2	6.1	2.7	1.5	5.4	3.6	2.7	22.4	8.2										
65		53	87	77	13.7	10.6	48.3	4.6	3.0	5.8	2.0	1.8	2.5	1.4	5.9	40.0	6.8										
66		50	92	89	9.1	8.3	40.3	4.9	0.8	1.3	1.6	1.1	2.5	2.2													
67		64	96	48	13.3	9.4	93.8	10.0	4.7	33.6	7.1	0.5	0.3	0.5													
68		64	94	19	16.5	9.9	51.7	5.2	1.1	4.8	4.2	4.8	20.8	4.3													
69		43	75	62	14.0	7.8	28.4	3.6	4.5	4.6	1.0	1.0	2.3	2.3													
70		50	86	28	13.7	8.9	28.2	3.2	6.3	18.5	2.9	0.7	1.8	2.4													
71		64	94	45	18.8	13.6	80.6	5.9	3.7	13.5	3.6	4.3	28.5	6.6													
72		45	84	33	14.3	8.6	16.6	1.9	1.5	3.1	2.1	3.1	3.4	1.1													
73		51	87	16	15.8	12.3	24.9	2.0	1.3	0.5	0.4	6.9	10.2	1.5													
74		70	90	9	23.8	19.9	62.5	3.1	1.9	2.6	1.4	13.2	44.7	3.4													
75		71	91	46	32.7	21.4	85.7	4.0	4.8	7.8	1.6	7.9	20.3	2.6													
Mean		55	89	46				4.5			2.5			2.8													

Note: Values in columns E to P were rounded after dividing catch by effort, so division of rounded values will differ in some values of CPUE.

ERRATUM

Table 8: Column H, line 9, should read 3.3 instead of 4.5. Column I, line 9, should read 6.4 instead of 4.6. Column J, line 9, should read 1.9 instead of 1.0.

TABLE 9. Indices of abundance of yellowfin inside the CYRA, 1968-1976. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered, but the CPDF data are not.

TABLA 9. Indices de la abundancia del aleta amarilla en el ARCAA, 1968-1976. Se ajustan los datos de la CPDNP para compensar el aumento de las pescas positivas al capturar cardúmenes de peces que se encuentran, pero no los datos de la CPDP.

Year	CPSDF (Class 3)	CPDF (less than 401 tons)	CPDF (greater than 400 tons)	Ratio of Column 3 to Column 2
Año	CPDNP (Clase 3)	CPDP (menos de 401 toneladas)	CPDP (más de 400 toneladas)	Proporción de Columna 3 a la Columna 2
1968	6.06	9.07	18.11	2.00
1969	5.87	9.28	17.77	1.91
1970	6.00	8.76	16.90	1.93
1971	4.18	4.90	9.75	1.99
1972	5.97	5.20	17.00	3.27
1973	5.17	4.57	12.63	2.72
1974	4.56	6.89	9.70	1.41
1975	3.67	5.61	8.20	1.46
1976	3.8*	4.47*	10.06*	2.25

*preliminary — preliminar

TABLE 10. Quotas, catches, CPSDFs (Class-3 purse seiners), and CPDFs (Class-6 purse seiners) for yellowfin in the eastern Pacific Ocean, 1967-1976. The quotas and catches are in thousands of short tons, and the CPSDFs and CPDFs in short tons. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered.

TABLA 10. Cuotas, capturas, CPDNP (clase 3 de cerqueros) y CPDP (clase 6 de cerqueros) para el aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, 1967-1976. Las cuotas y las capturas se indican en miles de toneladas americanas, y las CPDNP y las CPDP en toneladas americanas. Los datos de la CPDNP se ajustan para compensar el aumento de las pescas positivas al capturar cardúmenes de peces que se encuentran.

Year	CYRA			Outside CYRA		Total catch
	Quota	Catch	CPSDF	Catch	CPDF	
	ARCAA			Area exterior del ARCAA		Captura total
Año	Cuota	Captura	CPDNP	Captura	CPDP	
1967	84.5	89.6	5.1	0.0	—	89.6
1968	93	114.6	6.1	1.2	—	115.8
1969	120	126.5	5.9	19.2	20.4	145.7
1970	120	142.7	6.0	29.8	11.7	172.5
1971	140 + (2x10)*	113.5	4.2	23.4	10.6	136.8
1972	120 + (2x10)	152.4	6.0	44.8	12.5	197.2
1973	130 + (3x10)	178.2	5.2	48.8	13.0	227.0
1974	175 + (2x10)	191.3	4.6	41.1	10.2	232.4
1975	175 + (2x10)	177.2	3.7	47.3	12.2	224.5
1976	175 + (2x10)	205.5	3.8**	52.0	13.0**	257.5

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

**to April 10, 1977

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

**preliminar hasta el 10 de abril de 1977