
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1972

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

La Jolla, California

1973

CONTENTS—INDICE

ENGLISH VERSION—VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
COMMISSION MEETINGS	7
ADMINISTRATION	17
Budget	17
Financial statement	17
Inter-agency cooperation	20
Field offices	20
PUBLICATIONS	21
THE FISHERY IN 1972	23
Résumé	23
Statistics of catch and landings	25
The international tuna fleets	26
RESEARCH IN 1972	28
Success of fishing, abundance of tunas and population dynamics	28
Vital statistics, migrations and population structure	38
Other aspects of tuna biology	46
Oceanography and tuna ecology	48
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1972 AND OUTLOOK FOR 1973	56
Yellowfin	56
Skipjack	64

VERSION EN ESPAÑOL—SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION	66
REUNIONES DE LA COMISION	66
ADMINISTRACION	77
Presupuesto	77
Declaración financiera	78
Cooperación entre entidades afines	80
Oficinas regionales	81
PUBLICACIONES	82
LA PESCA EN 1972	84
Resumen	84
Estadísticas de captura y desembarques	86
Flota internacional atunera	87
INVESTIGACION EN 1972	89
Exito de pesca, abundancia de atún y dinámica poblacional	89
Estadísticas vitales, migraciones y estructura poblacional	100
Otros aspectos de la biología del atún	109
Oceanografía y ecología del atún	112
CONDICION DE LAS EXISTENCIAS DE LOS ATUNES EN 1972 Y PERSPECTIVAS PARA 1973	121
Atún aleta amarilla	121
Barrilete	130
APPENDIX I—APENDICE I	
STAFF—PERSONAL	132
 APPENDIX II—APENDICE II	
FIGURES AND TABLES—FIGURAS Y TABLAS	135

MEMBERS AND PERIODS OF SERVICE SINCE THE INCEPTION OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION IN 1950

LOS MIEMBROS Y PERIODOS DE SERVICIO DESDE LA INICIACION DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL EN 1950

COSTA RICA

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

UNITED STATES OF AMERICA

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

PANAMA

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

MEXICO

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

CANADA

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

JAPAN

Tomonari Matsushita	1971-
Shoichi Masuda	1971-
Fumihiko Suzuki	1971-1972
Seiya Nishida	1972-

*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

ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1972

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 the Republic of Panama adhered in 1953, the Republic of Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968 and Japan in 1970. In 1967 Ecuador gave notice of her intent to withdraw from the Commission, and her withdrawal became effective on August 12, 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 22nd 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 general articles are written for trade and other periodicals in North, Central and South America, as well as in countries of Europe and Asia with an interest in the fishery. By the end of 1972, the Commission's staff had published 102 Bulletins, 126 articles in outside journals and 21 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 three meetings in 1972: the 26th meeting in Tokyo, Japan, on January 6, 7 and 13; the 27th meeting in Panama, Repub-

lic of Panama, on November 7, 8 and 11; and the 28th meeting in San Diego, California, on December 20.

All member countries except Panama were represented by one or more regular Commissioners during the 26th meeting; Panama was represented by her ambassador in Tokyo. Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, France, Guatemala, Republic of Korea, Nicaragua and Peru were represented by observers, as were two international organizations—The International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas and the Permanent Commission of the South Pacific.

The Commission took the following actions at the 26th meeting:

1. Agreed to the continuation of an experimental fishing program in 1972, with a quota of 120,000 short tons, but authorized the Director of Investigations to increase this limit in two successive increments of 10,000 short tons if in his opinion this action would not endanger the stock of yellowfin.
2. Agreed that if the annual catch rate is projected to fall below 3 short tons per standard day's fishing, unrestricted fishing for yellowfin tuna in the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) shall be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield.
3. Agreed to an austerity budget of \$739,048 for FY 1973/1974.
4. Postponed the determination of the proportion of contributions for the FY 1973/1974 appropriations until the Commission is able to obtain final data on the utilization of tunas captured during 1971.
5. Agreed to vote on the approval of the annual report for 1971 by mail after April 1, 1972.
6. Elected Mr. Juan L. de Obarrio of Panama as Chairman and Mr. José Luis Cardona Cooper of Costa Rica as Secretary.
7. Agreed provisionally that the next meeting be held in Panama subject to final approval by the government of that country. It was also decided to postpone the selection of a meeting date until after the meeting of the Inter-Governmental Working Group to be held in Mexico City beginning April 12, 1972.

A resolution for the conservation of yellowfin tuna in 1972 was passed by the Commission at its 26th meeting. The complete text is as follows:

RESOLUTION

"The Inter-American Tropical Tuna Commission

Taking note of the condition of the stock at the beginning of 1972,

Taking note that the recommendations for establishing a conservation regime during 1971, approved at its 24th (Special) Meeting, were for 1971 only,

Considering the unique problems which were evident in 1971 remain unresolved,

Considering also the resolution from the 11th Intergovernmental Meeting on the conservation of yellowfin tuna held in Tokyo, Japan, 7 January and 10 January through 13 January, 1972, which recommends certain management decisions to the Commission,

Concludes that it is desirable to continue in 1972 the fishing program in effect during 1971,

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 1972 at 120,000 short tons from the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, provided:

- a) 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 limits 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.
- b) that the Director of Investigations may increase this limit by no more than two successive increments of 10,000 short tons each, if he concludes from re-examination of available data that such increase will offer no substantial danger to the stock.

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 began January 1, 1972, with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the return of the vessel to port.

4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1972 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 reaches 120,000 short tons or 130,000 or 140,000, if the Director of Investigations

so determines such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special proportions allowed for in Items 6 and 7 below, such date to be determined by the Director of Investigations. In order to not 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. Under present conditions, and according to the information available, an annual capture of 1,000 tons of yellowfin tuna is the upper limit to enjoy said exemption. After the closure of the yellowfin tuna fishery, the governments of the contracting parties and cooperating countries may permit their flag vessels to land yellowfin tuna without restriction in any country described in the preceding section which has tuna canning facilities until such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during the current year reaches 1,000 short tons. For 1972 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 may sail to fish freely for yellowfin tuna within the CYRA on any trip which is commenced within 30 days after the closure.

5) Permit each vessel, not provided with a special allowance under Items 6 and 7 below, fishing tuna in the CYRA after the closure date for the yellowfin tuna fishery to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in catches of other species in the CYRA on each trip commenced during such closed season. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch of yellowfin tuna shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels; provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by all such vessels of a country so permitted shall not exceed 15 percent of the combined total catch taken by such vessels during the period these vessels are permitted to land incidental catches of yellowfin tuna.

6) Permit 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 or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the catch of yellowfin tuna by such vessels to 6,000 short tons; and thereafter to permit such vessels 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

during trips commenced after 6,000 short tons of yellowfin tuna have been caught.

7) Permit, during 1972, the newly constructed flag vessels of those members of the Commission which are developing countries and whose fisheries are in an 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 enter the fishery for yellowfin tuna in the convention area for the first time either 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 2,000 short tons of yellowfin, or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the aggregate catch of such vessels to 2,000 short tons of yellowfin tuna.

8) The species referred to in Items 2, 5 and 6 are: skipjack tuna, bigeye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, bonito, billfishes and sharks.

9) 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."

At the 27th meeting all member countries were represented by three or more regular commissioners. The Republic of China, Colombia, Ecuador, El Salvador, Great Britain, Nicaragua and Peru were represented by observers, as were five international organizations—the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, the Permanent Commission of the South Pacific, FAO, UNESCO and AID.

The Commission took the following actions at the 27th meeting:

1. Agreed to the continuation of an experimental fishing program in 1973, with a quota of 130,000 short tons of yellowfin tuna, but authorized the Director to increase this limit in three successive increments of 10,000 tons each if in his opinion this action would not endanger the stock of yellowfin.
2. Agreed that if the annual catch rate is projected to fall below 3 tons per standard day's fishing, unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA shall be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield.
3. Provisionally agreed to an austerity budget of \$790,549 for FY 1974/1975.
4. Agreed to the proportions of contributions for 1972/1973.
5. Agreed to vote on the approval of the annual report for 1972 by mail after April 1, 1973.

6. Agreed to hold the 1973 meeting of the Commission in Washington, D. C., U.S.A., between October 15 and November 15, 1973, the exact date to be designated as soon as possible.
7. Elected Mr. William M. Terry of the United States as Chairman and voted the office of Secretary to Japan.
8. Agreed to alter the number and naming of the Commission's meetings.

A resolution for the conservation of yellowfin tuna in 1973 was passed by the Commission at its 27th meeting. The complete text is as follows:

RESOLUTION

"The Inter-American Tropical Tuna Commission

Taking note that the stock of yellowfin tuna exploited in the eastern Pacific Ocean prior to 1965 was being fished at a rate faster than the stock could naturally replace itself,

Taking note also that the conservation regime first implemented in 1966 and maintained each year since has successfully maintained the stock of yellowfin tuna inhabiting the Commission's yellowfin regulatory area (CYRA) defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, at high levels of abundance,

Considering the condition of the stock during late 1972,

Considering also that the program of experimental fishing designed to empirically ascertain the maximum sustained yield from the yellowfin stock has operated successfully since its inception,

Concludes that it is desirable to continue the conservation regime and experimental fishing program during 1973 and 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 1973 at 130,000 short tons from the CYRA, provided

- a) 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,
- b) that the Director of Investigations may increase this limit by not more than three successive increments of 10,000 short tons

each, if he concludes from re-examination of the available data that such increases would offer no substantial danger to the stock,

2) 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 whatever conservation measures the Commission might adopt for 1973."

At the Commission's 28th meeting (December 20), all member countries except Panama were represented by one or more regular commissioners throughout the meeting. Nicaragua and Ecuador were represented by observers. The government of Panama was contacted by telephone on 22 December 1972 to solicit its vote on all actions taken by the Commission at its 28th meeting; Panama voted affirmatively on all matters.

The Commission took the following actions at the 28th meeting:

1. The resolution for conservation measures for yellowfin tuna during 1973, adopted at the Commission's 27th meeting, was re-drafted to include the suggested recommendations transmitted by the 13th Intergovernmental Meeting. The new resolution, which supersedes the earlier one, was then approved unanimously.
2. It was agreed that the Commission would allow yellowfin fishing on an experimental basis during the 1973 closed season in an area of the CYRA lying westward of the Galapagos Islands (see Item No. 11 of Commission Resolution, page 16).

The complete text of the Commission resolution passed at the 28th meeting, including the recommendations transmitted to the Commission by the Intergovernmental Meeting is as follows:

RESOLUTION

"The Inter-American Tropical Tuna Commission

Taking note that the stock of yellowfin tuna exploited in the eastern Pacific Ocean prior to 1965 was being fished at a rate faster than the stock could naturally replace itself,

Taking note also that the conservation regime first implemented in 1966 and maintained each year since has successfully maintained the stock of yellowfin tuna inhabiting the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, at high levels of abundance,

Considering the condition of the stock during late 1972,

Considering also that the program of experimental fishing designed to empirically ascertain the maximum sustained yield from the yellowfin stock has operated successfully since its inception,

Taking note that the recommendations for establishing a conservation regime during 1972, approved at its 26th meeting in Tokyo, Japan, were for 1972 only,

Considering certain unique problems which were evident in 1972 remain unresolved,

Considering also the resolution from the 13th Intergovernmental Meeting held in San Diego, California on December 17-20, 1972, on the conservation of yellowfin tuna which recommends certain management decisions to the Commission,

Concludes that it is desirable to continue in 1973 the conservation program for yellowfin tuna and

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 1973 at 130,000 short tons from the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, provided:

- a) 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 limits 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;
- b) that the Director of Investigations may increase this limit by no more than three successive increments of 10,000 short tons each if he concludes from re-examination of available data that such increase will offer no substantial danger to the stock.

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, 1973, with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the return of the vessel to port.

4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1973 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 reaches 130,000, 140,000, 150,000 or 160,000 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 proportion allowed for in Items 6 and 8 below, such date to be determined by the Director of Investigations.

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

6) Permit 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 or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the catch of yellowfin tuna by such vessels to 6,000 short tons; and thereafter to permit such vessels 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 during trips commenced after 6,000 short tons of yellowfin tuna have been caught.

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

8) Permit, during the closed season for 1973, the newly-constructed flag vessels of those members of the Commission which are developing countries and whose fisheries are in an 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 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 6,000 short tons of yellowfin, or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the aggregate catch of such vessels to 6,000 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 above described tuna fishing vessels of any such developing country should exceed 4,000 short tons, the allocation of 6,000 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 4,000 short tons.

- 9) a) In order to not 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 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 flag vessels to land yellowfin tuna without restriction in any country described in paragraphs a) and b) above which has tuna canning facilities until such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during 1973 reaches 1,000 short tons.

10) For 1973 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 may sail to fish freely for yellowfin tuna within the CYRA on any trip which is commenced within 30 days after the closure.

11) For 1973 only, exclude from the CYRA on an experimental basis the area defined as follows: the area encompassed by a line drawn commencing at 110°W longitude and 3°N latitude extending east along 3°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 3°N latitude.

12) Obtain by appropriate measures the cooperation of those governments whose vessels operate in the fishery, but which are not parties to the Convention for the establishment of an Inter-American Tropical Tuna Commission, to put into effect these conservation measures."

ADMINISTRATION

BUDGET

At its meeting held in Ottawa, Canada, in 1970, the Commission instructed the Director of Investigations to prepare two budgets in the future. The first should be a recommended version which indicates the needed research, regardless of the probability of obtaining such funding, while the second budget should be an austerity version designed to maintain the research at current or slightly augmented levels. The latter budget would be used by government officials when presenting the budget for government approval if the former (recommended) budget was unacceptable. In keeping with these instructions, two budgets were prepared for the fiscal year (FY) 1972-1973.

The recommended research program, estimated to cost \$1,255,725, included a comprehensive tagging program directed primarily toward yellowfin tuna and secondarily toward skipjack tuna. A total of \$520,000 was allotted in this budget for the charter of vessels to carry out the tagging program.

The austerity research program, the version approved by the Commissioners, would have cost \$719,514, an increase of \$89,599 over the austerity budget for FY 1971-1972. Much (\$51,580) of the increase was required to pay for a complete reorganization of the Commission's basic data system. The remainder of the increase was needed to match an impending U. S. Government pay raise, in-grade increases and long overdue promotions.

In November 1972, the U.S. Department of State informed the Commission's Director that the U. S. contribution to the Commission's budget for FY 1972-1973 would be \$481,500, thus fixing the total budget at \$535,114, a decrease of \$184,400 from the austerity budget approved by the Commission at its 1971 meeting.

FINANCIAL STATEMENT

The Commission's financial accounts were audited four times during the year by the public accountant firm of John W. Sutliff, San Diego, California. Copies of the accountant's report were sent to the Chairman and to the Depository Government (U.S.A.). A summary of the year-end account for FY 1971-1972 follows:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Sources and Disposition of Funds

July 1, 1971 to June 30, 1972

U. S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance (including unliquidated obligations) July 1, 1971	\$151,667.67*
U.S.A.	452,000.00
Mexico	17,258.00
Canada	500.00
Japan	18,817.00
Other receipts	15,213.27
TOTAL.....	\$655,455.94

*The unexpended balance includes \$53,149.24 of unpaid commitments.

Disposition of Funds

Advances	\$ 22,805.39	
Project expenditures		
1) By projects		
A. Administrative expenses	\$106,711.39	
B. Research on bait species		
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	87,695.75	
D. Tuna biology	177,658.59	
E. Oceanography	25,072.36	
F. Tuna tagging	40,420.65	
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	68,838.59	
2) By budget projects		
01—Salaries	378,116.99	
02—Travel	22,377.61	
03—Transportation of things	3,330.48	
04—Communications	3,736.67	
05—Rents and utilities	1,470.00	
06—Printing and binding	7,560.46	
07—Contractual services	27,805.22	
08—Supplies and materials	9,636.88	
09—Equipment	27,555.20	
13—Rewards for tags	857.00	
15—Employer's contribution to U. S. Social Security	12,791.94	
17—Employer's contribution to Pension Plan ..	7,111.84	
19—Employer's contribution to Group Insurance	4,047.04	\$506,397.33
Purchase of Soles (for operations in Peru)	5,000.00	
Purchase of Sucres (for operations in Ecuador)	2,000.00	
Cash in bank	\$125,048.57	
Cash on hand	150.00	
	<u>\$125,198.57</u>	
Less: reserves for Pension	7,433.11	
Less: reserves for Group Insurance	— 173.69	
Less: reserves for California Insurance	— 889.07	
	<u>6,370.35</u>	\$118,828.22
Deposits		425.00
TOTAL.....		\$655,455.94

COSTA RICAN COLON ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1971	¢	637.21
Cash in bank	¢	637.21
TOTAL	¢	637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1971	S/.	48,539.76
Purchase of Sucres with Dollars		53,326.35
TOTAL		101,866.11

Disposition of Funds

Project Expenditures		
1) By projects		
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation	83,370.90	
2) By budget objects		
01—Salaries	79,836.36	
03—Transportation of things	3,524.54	
07—Contractual services	10.00	83,370.90
Cash in Bank		18,495.21
TOTAL		101,866.11

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Source of Funds**

Unexpended Balance July 1, 1971		120,743.52
Purchase of Soles with Dollars		216,357.75
TOTAL	S/o.	337,101.27

Disposition of Funds

Advances		15,600.00
Project expenditures		
1) By projects		
F. Tuna tagging	95.88	
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation	238,316.01	
2) By budget object		
01—Salaries	174,109.00	
02—Travel	34,038.27	
04—Communications	2,585.53	
05—Rents and utilities	24,000.00	
06—Printing and binding	21.00	
07—Contractual services	773.76	
08—Supplies and materials	809.95	
13—Rewards for tags	95.88	
15—Employer's contributions to		
Social Security	1,978.50	S/o. 238,411.89
Cash in bank		83,089.38
TOTAL	S/o.	337,101.27

INTER-AGENCY COOPERATION

In order to keep abreast of the rapid development in fisheries and oceanography it is necessary that the Commission maintain continuing contacts with other organizations and institutions on a local, national and international level. Some of the Commission's activities along these lines are described below.

During 1972 the Commission continued to maintain its contacts and, in many cases, its close working relationships with the fisheries agencies and institutes of Chile, Ecuador, Mexico and Peru, as well as the FAO fisheries projects in Central America and Mexico.

A very close professional relationship has been maintained over the years with the Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California at Ensenada, Mexico. During 1972 the Commission began a seminar series on fisheries biology, population dynamics, mathematics and oceanography which will be carried out by staff members throughout the academic year.

Because the Commission's headquarters are located at the U.S. Government's Southwest Fisheries Center, on the campus of the University of California at San Diego, the Commission's staff is in daily contact with scientists of the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS), Scripps Institution of Oceanography, California Department of Fish and Game, and other research organizations located in the area. Such contact has resulted in a mutual exchange of information and ideas.

The Commission has been able to maintain a very cordial and productive relationship with the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, which has also resulted in a mutually beneficial exchange of ideas and information.

During 1972 the Commission received a number of visiting scientists from various nations for periods ranging from a few weeks to more than a year.

A scientist from the Fisheries Agency of Japan joined the Commission staff for about 1 year beginning in September 1972. He is collaborating with Commission scientists on an analysis of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean.

Members of the staff have participated throughout the year in a number of scientific meetings at the national and international level, and have served on numerous panels, working parties and advisory groups. They have also held various faculty positions at several 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. Staff members here 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.

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

A full-time representative has also been stationed in Manta, Ecuador, since 1967. Manta is the center of the rapidly growing tuna industry of Ecuador, although some fish are also landed at Guayaquil and Salinas. The Commission's representative in Ecuador divides his efforts among these three areas as dictated by circumstances. His primary duty is the collection of catch statistical data but, as time permits, he also obtains biological data from the tuna and baitfish fisheries in Manta.

For some years the Commission has kept track of the movement of tuna vessels through the Panama Canal from reports of a ship agent in Panama. However these operations are increasing rather substantially since many more vessels are being stationed in Puerto Rico and hence transit the Canal to fish in the Pacific. Also many of the Pacific-based vessels transit the Canal to fish off West Africa and others use Panama as a base for transshipment. Furthermore, the logbook records of a substantial number of seiners which transited the Canal in 1972 are not normally accessible to our staff on a current basis because these vessels do not frequently enter ports readily accessible to Commission personnel. In view of these factors it was decided that beginning in 1973 the Commission would hire a technician in Panama to take advantage of the increasing opportunities to get fishing information and logbooks there on a current basis.

PUBLICATIONS

Publication of scientific papers of high professional quality, reporting to the scientific community, as well as to the member governments and the public at large, the basic data, methods of analysis and conclusions reached by the Commission's scientific staff is one of the most important activities of this Commission. By this means the methods and results of research are widely disseminated and subjected to critical review, thus insuring the soundness of the continuing research program. At the same time, the interest of other scientists in such research in the eastern Pacific Ocean and in other parts of the world is stimulated.

The Commission publishes the research of its staff and of cooperating scientists in its Bulletin series. During 1972, one additional publication was issued in this series, in English and Spanish.

Vol. 15, No. 5—Estimates of the rates of shedding of dart tags from yellowfin tuna, *by* William H. Bayliff and Lars M. Mobrand.

One additional Commission data report was prepared in 1972:

Data Report, Number 5—Oceanographic, meteorological, satellite and aircraft observations for Project Little Window 2: May 1971 (in English and Spanish), *by* M. R. Stevenson, F. R. Miller and Paul E. La Violette.

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

117. Klawe, W. L. 1972. Scombroid larvae. Figures 10-FS and 10-FA. *In*: Love, Cuthbert M. (Ed.) Eastropac Atlas—Volume 2, Circular, National Marine Fisheries Service, (330): i-vii + unpaginated section.
118. Klawe, W. L. 1972. Scombroid larvae. Figures 40-FS and 40-FA. *In*: Love, Cuthbert M. (Ed.) Eastropac Atlas—Volume 6, Circular, National Marine Fisheries Service, (330): i-vi + unpaginated section.
119. Klawe, W. L. 1972. Review of studies by the Inter-American Tropical Tuna Commission on the eastern Pacific stock of yellowfin tuna. (In English and Japanese.) Pages 176-194 *in*: Maguro gyogyo kyogikai gijiroku, Suisancho-Enyo Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency—Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan).
120. Joseph, James 1972. How do we obtain information to develop usable management parameters? Pages 73-75 *in*: Thompson, Robert N. (Ed.), Proceedings of Oregon's 1971 National Discussion Forum on Marine Fisheries Resources. Portland, Oregon.
121. Joseph, James 1972. Management and data needs for modern fishery management. Pages 47-52 *in*: Moore, R. W. (Ed.), Progress in Fishery and Food Science. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium of the College of Fisheries. University of Washington Press. Seattle, Washington.
122. Joseph, James 1972. International arrangements for the management of tuna: a world resource. Pages 90-120 *in*: Rothschild, Brian J. (Ed.), World fisheries policy, multidisciplinary views. University of Washington Press. Seattle, Washington.
123. Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards, and S. Ueyanagi 1972. On the clarification of larval tuna identification, particularly in the genus *Thunnus*. Fishery Bulletin. 70 (1): 1-12.

124. Richards, W. J. and W. L. Klawe 1972. Indexed bibliography of the eggs and young of tunas and other scombrids (Pisces, Scombridae), 1880-1970. National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Report NMFS SSRF, (652): 107 pages. (In English, French, German and Spanish).
125. Stevenson, Merritt R. 1972. Algunas anotaciones sobre la oceanografía física y biológica cerca de la entrada al Golfo de California, octubre 1966-agosto 1967. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía, México, D. F., 17-19 noviembre 1969: 77-89.
126. Stevenson, Merritt R. and F. R. Miller. 1972. Application of high resolution infrared and visual data to investigate changes in and the relationship between sea surface temperatures and cloud patterns over the eastern tropical Pacific. (Final Report, U.S. Naval Oceanographic Office Contract No. N62306-71-C-0120). Processed. 84 pp.

On behalf of the Working Party on Tuna Eggs, Larvae, and Juveniles and of the Working Party on Billfish Eggs, Larvae, and Juveniles of the FAO Expert Panel for the Facilitation of Tuna Research, the Commission's staff prepared translations of the following publications:

Juarez, Mar. 1972. Larval forms of *Thunnus atlanticus*. Mar y Pesca (Cuba), (78): 26-29. (Published in Spanish).

Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards, and S. Ueyanagi 1972. Información sobre la identificación de las larvas de los atunes especialmente del género *Thunnus*. Fishery Bulletin, 70 (1): 1-12. (Published in English).

Yurov, V. G. and J. C. Gonzales 1971. Possibility of developing a sailfish fishery in the eastern Pacific Ocean. Pages 104-110 in: Sovetsko-Kubinskies Rybokhoziaistvennye Isslendovaniia, 3:216 pp. (Published in Russian with Spanish summary).

THE FISHERY IN 1972

RESUME

During 1972, vessels flying flags of 12 nations (Bermuda, Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, France, Japan, Mexico, Panama, Peru, Spain and the U.S.A.) fished for tuna in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack tuna, although they caught small quantities of other tunas as well. 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 tuna fishery has been under international management since 1966. It has not been demonstrated that there is a need to implement conservation measures for the other

species of tuna taken in the eastern Pacific fishery. The area in which the yellowfin conservation program applies, referred to as the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), is shown in Figure 1.

At its 21st meeting, held in March 1969, the Commission implemented a 3-year experimental fishing program designed to ascertain empirically the average maximum sustainable yield of yellowfin from the CYRA. The experimental program called for an annual catch of 120,000 short tons of yellowfin to be taken in 1969, 1970 and 1971.

On the basis of the apparently successful progress of the 3-year experimental program the Commission at its 26th meeting held in Tokyo, Japan, on January 6, 7 and 13, 1972, stated its desire to continue the program, and it established a quota of 120,000 short tons of yellowfin. The Commission also made provision for increasing this amount by two successive increments of 10,000 short tons each if such action would afford no substantial danger to the stock. It also again established: (1) a special allowance of 6,000 short tons for small vessels of less than 400 short tons of capacity; (2) an allowance for an incidental catch of yellowfin to be taken after the closure, but not to exceed 15% of the combined species catch; and (3) a 2,000-short ton allowance for newly constructed vessels of countries which meet certain criteria as outlined in its resolution of January 1972 (see page 11).

From 1965 through 1970 the aggregate carrying capacity of the international fleet fishing for tuna in the CYRA increased from about 46,000 short tons to 73,000 short tons. In 1971 it increased to about 95,000 short tons, and by the end of 1972 to about 116,000 short tons.

During 1972 this fleet of 116,000 short tons captured about 152,000 short tons of yellowfin and 35,600 short tons of skipjack from within the CYRA. The catch of yellowfin, the largest taken from the CYRA in the history of the fishery, exceeded the desired quota of 140,000 short tons for 1972 by more than 12,000 tons. This overage was due primarily to the fact that the ratio of yellowfin to skipjack during the last open trip was underestimated, which resulted in the recommended closure date being set a little too late. The skipjack catch, on the other hand, represents the poorest catch from the area in the recent history of the fishery, being about 82,000 tons less than the 1971 catch. In addition to these catches, about 50 seiners with a capacity of 36,784 short tons fished in the area west of the CYRA where they caught 45,036 short tons of yellowfin and 1,246 short tons of skipjack. Also, in 1972 about 44 vessels which had participated in the CYRA fishery fished in the Atlantic Ocean and caught 13,639 short tons of yellowfin and 13,755 short tons of skipjack.

As required by Commission resolution, unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the exceeded catch by vessels which are at sea with

permission to fish without restriction, 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 1972 was at 0001 hours on March 5. This is the earliest closure date since the beginning of the conservation program in 1966. The corresponding dates from 1966 through 1971 were September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969, March 23, 1970 and April 9, 1971.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

The annual catches (the amounts captured by vessels during the calendar year regardless of the year of unloading) of yellowfin and skipjack tunas from the CYRA during 1958-1972 are shown in Table 1 and Figure 2. The preliminary estimate of the 1972 yellowfin catch is 304.1 million pounds (152,042 short tons), which is the highest catch ever made in the CYRA; it is 18.7 million pounds greater than the previous highest recorded catch during 1970. The 1972 catch is 69.5 million pounds greater than the annual average catch during the previous 5 years. The preliminary estimate of the 1972 skipjack catch is 71.2 million pounds (35,618 short tons), which is the lowest catch since 1948. The 1972 catch is 155.3 million pounds below that of 1971 and 106.0 million pounds below the average catch during the previous 5 years. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1972 was 375.3 million pounds (187,660 short tons), 77.5 million pounds below the combined species catch of 1971 and 36.6 million pounds below the annual average combined species catch during the previous 5 years. In addition to the catch from within the CYRA, 50 seiners with a carrying capacity of 36,784 short tons fished west of the CYRA but east of 150°W; these vessels caught about 90.1 million pounds (45,036 short tons) of yellowfin and 2.5 million pounds (1,246 short tons) of skipjack.

The catch of yellowfin and skipjack from the CYRA by flag of vessel (in terms of percent of the total catch) during 1972 was as follows:

FLAG	YELLOWFIN	SKIPJACK
Canada	3.3	3.7
Ecuador	2.0	11.3
Japan	2.6	0.5
Mexico	6.1	7.7
Panama	2.3	3.3
U.S.A.	79.1	65.0
Bermuda, Colombia		
Costa Rica, France		
Peru and Spain	4.6	8.5

During 1972, 95.5% of the yellowfin and all of the skipjack taken from west of the CYRA and east of 150°W were caught by U.S.-flag vessels with the remainder taken by Canadian-flag vessels; however, these percentages do not include catches from long-line vessels.

The 5° areas within the CYRA fished by purse seiners during non-regulated trips in 1972 are shown in Figure 3, along with the estimated yellowfin catches from the areas. Seven 5° areas produced 5,000 or more tons of yellowfin. The fishing areas north of 15°N produced only 11% of the logged yellowfin catch, while the area between the equator and 15°N produced 84% of the CYRA logged catch. One 5° area, 0-05-095, produced 21% of the total CYRA logged catch. The 5° areas fished during non-regulated and regulated trips combined are shown in Figure 4, together with the estimated skipjack catch from the areas. None of the 5° areas produced catches of 5,000 or more tons, a most unusual circumstance reflecting the very poor skipjack fishing in 1972.

The landings (the amount of tunas unloaded during the calendar year regardless of the year of catch) of yellowfin and skipjack from the CYRA during 1945-1972 are also shown in Table 1. The preliminary estimates of 1972 landings are 296.9 million pounds (148,446 short tons) of yellowfin and 69.5 million pounds (34,735 short tons) of skipjack. The amount of tunas captured during 1971 and landed during 1972 was about 688 short tons, but about 5,167 short tons of tuna captured in 1972 will be landed in 1973. It is estimated that 21 tuna vessels were at sea early in 1973 with tuna captured in 1972 aboard. Landings at California ports by U.S.-flag vessels of tunas taken from the CYRA during 1972 amounted to about 81,419 short tons of yellowfin and 15,816 short tons of skipjack. Of these amounts, about 6.6% of the yellowfin and 28.3% of the skipjack were taken by baitboats and jig boats, while the remainder was taken by purse-seine vessels.

The catch of bigeye tuna by the surface fishing fleets within the CYRA during 1972 is estimated to be about 1,700 short tons. Bigeye are generally taken by seiners and baitboats incidentally to the capture of yellowfin and skipjack. Most of the catch has been recorded from the Galapagos Islands, off Ecuador-Peru and Colombia and, to a lesser extent, off Baja California. Prior to 1967 the catch of bigeye from the surface fishery was no more than 300 short tons per year. The largest catches in subsequent years were about 2,800 short tons recorded in 1968 and 1971.

THE INTERNATIONAL TUNA FLEETS

The Commission maintains records of the size of vessels which fish for tuna in the CYRA as follows:

- (1) A record is kept of the number of vessels, by flag, which land yellowfin and/or skipjack tuna from one or more trips during the year.
- (2) Vessel carrying capacity of tunas is recorded in terms of short tons. New vessels are rated according to information given by the owner or builder. Annually, the Commission reviews the landing records of each vessel and revises the records of fish-carrying capacity if this is indicated. For the small Ecuadorian baitboats and bolicheras the capacity stated by

owners or captains is used; if this information is unavailable an estimated capacity of 25 tons is used.

Commission records do not include individual landing records of Japanese longline vessels which fish in the CYRA nor of the small fleets of canoes or small vessels operating in some of the Central and South American countries such as Colombia; hence the carrying capacities of these vessels are unknown.

The carrying capacities of individual vessels are confidential records of the Commission.

(3) Vessels which sink or are removed from fishing in the CYRA after making one or more landings as described in Item 1 above, are included in Commission records of the fleet for that year.

(4) Vessels changing flag are listed under the new flag if one or more trips are made under the new flag.

(5) Vessels are classified by size (carrying capacity) as follows: Class 1, 0-50 short tons; Class 2, 51-100; Class 3, 101-200; Class 4, 201-300; Class 5, 301-400; and Class 6, 401 short tons or greater.

The size of the international fleet of tuna vessels (exclusive of those noted above) which fished in the CYRA during the past 8 years was:

YEAR	NO. OF VESSELS	CAPACITY (SHORT TONS)
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	352	95,035
1972	373	115,737

The fleet in 1972, by flag, gear and vessel size class and carrying capacity is shown in Table 3. There was no change from 1971 in the number of countries (12) which operated vessels in the CYRA during the year. Early in 1972 a press report indicated that Cuba had intended to operate one Class-6 seiner, however no confirmation of this had been received by the time this report was prepared. In 1972, purse seiners comprised 92.4% of the total carrying capacity and 49.6% of the total number of vessels. The international fleet capacity in 1972 increased by a total of 20,702 short tons over 1971; virtually all of the increase was due to the addition of new Class-6 seiners. The new or planned vessel construction by various countries indicates that this trend will continue. It is noted that in 1972 a number of newly constructed Class-6 seiners began their maiden voyages subsequent to the closure date for unrestricted yellowfin tuna fishing, but did not fish within the CYRA and were therefore not included in the 1972 CYRA tuna fleet.

RESEARCH IN 1972

SUCCESS OF FISHING, ABUNDANCE OF TUNAS
AND POPULATION DYNAMICS**Recent trends in the catch per standard day's fishing**

The Commission uses the catch per standard day's fishing (CPSDF) as an index of the relative apparent abundance of tuna. The data with which the CPSDF is computed are collected from logbook records from most of the vessels fishing for tuna in the eastern Pacific Ocean. Since 1960, the major share of the yellowfin and skipjack has been captured by purse-seine vessels, which cover the fishing areas more completely than do other types of vessels. The CPSDF is influenced to some degree by temporal and spatial changes in the availability and catchability of the fish as well as variability in the behavior of the fishermen but it does, nevertheless, serve as a reasonably good index of relative apparent abundance.

The CPSDF for yellowfin and skipjack by months for 1960-1972 is shown in Figures 5 and 6. The indices are standardized to Class-3 purse-seine units.

Yellowfin CPSDF

The monthly CPSDF of yellowfin is shown in Figure 5 for 1960-1972. Starting in 1966 only data from unregulated trips were used to compute the CPSDF. The annual estimates of CPSDF are shown as horizontal solid lines.

The yellowfin CPSDF was highest, for the period of years shown, in early 1960. Following heavy fishing pressure it declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962, when it reached the low point of the series of years shown. The CPSDF remained low in 1963, but in that year the catch was much lower than the equilibrium catch. As a result the biomass of the stock apparently increased as reflected by the increased CPSDF in 1964. In mid-1964 the CPSDF dropped back to a level not greatly above that of 1963. In 1966 the CPSDF began to increase and this upward trend continued through 1967 and into 1968. In 1968, 1969 and 1970 the CPSDF remained fairly constant at a high level; this was followed by a sharp decline in 1971. In 1972 the CPSDF increased sharply over the previous year and remained near the 1968-1970 level for the first 4 months of the year. The sharp decline in the CPSDF in mid-1972 represents data from the last few unregulated trips. Similar declines have occurred in every year since 1967.

In recent years, data for calculating the CPSDF are available only for the early part of the year when unrestricted fishing for yellowfin tuna is allowed. This is the season when yellowfin abundance is highest, as can be seen in the CPSDF for 1960-1965 in Figure 5. Therefore it is likely that

the annual abundance is overestimated in the regulated years as compared with the years before regulation came into effect. For this reason we have computed the CPSDF for the first 4 months of the year for each year since 1960; these are shown as horizontal dashed lines in Figure 5. It can be seen that these values 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, the annual value was slightly higher than the 4-month value. Examination of the CPSDF for the first 4 months demonstrates the same trends as the annual CPSDF.

Skipjack CPSDF

The skipjack CPSDF for purse seiners, standardized to Class-3 vessels, is shown in Figure 6 by month for 1960-1972. In the area north of 15°N (upper panel, Fig. 6), the CPSDF is typically very low in the first part of the year, with the highest values occurring in the late summer and early fall. The CPSDF was highest in 1967, and was above average in 1970 and 1971. In 1972 the CPSDF was very low through May, increased in June, peaked in July and declined sharply after September. On an annual basis the CPSDF in 1972 was the lowest since 1966.

The CPSDF for skipjack in the area south of 15°N is shown in the middle panel of Figure 6. In the south, although there has been less of a seasonal pattern than in the north, the higher values have tended to occur in the middle of the year. The CPSDF was highest in 1963 and 1967; there was a fairly steady decline through 1968-1970 followed by a sharp increase in 1971. In 1972 the CPSDF was exceptionally low for the entire year with the exception of August, September and October. On an annual basis, the CPSDF was lower in 1972 than in any other year in the series.

The fluctuations in apparent abundance for the entire CYRA (lower panel, Fig. 6) conform quite closely, in most years, to those in the southern area because the catch there is usually much larger than in the north. The CPSDF was highest in 1963, 1967 and 1971. In 1972 the CPSDF was very low in the first half of the year. There was a moderate improvement in July and August; however, the values for these months were below average. On an annual basis the CPSDF in 1972 was the lowest in the series.

Standardization of fishing effort

When the scientific staff of the Commission began compiling logbook records in the early 1950's, it became apparent that, since fishing success increased with vessel size, it was necessary to standardize the effort of different sizes of vessels. To accomplish this, size classes were established on the basis of vessel carrying capacity as follows: Class 1, up to 50 short tons; Class 2, 51-100 tons; Class 3, 101-200 tons; Class 4, 201-300 tons; Class 5, 301-400 tons; Class 6, 401 tons and up. Class 4 was chosen as the standard size class for baitboats and Class 3 as the standard for purse

seiners. These classes were chosen as standard because they were the most numerous; in 1953 there were 64 purse seiners in the monitored fleet, 39 of which were Class 3.

The Class-3 purse seiner remained the most numerous in the fleet up to 1962, by which time most of the Class-4, -5 and -6 baitboats had been converted to purse seiners. In the late 1960's a great surge of new vessel construction began that continues unabated to the present. Virtually all of the new vessels have been Class-6 seiners, and the average size of the new Class-6 seiners has increased year by year. In 1969 most of the new vessels were between 600 and 1,000 short tons capacity. In 1972 most of them had capacities of over 1,000 tons. Class 3 is no longer the most numerous nor is it representative of the purse-seine fleet and, as no new Class-3 vessels are being built, its numbers will continue to decline. Because of this we have begun to investigate the feasibility of standardizing fishing effort to a more representative size class.

Class 6 is now the most numerous size class in the fleet but, since this class consists of vessels from just over 400 short tons to just over 2,000 tons capacity, it was decided to divide Class 6 into several new size classes and pick a new standard class from among them. The 1969-1971 average yellowfin catch per day's fishing for various sizes of vessels is shown below:

Capacity (tons)	CPDF (tons)	Capacity	CPDF	Capacity	CPDF
101-200	6.38	501-600	13.89	801-900	15.30
201-300	6.71	601-700	18.17	901-1000	13.41
301-400	8.66	701-800	16.97	1000 +	11.37
401-500	11.47				

These figures indicate that yellowfin CPDF increases with vessel size up to 601-700 short tons and then levels off. It should be noted, however, that the new vessels over 1,000 tons capacity did not enter the fleet in significant numbers until 1972.

As a start, it was decided to use the group of vessels of 601-800 short tons capacity as the new standard size class. Classes 1 through 5 were left unchanged and Class 6 was divided into 200-ton intervals yielding the following size classes: Class 6, 401-600 tons; Class 7, 601-800 tons (standard); Class 8, 801-1000 tons; Class 9, 1001-1200 tons; Class 10, 1201-1400 tons; Class 11, over 1400 tons. Efficiency factors were then calculated for each size class. The method presently used to calculate efficiency factors is as follows: Logbook records are used to compile days of fishing effort and catches of yellowfin and skipjack by size class in strata of 5° geographical areas for each year. Catch per day's fishing of yellowfin and skipjack combined is calculated for each 5° area and the ratio of each size class to the standard size class is taken. Comparisons are limited to areas and size classes for which a minimum amount of effort is logged (10 days for

purse seiners). The geometric mean of the ratios from all 5° areas for each size class is then computed, and this becomes the efficiency factor for the size class, the standard size class having a factor of 1. New size-class efficiency factors were calculated using this method, and factors were also calculated using strata of 5° area and month for each year. The 5° area-month method allowed more comparisons among size classes for each year and the efficiency factors were less variable from year to year than the efficiency factors calculated from 5° area-year ratios.

The 5° area-month data were used to calculate size-class efficiency factors using yellowfin, skipjack and combined-species catch per day's fishing ratios. The results are plotted in Figure 7, in which the dots represent the annual values of the efficiency factors and the crosses represent the 1962-1971 average for each size class. The three methods yield quite similar results in regard to the average values. The skipjack efficiency factors display the most variation within size classes between years and the combined-species factors display the least. For the two largest size classes, 10 and 11, only 1 year's data (1971) are available. In that year these two size classes were much more efficient in catching skipjack than were any of the smaller size classes. It will be necessary to examine more data before it will be possible to evaluate the efficiency of these larger vessels, as large numbers did not begin to enter the fishery until 1972.

The combined-species efficiency factors were used to calculate a new set of values for yellowfin CPSDF during 1962-1971. As there were relatively few vessels larger than Class 6 until 1969, the average of the 1970-1971 efficiency factors was used to standardize the effort for the years 1962-1969. These values are plotted in Figure 8 along with corresponding values of yellowfin CPDF with effort standardized to Class 3. Both sets of values have been adjusted for changes in the successful set ratio (See Commission's Annual Report for 1970). The CPDF standardized to Class 7 is higher than the corresponding value standardized to Class 3 in every year; however both indices follow the same pattern of fluctuation, *i.e.*, increasing values between 1965 and 1968 followed by a leveling off during 1968-1970 with a sharp drop in 1971.

In addition to computing size-class efficiency factors using the geometric mean ratio method as described above, the staff is estimating efficiency factors for the same size classes using a different technique. This technique, which is based on the maximum likelihood method, is expected to give slightly more efficient estimates, in a statistical sense, of standardization factors.

Studies of the efficiency of purse-seine vessels and indices of biomass

It was explained in the previous annual report that an original methodology is being developed whereby the fleet-wide evolution of increased

fishing power of purse seiners can be accounted for in the computation of abundance indices for yellowfin and skipjack tunas of the eastern Pacific. It is now possible to transform the catch per fishing day in a 5° area during a month by purse seiners of Classes 3 through 6 and of years 1960 through 1972 to a measure, the density index, proportional to the biomass of tuna, either yellowfin or skipjack, per unit of area in the fished portion of the 5° area. The effect of differences in fishing power, either among size classes of a given year, or among vessels of the same size class in different years, has been removed from the density index; therefore, comparisons among such density indices at various places and times may be regarded as comparisons among the corresponding densities of tunas even though the fishing power of the fleet was increasing.

Consideration is now being given to the remaining problem of monitoring tuna abundance; namely, the computed density indices for either species must be converted to biomass indices so that the histories of population change of both species between 1960 and the present can be determined. It is important to distinguish between density and biomass as we use the terms; density is the biomass per unit area. Therefore the density indices computed for the fished portions of 5° areas must be multiplied by the areas over which those densities occur to obtain the biomass indices. As a specific tractable problem, an attempt is being made to determine the population size histories of the two species in a zone of the eastern Pacific Ocean comprised of fifteen 5° areas (about 1,350,000 square nautical miles). This zone was selected because it has been intensively fished by purse seiners since 1960. The zone has accounted for between 65 and 95% of the fishing time expended annually by purse seiners in the non-regulated season in the CYRA. It has accounted for 55 to 99% of the corresponding annual yellowfin catches and for 45 to 98% of the corresponding annual skipjack catches.

To determine the population histories in the zone it is necessary to know the biomass indices for each of the 5° areas for each month from 1960 to 1972. There are two problems which must be dealt with in this endeavor: first, the density of tunas within a fished 5° area is measured only over the subarea within which the vessels actually fished, while the unfished portion is unmonitored; and second, there occur many 5° area-month strata within the zone in which no fishing occurred; yet when the evidence over all years is considered, it appears that tuna would have been present.

The first problem, estimation of the density of tunas in the unfished part of a 5° area, is being approached by examining biomass index histories under two extreme hypotheses; namely, it is hypothesized that the density of tuna external to the fished subarea within a 5° area is (1) equal to that within the fished subarea or (2) zero, *i.e.*, no tuna occur outside the fished subarea. It is surmised that the true situation lies between the

extremes in most area-time strata. Therefore by computing population histories under the two extremes, it is possible to define limits to the true population biomass index history.

The second difficulty, unfished area-time strata, requires the estimation of the missing biomass indices by considering the temporal patterns by years and months within years of biomass indices for each 5° area of the zone under consideration. A linear additive model of year and month effects accounts for roughly 60% of the variation in yellowfin biomass indices of the 5° areas in this zone for the years 1960 to 1972; *i.e.*, the model was fit to the yellowfin indices of each of the 15 areas and the average of the multiple correlation coefficients was near 0.60. Therefore the linear model does have value in estimation of missing indices. Further testing made it clear that the model is not completely adequate to describe the histories of yellowfin indices in many of the 5° areas; apparently the pattern of entry of tunas into an area varies substantially from year to year. Since it appears infeasible to account for such second-order effects, it is necessary to rely on estimates from the simple additive model. This work on unfished subareas of 5° areas and unfished time-area strata is near completion.

The final problem to be considered is the extension of the zone over which population biomass indices are computed. It is desirable to include as many 5° areas and years as is feasible in the zone over which population biomass indices are computed. At a minimum this work should lay the framework for monitoring of tuna abundance in areas into which the purse-seine fishery has recently entered.

Computer simulation studies

During the second half of 1972 a computer simulation model of the yellowfin tuna population and surface fishery in the CYRA was written and implemented on the Burroughs 6700 computer at the University of California at San Diego. The model, entitled TUNPOP, was created for three primary reasons: 1) to investigate the yellowfin tuna population structure in the eastern Pacific; 2) to investigate the causes of changes in the yellowfin tuna catch, both in age structure and total size, in the CYRA during recent years; 3) to study potential yield of yellowfin in the CYRA under various management schemes.

The basic structure of the model is as follows: The population is partitioned into 18 quarterly age classes so that in a period of 1 year a fish will pass through four age classes. The first age class (months 13, 14, and 15 of life) contains the youngest age at which fish appear in the eastern Pacific yellowfin fishery in significant numbers, and the last age class contains the oldest age at which fish appear in the eastern Pacific yellowfin fishery in significant numbers. All parameters of the model are held constant over a unit time period, *i.e.*, that interval of time that any

individual spends in an age class (3 months). Thus in this case, the model parameters can be varied only on a quarterly basis. However, within a unit time period, computations are made on a continuous time basis (Fig. 9). The principal population variables of the model are the numbers of individual fish in each age class at a given time. From this, and an instantaneous age-dependent growth function, age-dependent biomass vectors can be computed at any given time. Age-dependent catches in numbers and weight are computed on a continuous time basis by means of the application of time- and age-dependent fishing parameters to the principal population variables.

Input to the model includes the basic time parameters, age-specific fishing parameters (vulnerability and availability to the gear), time-specific fishing parameters (effort), natural population parameters (age-specific natural mortality and time-specific recruitment). In order to activate the model, initial values for the principal population variables must be specified.

Output from the model includes age-specific data on numbers, biomass, growth, yield and fishing mortality rates for each unit time period that a simulation is made. In addition, the model produces annual statistics of age-specific yield in numbers and weight.

The model was run initially to attempt to replicate a 6-year (1966-1971) history of quarterly age-specific statistics of the yellowfin tuna catch in the CYRA. Model parameters were estimated from a detailed yield-per-recruit analysis for those years. It was found that a reasonable fit of the simulated catch statistics occurred when a) constant age-specific vulnerability factors were employed; and b) quarterly effort was derived from catch-per-unit of effort estimates for 5° areas where predominantly yellowfin was caught. These values of catch per unit of effort were divided into the corresponding total quarterly catch values for the CYRA to give estimates of total effective yellowfin effort.

The quarterly observed and simulated total catch in numbers and average size in the catch for 1966 through 1971 are shown in Figure 10. There was a tremendous catch decline in the third and fourth quarters because the yellowfin fishery was under regulation during these time periods from 1967 through 1971.

An attempt was made to improve the goodness of fit of the simulated to the observed age-specific quarterly catch in numbers for 1966 through 1971 by coupling the simulation model to an optimization routine. This routine varied the age-specific vulnerability parameters in such a way as to minimize the mean squared deviation of the simulated from the observed age-specific catch in numbers. However it was found that the choice of age-specific vulnerability parameters previously referred to could not be significantly improved upon.

Finally the simulation model was utilized to help determine if the

age-specific distribution of the instantaneous fishing mortality rate alone could have accounted for the observed increase of the catch in the CYRA during recent years, or if a change in the number of fish available to the fishery had an effect on the change in catch.

It is quite evident that beginning in 1966, the year the fishery came under regulation, there was a substantial increase in both the apparent total number and biomass of yellowfin available to the fishery. Table 5 shows the estimates of annual X- and Y-group recruitment for the 1962-1971 period. (The X group is assumed to be recruited during the first quarter of the year and the Y group during the third quarter of the year.) The numbers in parentheses are the average annual recruitment numbers for what will be called the *early* and *late* periods. Thus two runs of the model were made. In the first run different average age-specific, instantaneous fishing mortality rates (F_i) were used for the X and Y groups in the early and late periods. Recruitment was assumed to be constant, 26.2 million and 10.6 million fish per year in the X and Y groups respectively, over the entire simulation. The second run was identical to the first with the exception that recruitment was assumed to be different within the early and late periods: an early X-group recruitment of 19.6 million and a Y-group of 8.1 million, and a late X-group recruitment of 32.8 million and a Y-group of 12.3 million. The results (Table 6) demonstrate that the observed change in the age-specific distribution of the instantaneous fishing mortality rate alone could not have accounted for the observed increases in catch during recent years. Run 1 produced only an 11% increase in simulated average annual catch between the early and late periods, whereas the observed increase was approximately 60%. Run 2, using an increase in average recruitment between the early and late periods, produced a simulated average yield that corresponded very closely to the observed increase in yield between the two periods. This analysis suggests rather strongly that the observed increase in catch in recent years in the CYRA, can be accounted for by an interaction between changing vulnerability of the fish to the gear and an increase in recruitment which is the result of expansion of the fishery offshore. It is interesting to note that both of the simulation runs accounted for the observed change in the average weights in the catch between the early and late periods.

Further development of the CYRA yellowfin-skipjack fishery simulator, TUNSIM, previously discussed in the 1971 Annual Report, has been temporarily delayed. It has become evident that a useful fishery simulator must be driven by an underlying population simulator to produce meaningful results. Thus it was believed that a model such as TUNPøP should first be fully developed and exercised, and then coupled in with a fishery model such as TUNSIM. At present the only thing lacking to facilitate this coupling is a skipjack population simulator, which is being worked on by the staff.

Yield per recruit of Atlantic yellowfin

During 1972, Commission scientists conducted an analysis of yield per recruit for the yellowfin tuna fishery of the Atlantic Ocean and presented the results as a working document at a meeting of a group of scientists convened to examine the current status of yellowfin in the Atlantic Ocean. The paper, authored by James Joseph and Patrick K. Tomlinson, was entitled "An evaluation of minimum size limits for Atlantic yellowfin tuna."

Catch statistics and size-composition data were used in the analysis to estimate size-dependent fishing mortality rates by means of an iterative solution to the catch equation. The fishing mortality rates were then partitioned among gear types, based on catch statistical data. Four basic gear types are used in the Atlantic yellowfin fishery: baitboats, medium-size purse seiners, large purse seiners and longliners. These gear-dependent fishing mortality rates were next used with previous estimates of growth and natural mortality and observed sizes at recruitment to the fishery, to estimate yield per recruit for each of the four gear types and for all gear types combined.

It was observed from the data used in the analysis that the highest yield per recruit is obtained by longliners, followed by large purse seiners, medium purse seiners and baitboats, in that order. The analysis suggests that as fishing mortality increases, the yield per recruit would increase substantially for baitboats and decrease substantially for longliners. On the other hand, if a minimum size of between 3 and 10 kilos were established the yield per recruit for baitboats would decrease sharply while that for longliners would increase sharply.

The paper discussed the practicability of implementing minimum sizes in the Atlantic fishery based on experience with the eastern Pacific Ocean fishery. It was demonstrated that the mixture of sizes and species within and among schools of tuna must be determined before making a final evaluation of the benefits of minimum size limits.

The paper was prepared more as a development of methodology to examine the problem of minimum size limits in a multi-gear fishery than as a basis for recommendations of minimum sizes in the current Atlantic yellowfin fishery. More current and complete data than were available to Commission scientists would need to be examined.

Computer programs

A linear regression program, TCA7, which fits the mathematical model $y = a + bx$ where both y and x are subject to measurement errors, was written. In the usual regression programs only y is assumed to be subject to measurement error, whereas in most biological situations it is not possible to measure x without error.

Another program, WITHIN, was written for use with morphometric

studies. This program performs a separate principal component analysis for each of several groups for which multivariate observations are available and compares the orientation of the first two principal axes of each of the groups. The program is designed to investigate whether or not the basic growth patterns of various groups are the same, which is useful for determination of whether or not they belong to the same or different subpopulations.

Several programs were written for the Commission's Hewlett-Packard 9810A desktop computer. Three of these programs are used to generate random numbers, which are necessary for some other computations. One computes the parameters of the von Bertalanffy growth equation from a maximum of 15 pairs of age-length data. Another computes yields per recruit at various levels of fishing effort and age at entry according to the Beverton and Holt model.

The RDETP program used to process data on magnetic tape from a shipboard salinity/temperature/depth (STD) system was modified during 1972, so that the analog data produced by the Commission's self-contained STD portable system can be processed by this program. After the analog traces from the STD have been digitized from stripchart records the data are entered on computer cards. The output from the modified program is similar in quality and appearance to vertical profiles of temperature and salinity obtained from the more numerous data collected with a shipboard STD system.

In preparation for the Commission's participation in the Coastal Upwelling Experiment (CUE) a set of eight computer programs called DROG was developed to process the Lagrangian observations made from floats or drogues. After the edited field data have been put onto computer cards the individual data series are processed by the first program, DROG1. Card outputs from DROG1, DROG3, DROG5 and DROG7 are used in turn as inputs for the next higher numbered DROG programs. DROG2, DROG4, and DROG6 are used to graphically display the trajectory of water parcels and to illustrate spatial variations in the time series. The output from DROG7 can be resubmitted into DROG3, DROG5, or DROG7 for successive analyses of different time-dependent motions (*e.g.*, tides) in the water.

Briefly, the programs make the following computations: DROG1 translates data from polar coordinates to Cartesian coordinates and does a time-based interpolation on the translated data series; DROG3 first determines a regression line for the component time series $xf(t)$, $yf(t)$ and then subtracts the line slopes from the data series after the mean water velocity has been computed; DROG 5 determines by the autocorrelation method the period corresponding to the largest (in amplitude) time-dependent motion in the series; DROG7 uses the period determined from DROG5 and Fourier analysis to compute the corresponding amplitude and

phase angle of the periodic motion. DROG8 takes the output from DROG1 for a matched pair of float trajectories and computes an estimate of the magnitude of horizontal turbulence from the changes in separation of the floats and plots the separation distance as a function of time. The chain of eight programs represents a very detailed set of programs for partitioning Lagrangian trajectories into mean currents, time-dependent motions, and turbulence.

VITAL STATISTICS, MIGRATIONS AND POPULATION STRUCTURE

Size composition studies

Size composition of the 1972 commercial catch

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

In 1972, 383 length-frequency samples of yellowfin and 119 samples of skipjack were obtained from catches landed in California, Puerto Rico, Peru and Ecuador. Annual length-frequency distributions of yellowfin based on all samples collected in the CYRA during 1967-1972 are shown in Figure 11. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin in the CYRA for 1972 is 36.8 lb. This is 9.1 lb above the average weight for 1971 and 5.3 lb above the average weight for 1970, which had previously been the year with the highest weight of the series. In contrast, the average weight of yellowfin caught west of the CYRA boundary, 65.4 lb, was lower than the average weight for this area for 1971 (75.7 lb) or for 1970 (67.9 lb). The length-frequency distributions of the yellowfin caught west of the CYRA boundary in 1971 and 1972 are shown in Figure 12. Also shown in this figure are length-frequency distributions of yellowfin from the inner part (Areas 4 and 5, Fig. 1) and the outer part (Areas 24 and 25, Fig. 1) of the central region of the CYRA. This figure illustrates that in 1971 and 1972, as in previous years, there was an increase in the average size of yellowfin going from inshore to offshore in the CYRA and a further increase in size to the west of the CYRA boundary.

The annual length-frequency distributions of all skipjack samples measured from the eastern Pacific Ocean for 1967-1972 are shown in Figure 13. The preliminary estimate of the average weight of skipjack for 1972 is 8.5 lb. This is slightly less than the average weight for 1971, 8.7 lb, but is well over the 1955-1971 average of 7.0 lb.

Examination of sampling methods

The sampling frame used by the Commission since 1954 is a stratified two-stage model with vessel trips as a first stage and individual fish as

a second stage. A stratum is 1 month's catch from a subarea, composed of 5° areas, within the CYRA. First-stage units are sampled randomly without replacement, and the number of fish sampled per strata varies. A random sample of 50 fish is taken from each first-stage unit sampled. The length of each fish sampled is measured to the nearest millimeter and its weight in pounds is estimated from an equation of the type $w = al^b$ where w = weight, l = length, and a and b are constants.

Some clarification of terms is necessary. A trip as described by a fisherman usually relates to total time from vessel departure to return. However, if the boat fishes in more than one statistical subarea (stratum) then the fisherman's trip will constitute more than one statistical trip. An attempt is made to take a 50-fish sample from each statistical trip. Also, to know when and where a boat fishes implies that the boats maintain logbooks to record their activities. However, some boats do not use logbooks, and thus fish from some fishing trips cannot be sampled. Finally, it should be pointed out that there are some strata with logged catches which are not sampled, but this involves only a minor part of the total catch.

Under the old system of estimation, each 50-fish sample within a stratum is given equal weight. This is equivalent to assuming simple random sampling of fish within each stratum, without taking trips into account. A new method has been devised in which each 50-fish sample is weighted by the size of the catch from which it comes. That is, if one 50-fish sample is removed from a catch of 1,000 fish and a second from a catch of 5,000 fish, then the latter would be given five times more importance in determining averages and frequencies. The number of fish in a catch is estimated by dividing that catch weight by the average weight per fish in the 50-fish sample.

In both the old and new systems the strata are combined by weighting each stratum's estimates by the total catch in that stratum. The only difference is that under the old method only logged catches from sampled strata are used, whereas in the new method all catches are used by allocating the unsampled strata to a stratum with samples.

The new method was used with data for 1964, 1970 and 1971. Average weights calculated by the old method were 23.3, 31.5 and 27.7 lb respectively, whereas the corresponding values from the new method were 20.4, 24.8 and 22.6 lb. Similarly, small fish increased in importance and big fish decreased.

For the 1964, 1970 and 1971 data sets, a study of the correlation between average weight of fish in a 50-fish sample and the total weight of fish caught during the trip sampled showed that larger catches normally contained larger fish. However the number of fish in the catch was greater for the larger catches. Thus a real reduction in number of fish caught

occurs when the fish are large. Giving equal importance to samples of large and small fish causes an overestimation of the average size of fish in the catch.

The staff plans to correct the estimates of average size for all years by applying the new sampling scheme described above. Therefore the mean sizes discussed in the preceding section will eventually be changed.

Tuna tagging

Tagging has been given considerable emphasis during 1969-1972 because of the recent greatly increased fishing intensity 500 to 1,500 miles offshore and the consequent need to know more about the extent of mixing among the fish of different inshore and offshore areas and between the inshore and offshore fish. Because yellowfin are much more heavily exploited than skipjack in the areas of recent heavier fishing, emphasis is being given to this species. Nine charter tagging cruises and a number of opportunistic charter cruises have been conducted during this period.

The returns are nearly complete from the tagging cruises conducted during 1971. The results of these to date are as follows:

Area of release	Date of release	Yellowfin		Skipjack	
		Released	Returned	Released	Returned
Cruise 1061 (research vessel <i>David Starr Jordan</i>)					
Outside CYRA	March	0	—	1	0
Inside CYRA	April	0	—	7	0
Total		0	—	8	0
Cruise 1062 (purse seiner <i>Pacific Tradewinds</i>)					
Central America	April-May	555	5	3	0
Cruise 1063 (purse seiner <i>J. M. Martinac</i>)					
Central America	June	1,790	88	0	—
Baja California	July	654	64	11	1
Total		2,444	152	11	1
Cruise 1064 (purse seiner <i>Cachita</i>)					
Baja California	September	41	0	0	—
Central America	October	27	0	0	—
Total		68	0	0	—
Cruise 1065 (research vessel <i>David Starr Jordan</i>)					
West of Galapagos Islands	September	0	—	14	0
Cruise 1066 (purse seiner <i>Marco Polo</i>)					
Southwest of Revilla- gigideo Islands	November	222	29	0	—
Offshore off Mexico	November	2,968	101	0	—
Total		3,190	130	0	—

Ecuador-based cruises
(various baitboats)

Ecuador	April-December	44	4	201	22
All cruises					
Total		6,301	291	237	23

These areas of release and recapture of the fish of Cruises 1063 and 1066 are shown in Figures 14, 15, 16, and 17. None of the fish released off Central America (Fig. 14) or offshore off Mexico (Fig. 17) were recaptured north of 22°N or south of 1°N, and only four were recaptured outside the CYRA. All but two of the fish released off Baja California (Fig. 15) were recaptured north of 22°N. Most of the fish released southwest of the Revillagigedo Islands (Fig. 16) were recaptured in the vicinity of the Revillagigedo Islands or off Baja California.

Two of the returns were from fish recaptured by Japanese longliners. These are only the fourth and fifth returns of tags from fish caught by longline vessels. The returns received from longliners to date are as follows:

Species	Release			Recapture		
	Area	Date	Length	Area	Date	Length
yellowfin	7°12'N-78°58'W	April 22, 1959	525 mm	1°40'N-97°42'W	Apr. 15, 1962	1279 mm
skipjack	27°14'N-114°50'W	Sep. 22, 1961	?	2°53'N-151°37'W	Apr. 5, 1963 ca.	700 mm
bigeye	Cadillac Bank	May 12, 1967	500 mm	4°32'N-107°50'W	Jun. 18, 1969	1280 mm
yellowfin	9°19'N-105°05'W	Nov. 21, 1971	1030 mm	4°36'N-106°46'W	Jul. 31, 1972 ca.	1000 mm
yellowfin	14°30'N-94°18'W	Jun. 19, 1971	800 mm	1°54'N-98°26'W	Nov. 8, 1972	1110 mm

Two charter cruises were planned for 1972. The first was to be a bait-boat cruise off Baja California and the second a purse-seine cruise outside the CYRA. The first was undertaken to obtain data to determine to what extent, if any, the yellowfin off Baja California mix with those outside the CYRA, as few fish had been tagged in this area since fishing began outside the CYRA. No fish could be caught in this area, so the vessel proceeded to the Revillagigedo Islands, where fishing was only slightly better, and then returned to port. The second was undertaken to obtain additional data with which to study the mixing of the fish outside the CYRA with those inside that area. Shortly after the vessel left port information was obtained by radio that fishing was extremely poor outside the CYRA, so fishing was conducted just inside this area in the vicinity of 9°N-118°W, where nearly 3,600 fish were tagged.

In addition to these two cruises, one Tuna Commission employee and

one employee of the U.S. National Marine Fisheries Service accompanied a purse seiner on one of its regular fishing trips to obtain samples of blood for serology studies. In addition to taking the blood samples, they were able to tag some yellowfin, mostly outside the CYRA, and a few skipjack, all off Ecuador.

The numbers of fish released and the numbers of returns to date are as follows:

Area of release	Date of release	Yellowfin		Skipjack	
		Released	Returned	Released	Returned
Cruise 1067 (baitboat <i>Invader</i>)					
Revillagigedo Islands	July	15	1	0	—
Cruise 1068 (purse seiner <i>Mary Antoinette</i>)					
Offshore off Mexico	July-August	3,599	16	0	—
Revillagigedo Islands	August	215	1	0	—
Total		3,814	17	0	—
Cruise 1069 (purse seiner <i>Gemini</i>)					
Outside CYRA	Aug.-Oct.	177	1	0	—
Ecuador	November	23	0	48	0
Total		200	1	48	0
Ecuador-based cruise (baitboat)					
Ecuador	November	1	0	0	—
All cruises					
Total		4,030	19	48	0

The 1° areas of release for the yellowfin are shown in Figure 18.

Considerable effort has been directed toward analysis of the migrations of yellowfin tagged off the southern Mexico coast in 1960 and 1969. Completely satisfactory methods for quantitative analysis of migrations do not exist, which has made the study more difficult. Three old methods, the map method, the Skellam method, and the Jones method, plus one new method, the variance-covariance method, devised by Dr. Brian J. Rothschild of the U. S. National Marine Fisheries Service, have been used. Each has been used in its original form and modified to correct for differences in the spatio-temporal distribution of the fishing effort. The map, Jones, and variance-covariance methods are useful, and each presents information which is complimentary to that presented by the others. The Skellam method appears to be less useful.

The movements of the fish tagged in 1960 appeared to have been strongly directed, fish released in March-April off Acapulco having migrated mostly to the northwest and fish released in August off Manzanillo

having migrated mostly to the southeast. However, this was probably caused mostly by the distribution of the fishing effort. The effort was much more widely distributed in 1970, and the movements of the fish released in 1969 appeared to have been much less directed. The results obtained from the variance-covariance method showed that the fish movement was not random, however. The small fish released in the Acapulco and 10°N-100°W areas in 1969 migrated to the Manzanillo area near the beginning of February 1970. The medium and large fish released in the same areas in the same year tended to migrate to the southeast throughout the first half of 1970, however. Preliminary diagrams of the areas of release and recapture of the fish tagged in 1969 are shown in Figures 10-13 of the Commission's Annual Report for 1970.

The first draft of a manuscript describing these studies has been completed.

A paper dealing with the rates of shedding of dart tags from yellowfin, as estimated from double tagging experiments initiated during 1963, 1965 and 1969, was published in the Commission's Bulletin series.

A manuscript discussing methods for tagging purse seine- and baitboat-caught tunas is nearly ready for publication. In this manuscript the methods of tagging purse seine-caught fish are described in detail. The percentages of return of both purse seine- and baitboat-caught tagged fish subjected to various combinations of treatments were tested statistically to determine the effects of the treatments. For yellowfin the percentages of return differed among sets or dates of release, and were higher for double-tagged fish, larger fish, and fish tagged soonest during each set. For skipjack the percentages of return differed among dates of release, and were higher for single-tagged fish and fish tagged in plastic-covered cradles.

Studies of the migrations and mortalities of fish tagged off the southern Mexico coast, off Central America, off the mouth of the Gulf of California, and near the Revillagigedo Islands were initiated late in the year. The methods of analysis employed in the above-mentioned study of the migrations of fish tagged off the southern Mexico coast in 1960 and 1969 and in Tuna Commission Bulletin, Volume 15, Number 4, will be used.

Subpopulation studies

During the past year the staff continued to do research on the application of biochemical and morphometric techniques to the study of the population structure of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean.

The biochemical techniques have involved primarily the use of inheritable protein systems in the blood and other tissues of this species. Although a large number of systems have been examined, only the transferrin and esterase systems have proven to be useful thus far. The sam-

pling problems associated with this study have been discussed in previous annual reports, and therefore will not be repeated here.

Large numbers of samples have been examined during the year, and it appears in some cases that the transferrin system in yellowfin tuna exhibits within-sample heterogeneity. This heterogeneity has been observed by using an incrementing iterative technique to separate components of a single sample into size-specific frequency groups. The following table shows the results of such analysis for two samples collected off Costa Rica:

Sample	Size Interval (cm)	N	Frequency of Transferrin A	Mix Ratio	Date of entry into fishery of 40-cm fish
G-154	64-76	200	0.705	—	June-Sept. 1972
Subset 1	64-69	67	0.709	—	Aug.-Sept. 1972
Subset 2	70-76	133	0.703	—	June-July 1972
G-155	91-115	174	0.738	—	July 1970-March 1971
Subset 1	91-103	85	0.776	1	Nov. 1970-March 1971
Subset 2	104-115	89	0.702	1	July 1970-Nov. 1970

The sample of smaller fish, G-154, when divided into subsets based on size, appears to be homogeneous with a mean of 0.705 and range of 0.703-0.709. The second sample, G-155, of larger fish appears heterogeneous based on two subsets, the mean in this case being 0.738 and the range 0.702-0.776.

In order to increase the information from a sample of fish collected for biochemical analysis, the staff has begun to collect its morphometric samples from the same fish. Nine such samples were collected during 1972:

Sample	Location		Nominal	Blood Samples	Morphometric Samples
G-150	25°29'W	113°35'W	Local Banks (Baja Calif.)	200	184
G-151	2°05'S	81°00'W	Ecuador	286	51
G-152	2°05'S	81°00'W	Ecuador	156	49
G-153			Socorro Island (baitboat)	156	118
G-154	9°00'N	86°20'W	Costa Rica	200	23
G-155	8°00'N	85°20'W	Costa Rica	179	94
G-156	8°14'N	119°33'W	CYRA Boundary	200	44
G-157	18°15'N	110°30'W	off Socorro Island (purse seine)	203	102
G-158	various		Clipperton Fracture Zone	196	50

The incrementing iterative technique was applied to each of the nine samples to detect size-related heterogeneity. These homogeneous subsets were then used to compare among the morphometric components from various areas in the fishery.

The following morphological characteristics were measured on each fish (Fig. 19): 1) total length; 2) snout to insertion of first dorsal fin; 3) snout to insertion of second dorsal; 4) snout to insertion of anal; 5) snout to insertion of ventral; 6) head length; 7) insertion of first dorsal to insertion of second dorsal; 8) insertion of ventral to insertion of anal; 9) insertion of first dorsal to insertion of anal.

In addition, several functional combinations of the original nine variables were used in subsequent analyses. Two of these transformed variables appeared to have a potential effect in the discrimination procedure discussed later in this report. They are: 1) insertion of second dorsal to insertion of anal, and 2) area of the triangle whose three sides are a) snout to second dorsal, b) second dorsal to anal, and c) snout to anal.

Three sets of analyses were performed on the morphometric data obtained from these samples. First, for each individual sampled, the morphometric measurements used had to be corrected to those which would be expected to occur on a fish of a standard total length. Tests were made concerning the validity of linear correction factors. It was determined that within the observed range of total lengths, linear corrections are appropriate for each of the morphometric variables employed.

Second, the between-sample, variance-covariance structure of the corrected morphometric data was examined by means of the multivariate statistical technique of canonical analysis. The analysis indicated that samples tended to attain maximum separation along an axis created by a linear contrast of two short measurements (snout to first dorsal and first dorsal to second dorsal) with three long measurements (snout to second dorsal, snout to anal, and first dorsal to anal). There appeared to be a definite north-south cline of samples along this axis. The southern samples are distinguished from the northern samples by a relatively stronger dominance of the shorter measurements over the larger measurements. This hypothesis is further substantiated by the fact that the Ecuadorian samples had a distinctly shorter standardized second dorsal to anal distance than the Costa Rican and northern samples.

The analysis further indicated that the samples attained significant separation along a second axis, independent of the first, which was created by a linear contrast of head length to several outside body dimensions. The northern and southern samples distinguished themselves from all other samples along this second axis, with the former reflecting, on the average, a relatively shorter head length with respect to the selected outside body dimensions than did the other samples.

Finally, the within-sample variance-covariance structure was examined by means of principal component analyses. The analyses indicated that the basic growth patterns of yellowfin tuna may be different between the northern and southern extremes of the fishery, but the patterns

appear to be quite uniform within these two regions. The results of the within-sample analyses tend to complement those obtained from the between-sample analyses reported above.

It is encouraging to note the similarity in results obtained with biochemical and morphometric techniques. It is planned to obtain additional samples for comparison in 1973. Particular emphasis will be put on sampling in the northern and southern extremes of the fishery to evaluate the heterogeneity observed thus far between these two areas.

The fact that a single modal group in the fishery may be genetically heterogeneous, as suggested by the morphometric and genetic data, raises some very interesting problems concerning the estimation of growth and year-class strength from size-frequency data. The effects of such conditions are being evaluated.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Eastern Pacific longline fishery

An intensive longline fishery for tunas and billfishes is prosecuted throughout the entire Pacific Ocean. In the eastern Pacific this longline fishery apparently operates on the same stock of yellowfin as does the surface fishery. In order to evaluate interaction between the two fisheries for yellowfin tuna, as well as possible changes in the stocks of tunas and billfishes in the eastern Pacific, a study of the Japanese longline fishery in the area east of 130°W is underway. Dr. Chiomi Shingu of the Far Seas Fisheries Research Laboratory of the Japanese Fishery Agency has been working with Commission scientists at La Jolla on this problem since September 1972. The study is essentially an updating and extension of earlier cooperative work between Japanese and Commission scientists. Personnel engaged in this project are currently examining the geographical distribution of the catch and effort, the trends in apparent abundance and temporal changes in the composition of the longline catch.

A preliminary study including striped, blue and black marlin, swordfish, sailfish and short-billed spearfish for the period 1956-1970 was completed in mid-1972 and the results were presented at the International Billfish Symposium held in Hawaii in August. This paper will be published shortly in the Special Scientific Report series of the U.S. National Marine Fisheries Service.

Spawning habits of tunas

Additional samples of yellowfin tuna ovaries, principally from the area west of the CYRA, were examined in 1972. Unfortunately, because the fleet has tended to concentrate its efforts for this area in the third quarter of the year, it is difficult to compare results with earlier studies in the traditional "inshore" areas for which much better sampling was available.

For yellowfin taken outside the CYRA, gonad indices have been calculated thus far for 105 females from the second quarter of the year, 563 females from the third quarter and 118 from the fourth quarter. The percentages of female yellowfin with gonad indices of 45 or greater (considered to represent female tunas in an advanced stage of sexual maturity) are 15.2%, 27.7% and 19.5% respectively. These percentages are considerably greater (with a few doubtful exceptions) than those for any quarter of the earlier, much more extensive studies. However it is not certain that this implies greater spawning activity than in the inshore areas. Samples used in the earlier study came principally from baitboats, whereas the samples for the current study have come exclusively from purse seiners. Furthermore, there have been other significant changes in the fishery which may have complicated things.

In any case it does appear that sexual maturity of yellowfin in the area outside the CYRA is more advanced in the third quarter than in either the second or fourth, but the situation in the first quarter is unknown because of the complete lack of samples for that period.

From samples collected thus far, it appears that the spawning season of the yellowfin sampled from outside the CYRA is more like that of yellowfin from the Revillagigedo Islands, Shimada Bank and the southern coast of Mexico than the spawning season of yellowfin from off Central America and Clipperton Island.

Feeding habits of tuna

Feeding habits of tunas in the eastern Pacific were studied extensively by the Commission during the 1950's when the fishery did not extend as far offshore as it does now. Since the composition of the assemblage of pelagic fishes, crustaceans and cephalopods in the more recently exploited offshore areas differs considerably from that closer to shore, the Commission began to collect tuna stomachs from the offshore areas several years ago to compare their contents with those of the stomachs of the earlier study.

Thus far the analysis of stomach contents from about 2,200 fish points to marked differences in the kinds of food ingested by the yellowfin tuna in offshore areas as compared to those from the more inshore waters. Although yellowfin eat fish, crustaceans and cephalopods in both of these areas, the proportions of these three food categories are not the same. In the offshore waters, yellowfin ingest mainly fish and cephalopods, with crustaceans playing only a minor role, whereas crustaceans are much more frequently found in the stomachs of yellowfin from the inshore waters.

Early life history of billfishes and tunas

In 1972 one of the Commission's scientists participated in a workshop of the Working Party on Billfish Eggs, Larvae, and Juveniles of the FAO Expert Panel for the Facilitation of Tuna Research. Larval billfishes, other

than those of the swordfish (*Xipbias gladius*), are difficult to identify. The main objectives of the workshop were (i) to discuss the status of larval identification, (ii) to evaluate the characters used in identification, and (iii) to establish guidelines for future studies. A report on the workshop concerning these and many additional topics will be prepared for the FAO Expert Panel for the Facilitation of Tuna Research.

During 1972 the task of identifying the tuna larvae from the already sorted zooplankton collections made during the EASTROPAC expedition was completed. The distribution of larvae from several of the early cruises has been presented graphically in two volumes of the EASTROPAC ATLAS (National Marine Fisheries Service, Circular No. 330). Another volume of that atlas is in press and additional ones are in preparation.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

In estimating yield functions for tuna in the eastern Pacific Ocean, a great deal of the variability observed around lines of average catch cannot be completely explained by changes in fishing effort. It is thought that some of this variability is related to changing conditions in the ocean. In order to explain and predict the portion of the variability which is due to oceanographic conditions it is necessary to have an understanding of the oceans and the interactions taking place therein. It is becoming increasingly obvious that to understand such wide-scale ocean processes, environmental information must be collected and analyzed in a timely fashion.

Project Little Window

The detailed objectives and design of this satellite calibration experiment have been described in the 1971 Annual Report. Briefly restated, Project Little Window 2 (LW-2) was an international, cooperative investigation conducted in the Gulf of California during May 1971 to evaluate the sensor characteristics and calibration factors necessary to convert thermal infrared imagery from NESS (National Environmental Satellite Services) and NASA (National Aeronautics and Space Administration) satellites into realistic sea-surface temperatures. The field observations collected during the 7-day study are all contained in the Commission's Data Report No. 5. The large quantity of data and observations collected by this interdisciplinary effort make the LW-2 study the most comprehensive satellite calibration effort to date by scientists.

Detailed analyses of many of these data were made during late 1971 and 1972, and are described in a report published in 1972. One objective of the study was to evaluate the quality of data from the satellite NOAA-1 by a comparison with surface observations taken by conventional methods. One analysis involved a spatial correlation of direct readout infrared (DRIR) satellite data that had been received by an automatic picture transmission (APT) satellite receiver with stored readout infrared (SRIR)

from one of NESS's sophisticated command data acquisition systems. Because the same scanner collects information for both SRIR and DRIR systems, the statistical differences observed between the two data sets are due to a combination of technical factors, including various kinds of noise superimposed on the data sets. A comparison of these data provides an estimate of the extent to which originally identical data are affected by the data processing and transmission techniques used. To obtain an estimate of the importance of the land-sea margin on determining the degree of correlation, two comparisons were made. One analysis used data that encompassed the land-sea margins off the west coast of Mexico and Baja California, and the second analysis used only data from within the Gulf of California. The mean correlation coefficient for paired data sets from eight orbits of data was 0.92, with a mean observation number of $\bar{N} = 6,128$. By contrast the equivalent mean correlation coefficient for the Gulf of California data sets was only 0.24, with $\bar{N} = 664$ observations. The small coefficients found for the eight oceanic data sets indicate that away from the strong land-sea thermal gradient, the horizontal variability of the sea-surface temperatures was of the same order of magnitude as the noise that was superimposed on the data. Because of the cumulative differences in the SRIR and DRIR data sets, the two kinds of data should be considered as separate data sources and be used in that manner. It is expected that subsequent changes in the processing of SRIR and DRIR data by NESS will improve the internal agreement, thereby allowing SRIR and DRIR data to be interchanged when necessary.

In another analysis based on pattern correlations the purpose was to estimate the error in the satellite data due to electronic noise, etc. by statistical comparisons of infrared data collected aboard the NMFS research vessel *David Starr Jordan* with a precision radiation thermometer (PRT) and SRIR data from the NOAA-1 spacecraft. The index of error is called the root-mean-square-error (rmse) and is the rms of the temperature differences of the two data sets. Based on PRT and satellite data from six overflights, the rmse was 1.09°C, which agrees very well with values obtained from NESS. A similar analysis of PRT data for the R/V *David Starr Jordan* and the aircraft gave an rmse of 0.94°C.

Spacecraft oceanography

Because oceanic fronts appear to play an important role in the distribution and migratory behavior of the high-seas tunas the ability to monitor major frontal boundaries on a synoptic basis could provide environmental information with which the precision of the tuna management program might be increased. Commission scientists first began investigating the possibility of using satellite data to elucidate the location and character of surface fronts during 1971. Subsequent development of computer programs continued during 1972 which would enhance the intensity of the thermal gradients and indicate the location of thermal fronts in a

more graphic fashion. One method that has shown promise is illustrated in Figure 20. With this technique the center axis of a front, as well as the cold and warm sides of the front, are determined. The two-dimensional array of gradient-gradient values is then listed in a geographic orientation. Regions possessing nearly the same water temperature have gradient values near zero. It is expected that such techniques will prove practical for use when satellite data are available on a more routine basis.

At present NESS and NASA are able to provide a variety of products, some in computerized format and others in film format, that use infrared and visual satellite data. Much of this material is available to interested researchers by formal request. Because of the heavy operational requirements within NESS, however, it is at present difficult for them to provide more than large-scale maps of sea-surface temperature to users on a weekly or monthly basis. Because of the great diversity of needs for satellite data (*i.e.*, in terms of coverage, frequency, type, etc.), an alternate source of satellite data, such as provided by the APT satellite receiver, becomes important. Though the APT receiver was originally developed to provide an inexpensive method of receiving infrared and visual imagery for a local region, the day-to-day availability of these data make these observations an important source of information for many local studies.

The APT receiver consists of a very high-frequency radio receiver, an oscilloscope, a tape recorder, a tracking antenna and, for users desiring to receive infrared imagery, an infrared adapter unit. When the operator wishes to receive satellite imagery he points the antenna to that location on the horizon where the satellite will shortly ascend. The antenna is then slowly rotated electrically by the operator as needed to follow the satellite's trajectory across the sky. During a tracking session, the satellite data may be displayed in real-time on the oscilloscope and/or recorded on the tape recorder for playback and study at a more convenient time.

The Commission's interest in the APT receiver as a useful tool in fishery oceanography has been to more fully develop its potential as a data source by providing more flexibility when recording the imagery on film, by developing techniques for photo-digitization of the filmstrips into representative values of sea-surface temperature, and by improving the ease of operation of the receiver. Our initial research with the APT receiver has been described in the 1971 Annual Report as well as a review of the methods used in improving the quality of the images on film and photo-digitization. During the past year considerable progress was made on developing a system which would enable the receiver to automatically track a satellite during its overflight. Such a system eliminates the need to have an operator present when the receiver is recording the data.

The system, called a programmable antenna tracking system (PATS), consists of two parts (Fig. 21). The first part generates audio frequency

tones which are to be placed onto magnetic tape. The second part senses these programmed "instructions" from the tape and activates the motors controlling the rotation of the antenna. Some time prior to a satellite's overflight the operator selects a magnetic tape cassette on which a pre-recorded set of instructions has been placed and the cassette is loaded into the tape recorder. A master clock is then set to turn on the APT receiver and the PATS some minutes before the satellite's passage overhead. When the satellite comes above the horizon the taped instructions are read from the tape and activate the tracking motors that control the rotation of the antenna. Satellite information is recorded on the APT receiver's tape recorder for playback at a later time. The pre-recorded instructions may be placed on the tape during a manually controlled tracking session of a similar overflight with similar orbital inclination or from information on sequential position tabulated for the satellite orbit across the sky. The compactness of the system is due to the use of transistorized circuitry and small relays. The cost of the PATS is considerably less than the feedback tracking systems used on large moveable antennas.

Coastal upwelling experiment

During the past 10 years, there has been renewed interest and activity in studying the complex interrelationships between the primary and secondary trophic levels and the surrounding environment in coastal upwelling zones. One broad-scale effort has been the International Biological Program (IBP) in which Commission scientists participated during the Scripps Institution of Oceanography Piquero Expedition (see 1970 and 1971 Annual Reports). More recently this interest in marine ecosystems has found encouragement and support in the recently-initiated International Decade of Ocean Exploration (IDOE), sponsored by the National Science Foundation.

The Coastal Upwelling Ecosystems Analysis Program has as its principal objective the development of simulation models of the upwelling ecosystem, based on realistic submodels of the physical dynamics of the circulation and other submodels describing primary productivity and the nutrient chemistry in a coastal upwelling zone. Because of the need to understand the circulation in coastal upwelling zones, a Coastal Upwelling Experiment (CUE-1) was planned and completed in August 1972, in the coastal waters off Oregon. Other larger and more integrated studies of coastal upwelling ecosystems are in various planning stages for Baja California, Northwest Africa and Peru. Recognizing that the coastal upwelling zones in the world's oceans provide much of the total biological productivity of the oceans, the Commission staff participated in CUE-1 by making a limited number of measurements of near-surface and subsurface currents in the coastal upwelling zone on two occasions in August 1972. The results of tracking and plotting the progress of the floats in the water during the first cruise are shown in Figure 22. The nearshore water motion

is toward the north, while offshore water moved toward the equator. In contrast, subsurface water moved onshore at an appreciable speed. A frontal boundary, evident from a converging of temperature, salinity or density (σ_t or σ_θ) contour lines, is often associated with active upwelling and plays an important part in the dynamics of the vertical and horizontal circulation. The character of the frontal boundary during the first cruise may be seen in Figure 23, along with the location of the floats. In the upper panel the 25.5 and 26.0 σ_t lines outline the front as they bend toward the surface. A thermal inversion extending inshore from the near surface to 30-40 m depth approximately 4 miles offshore is direct evidence that water has just upwelled and is moving offshore and sinking. Data from these studies provide the basis for constructing the following descriptive circulation model. Horizontal circulation in the coastal upwelling zone consists of two current axes parallel to each other and to the coast. The water close to the coast moves poleward while upwelling and also moves offshore toward the front. The water offshore of the front moves equatorward and farther offshore while the deeper water moves onshore. The front is convergent, with upwelled water flowing beneath the front and out to sea. The circulation varies in response to surface winds, and can produce a new upwelling cycle within 2 to 3 days after the onset of favorable winds.

Skipjack and sea temperature

Skipjack caught in the eastern Pacific Ocean are believed to spawn in the central Pacific. Since the number of skipjack larvae in a spawning region increases with temperature, warm years in the central Pacific might result in higher indices of apparent abundance in the fisheries of the eastern Pacific. The fish are believed to be between 1 and 2 years old when recruited, so variations in spawning or survival of larvae may be reflected in the fishery roughly 1½ years later.

The temperature variations during the cooler season are assumed to have the greatest effect on the length of the spawning season or on the conditions for the survival of the larvae. Between 180° and 130°W, where the spawning is concentrated, the temperatures along the equator are lowest during November to February. Therefore this period was selected for calculating annual temperature anomalies (ΔT) to be correlated with indices of skipjack abundance in the following year (*i.e.*, 1972 skipjack data with ΔT for November 1970-February 1971). Temperatures along the equator were collected irregularly by the few merchant ships passing through the area. Two island stations in the central Pacific near the equator where temperatures were measured daily were also used: Canton Island (operating from 1950 to 1968) and Christmas Island (since 1955). The weather station at San Cristobal, Galapagos is far to the east of the spawning zone, but the cold period temperatures (June-December) obtained from it are highly correlated with those at central Pacific stations

and along the equator. The amplitude of seasonal temperature variation at San Cristobal is far greater and may therefore provide a better index of oceanic conditions than those of the central Pacific, where large-scale atmospheric and oceanic processes are represented by small seasonal fluctuations in temperature which may occasionally be masked by local effects. There appears to be a lag in oceanic events proceeding westward from the eastern to the central Pacific, which explains the difference in timing. In relation to skipjack abundance, temperature at San Cristobal may be viewed as an additional index of central Pacific temperature.

The hypothesis to be tested is that sea-surface temperatures in the spawning areas are related to skipjack abundance in the fishing areas. The causal factors, however, are unknown though these may include influence on the success of spawning, on the survival of eggs and larvae, on the survival and migrations of young, or on a combination of these and other factors. Results of correlation tests are given in Tables 7-10. The coefficient of determination (r^2) represents the proportion of the variability in indices of abundance explained by the relationships. Time periods vary because of the availability of temperature data and the degrees of reliability of the various groups of fishery data. Baitboat data are grouped from A to E in decreasing order of reliability, as explained at the bottom of Table 7.

Table 7 shows the results of correlation tests of indices of abundance (C/E = catch per unit of effort) for skipjack from baitboats and seiners for all areas east of $150^\circ W$ with sea-surface temperature indices (ΔT) and sea-level atmospheric pressure (ΔP) at Darwin (on the north coast of Australia, October-March) approximately $1\frac{1}{2}$ years earlier. Equatorial sea temperature (180° - $80^\circ W$, 0° - $10^\circ S$, July-June) derived from rainfall in the central Pacific islands and Darwin pressure were used because sufficient temperature data for the central equatorial Pacific did not exist before 1949. The rainfall and pressure data were required to make maximum use of the historical baitboat data going back to 1934. However they are probably not related closely enough to events in the spawning region to be good indices of variations there. Darwin pressure is an index of the "Southern Oscillation," a fluctuation in atmospheric circulation which is reflected in the variation of pressure differences between the Easter Island high pressure cell and the Djakarta low pressure cell (where the Darwin station has the most reliable data). When pressure is abnormally high at Easter Island it is abnormally low at Darwin, resulting in cooler surface water and very low rainfall in the equatorial zone. The reverse results in warmer water, including "El Niños" in extreme cases, and increased rainfall. Correlation coefficients (r) in Table 7 are all statistically significant. For the data since 1951, for which the effort is based on logbook data, the r^2 values range from 0.34 to 0.64 and average 0.50, meaning that about half the variation in C/E can be attributed to temperature variations.

There are certain problems in using the catch per unit of effort of skipjack as an index of its relative abundance because the fishing effort is directed toward both yellowfin and skipjack. The proportion directed toward skipjack is variable among years. The simplest way to avoid the problem is to consider catches only and correct for the upward trend, attributed to increasing fleet size, by calculating annual deviation ratios (the deviation from the trend line divided by the value of the trend line). Results of correlation tests of deviation ratios of total catch and temperature indices are given in Table 8. Two of the three are significant, although r^2 values are low (0.29 and 0.36).

A better way to minimize the effect of effort for yellowfin is to exclude areas where logged effort or C/E for skipjack has usually been low, and to calculate the indices of abundance from the data from the remaining areas, designated as skipjack areas. After excluding such areas there remained fifteen 5° areas where a high proportion of the effort actually was for skipjack. The data from the 15 areas were treated in two ways to obtain different indices: the first (C/E), which includes the effect of vessels concentrating on the fish, is obtained by dividing the total logged catch by the total logged effort for the year in the selected areas; the second minimizes the concentration effect by averaging the mean quarterly C/E values for each 5° area. Results of correlation tests of these indices for purse-seine C/E data for 1961-72 and sea temperatures are given in Table 9. All the correlations are significant. For C/E, r^2 values range from 0.51 to 0.59; for average C/E, considered the more reliable index, the values are lower, ranging from 0.37 to 0.44. Figure 24 illustrates the relationship between average C/E and ΔT along the equator.

Another method for minimizing the effect of effort for yellowfin on indices of abundance for skipjack is that of Joseph and Calkins (1969, IATTC Bull. 13 (1)). It is based on the variable exclusion, for each year, of 1° areas where the proportion of skipjack to yellowfin in the catches is low. Two indices were calculated: the catch-per-unit-effort for selected 1° areas (C/E) and the weighted index of abundance (U..). These were tested against sea-surface temperature data, and the results are shown in Table 10 (the indices for 1972 have not yet been calculated). Correlations are significant in three of four cells, but for U.. in the baitboat years they are close to zero. This discrepancy may be explained, in part, by the fact that the number of skipjack areas relative to the total number of areas fished during the period 1951-65 was very high in 1956 and relatively low in 1959, and U.. is weighted according to this proportion.

Of the 31 tests of the hypothetical relationship between various indices of skipjack abundance and those of sea temperature and atmospheric pressure $1\frac{1}{2}$ years earlier, 28 are significant. For seiners only, all 15 are significant, with r^2 values ranging from 0.37 to 0.63 with a mean of 0.47.

The consistency of these results supports the hypothesis that there is a relationship between skipjack abundance in the eastern Pacific and sea-surface temperature in the central equatorial Pacific.

It is quite possible, however, that temperature itself is not the principal causal factor, but may merely reflect the fluctuations in intensity and character of equatorial currents and associated zones of convergence and divergence. These variables may influence the transport or migration and survival of young fish entering the fishery areas of the eastern Pacific from the spawning areas of the central Pacific. Larval abundance does seem to be related to sea-surface temperature, so a number of interrelated factors may influence recruitment through effects on spawning, survival, transport or migration.

Yellowfin and sea temperature

Various indices of yellowfin abundance were tested against sea-surface temperature in the main areas of the fishery within the CYRA to see if any relationship might exist. Previous work has shown no correlation, but it was thought worthwhile to retest using the most recent data. Only the purse-seine years, 1961-72, were considered. In an attempt to compensate for the effects of regulation on effort, indices of abundance and temperature were calculated for the first 6 months only. None of the correlations were significant. The results of earlier analyses therefore remain substantiated, *i.e.*, annual fishery-independent fluctuations in apparent abundance of yellowfin are not related to contemporaneous sea-surface temperatures on the fishing grounds.

Yellowfin distribution outside the CYRA

An investigation was begun in 1972 of the distribution of yellowfin catches outside the CYRA. Since 1970, many of the larger seiners have fished in this area after the closure to unrestricted yellowfin fishing within the CYRA. Most of the catches are distributed in a latitudinal zone centered along 10°N between about 7°N and 13°N, extending between the regulatory line at 120°W and west to 140°W. Most of the effort takes place from May or June to November. The catch per unit of effort during 1970 and 1971 was between 8 and 10 tons per day during June-September and dropped to 4 tons per day in the period October-November.

Three variables which may, in part, influence this zonal distribution of yellowfin catches are weather, porpoise distribution, and oceanographic conditions. The fishermen cannot set their nets owing to rough water when winds exceed about 15 knots. During the fishing season the inter-tropical convergence zone, where winds are weak and variable, lies near 10°N, between the northeast and southeast trade winds where seas are usually too rough for seining. Since most of the sets are on porpoise schools, the distribution of porpoises could also determine that of the yellowfin catch. The fishing zone lies along the northern edge of the

equatorial countercurrent, which is a region of divergence, upwelling and enrichment. Both the porpoises and yellowfin may congregate there because of a possible food supply.

Research will continue on the interrelations of yellowfin, porpoise and weather and oceanographic conditions in this offshore area, in an effort to understand why fishing is good in this latitudinal zone but apparently poor to the north and south.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1972 AND OUTLOOK FOR 1973

YELLOWFIN

Through its early efforts the Commission staff was able to obtain statistics of catch and effort for the yellowfin and skipjack fishery in the eastern Pacific as far back as 1934. This series of data has been continued and maintained to date through a program of logbook data collection. Also, data on the size composition of the catch have been collected since 1954.

These data were utilized in mathematical models to predict the effect of exploitation upon the abundance of yellowfin tuna. It was estimated that the yellowfin stock in the eastern Pacific could, on the average, sustain a maximum yield of about 95,000 short tons ($\pm 10,000$ tons) at a fishing effort of about 35,000 days, measured in standard baitboat units. Prior to 1960 the fishery had never exceeded this upper limit. However in 1960 and 1961, when the vessels of the fleet converted from baitfishing to purse seining and thereby increased their effective fishing power by a factor of about two, the catch rose to 122,000 and 116,000 short tons respectively. On the basis of the model it was estimated that during 1962 the abundance of yellowfin should drop sharply and even if the effort remained high the catch should drop too. This in fact happened, and during 1962 and 1963, even with high effort, the catch fell to about 80,000 tons and the measure of yellowfin abundance fell correspondingly. It was on the basis of this model and the predictable events in the fishery that the Commission's staff recommended that the fishery for yellowfin of the eastern Pacific should be managed so as to prevent further over-exploitation.

Implicit in the assumptions relating to the use of the mathematical models was that the stock of yellowfin being exploited in the area of the fishery was distinct and independent from the stock of fish beyond the area of the fishery. Data which were available prior to 1960 which related to the question of stock structure suggested that the fish exploited by the fishery were different from those in the central Pacific. Evidence was of two types: (1) morphometric data which suggested a break at about 125-130°W longitude; and (2) tagging data which showed no recaptures of fish in the central Pacific of fish tagged in the eastern Pacific. Though

the data suggested a separation of stocks they were inconclusive, and it was not possible to elucidate exactly the genetic nature of the population structure. However the results of studies at that time, considered together with the geographic range of the high-seas surface fishery and the predictable manner in which the yellowfin in the area of the fishery reacted to exploitation, suggested an empirical break between the eastern Pacific fish and those to the westward. Therefore it was expedient at that time, from the standpoint of fishery management, to consider the inshore yellowfin as a management unit (as applied to the population models used by the Commission) composed of a stock of fish separate from that or those to the westward.

Although the Commission first recommended management measures to control the catch of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean in 1961, it was not possible for the participating countries to implement these recommendations until 1966. At that time a catch quota was established which applied within the CYRA. The fishery has been under continuous management since 1966.

The logistic model, which was used to estimate the maximum sustained yield and the effort necessary to obtain it, seemed to predict the status of the fishery quite well through the years previous to the implementation of the management program. After 1965, however, observations of the fishery began to deviate rather sharply from values predicted by the model. These deviations from expectation are evident if one examines the statistics of CPSDF shown in Figure 5. These data indicate a general increasing trend in CPSDF from 1965 through 1968, followed by a leveling off. If the stock were behaving as the model predicted, the CPSDF should have remained low from 1965 to 1968. The increases in CPSDF since 1966 may be the result of real changes in the abundance of yellowfin tuna available to the surface fleet operating within the CYRA or may merely reflect apparent changes caused by factors other than a real change in their abundance. The determination of this is of paramount importance, since if the changes are real, estimates of sustainable yield from the yellowfin stock would change.

The staff has examined a number of factors which could be contributing to both apparent and real changes in abundance. Regarding apparent changes, the staff has studied the direct effects of changing efficiency of the gear, environmental changes, and a shortening of the fishing season on the catch per unit effort, and the effects of yellowfin-skipjack interaction and the mercury problem on fishing strategy. Regarding real changes, the staff has examined alterations in the size structure of the catch, environmental changes and geographic expansion of the fishery. With the exception of environmental changes, some assessment has been made of the effect of all these factors on abundance. It is assumed that

the effect of environmental changes average out over the long term. Most of this information has been presented in the publications and background documents of the Commission.

It appears that the geographic expansion of the fishery is the most important change which has taken place during the last several years. During the baitboat era the tuna fleet ranged from Baja California to northern Chile. With the exception of a few offshore areas such as the Galapagos and the Revillagigedo Islands, fishing was confined to within a few hundred miles of the coastline. During this period purse-seine vessels were much less abundant than at present and restricted their operations primarily to the northern fishing grounds. Between 1959 and 1961 the fleet was rapidly converted to purse-seining, and by the end of 1960 the converted vessels had extended their operations throughout the historic baitboat grounds. These historic grounds are shown as the striated areas in Figure 1, and hereafter are referred to as Area A1.

As the capacity of the fleet increased, the competition for fish intensified and tuna vessels began to range farther offshore. By 1964, the fleet was operating regularly at least 150 miles farther seaward than before, and in 1969 it reached beyond the edge of the CYRA. The offshore area, represented in Figure 1 by stippling, is referred to as Area A2. The fleet has continued to grow, and at present has a capacity of approximately 130,000 short tons, as compared to 42,000 short tons in 1962. Fishing in Area A2 continued during 1970-1972 (Fig. 25).

This offshore expansion of the fishing area raises certain important questions relative to the stock structure of yellowfin tuna and its effect on the estimates of potential sustainable harvest. If the fleet begins to harvest a previously unexploited body of fish as it moves farther offshore then one would expect the potential sustainable harvest to increase. If, however, the fish taken farther offshore are part of the stock fished inshore and if they mix completely throughout the area on a rapid basis then the potential harvest would not be expected to increase much on a sustained basis. If the real situation lies between these two possibilities (*i.e.*, if there are two stocks with partial mixing), the increase of the potential yield would correspond inversely to the degree of mixing.

Because of the importance of this question concerning population structure of yellowfin tuna the staff has accelerated its research in this area. The results of this work to date have been reviewed in earlier sections of this report. This research, particularly the tagging, is of great significance because it demonstrates that yellowfin from within the CYRA intermingle with those outside the CYRA. Although the extent of mixing between these areas does not appear to be great nor rapid, it is certain that the fish inside and outside the CYRA cannot be considered as completely separate stocks. It must be remembered, however, that these tag-

ging results cannot be considered to reflect genetic structure, but only stock structure in terms of the fishery.

In view of the very great changes which have taken place since the advent of the management program, and the concomitant unexpected changes in the index of yellowfin abundance, and hence the difficulty in estimating the potential sustainable yield from the fishery, it was decided in 1969 to experiment with the fishery so as to obtain new information which might lead to a resolution of the problem. With this in mind the Commission, at its meeting in 1968, asked its scientific staff to report back at the 1969 meeting with specific proposals for programs of experimental overfishing designed to ascertain empirically the maximum sustainable yield of yellowfin. To comply with this request the staff presented alternative schemes of experimental fishing.

The scheme recommended by the staff and accepted by the Commission provided for a catch quota of 120,000 short tons per year during 1969, 1970 and 1971. It was agreed that if the average CPSDF, computed on an annual basis and measured in Class-3 purse-seine units, should fall below 3 short tons at any time before the completion of the 3-year period, the catch would be curtailed to correspond to the then current level of sustainable yield. The rationale for selecting this particular scheme has been detailed in previous annual reports of the Commission.

In Column 2 of Table 11 are shown the expected values of CPSDF under the proposed experimental fishing program. If the parameters of the logistic model as estimated at the beginning of the experiment were indeed correct, then the index of abundance should have dropped quite substantially by 1971 under the pattern of fishing actually exerted.

The catches during the first 2 years of the 3-year experiment, 1969 and 1970, exceeded the original target quota of 120,000 short tons (Column 4). The CPSDF (Column 3) during those 2 years did not drop as would have been expected by the model, but remained at about 6.0 tons per day even though the catch during 1970 was 142,700 short tons, the highest in the history of the fishery. For 1971, a quota of 120,000 short tons was set by the Commission with the option of increasing it by two increments of 10,000 short tons each if the stock indicated such action was warranted. The yellowfin fishery started off slowly during 1971, and continued so throughout the first half of the year. Because of this the quota was not increased by the two 10,000-ton increments. The yellowfin catch for 1971 amounted to about 114,000 short tons from the CYRA and the CPSDF was 4.1 tons, a 32% drop from 1970. This drop in abundance was expected on the basis of the model and, if real, indicated overfishing of the stock, the objective of the experimental quotas. However two very important factors developed during 1971 which could have accounted, at least in part, for the low CPSDF. These were the effect of mercury on fishing strategy

and the unusually high abundance of skipjack during the normally best yellowfin season. A discussion of this was given in last year's annual report.

Because of the strong possibility that the low CPSFD during 1971 might have been only an apparent decrease in abundance, the Commission elected to continue the experimental fishing for another year and set a catch quota of 120,000 short tons of yellowfin for 1972. However, it authorized the Director of Investigations to increase this by two increments of 10,000 tons each if during 1972 the condition of the stock indicated such action was warranted. At the outset of the fishery during 1972 the CPSFD was high relative to 1971. It remained high during the early weeks of the season, and on the basis of this the Director of Investigations increased the 120,000 short ton quota first to 130,000 short tons and then to 140,000 short tons.

The yellowfin catch in 1972 was 152,000 short tons, about 12,000 tons greater than the quota, and the skipjack catch was 35,600 short tons, the poorest catch of skipjack on record since 1945.

In addition to the catches from within the CYRA, the surface fleet has operated rather extensively during the last few years in the area to the west of the CYRA, but east of 150°W (white area designated A3 in Figure 1). Catches for these years are shown in Table 11, Column 6. There is some question as to what proportion of the catch recorded as coming from outside the CYRA during 1968 and 1969 actually did come from that area because of difficulty in reporting procedures. However since 1970 the catch locations have been accurately reported. In 1972 the total catch of yellowfin from this outside area (A3) amounted to nearly 45,000 short tons (Column 6). The distributions of these catches by 1° area for 1972 are shown in Figure 25. Skipjack catches from Area A3 are not great, never having exceeded 6,000 tons (Column 1).

Information acquired from the 4 years of experimental fishing has demonstrated that earlier estimates of production based on the fishery in the inshore region (A1) are likely not representative of the entire CYRA. If in 1968 the estimates of the parameters of the model used to formulate the experimental program were indeed representative of the present situation in the fishery, then the stock of yellowfin would be extremely low and catches per unit of effort would be significantly lower than they currently are. This, of course, assumes average environmental conditions during the 1969-1972 period. The fact that indices of abundance have remained high during 1972, in the face of a large catch, suggests strongly that potential production is probably higher than earlier estimates indicated. A number of different analytical approaches have been used in an attempt to determine this rate.

One of the categories of general analytical approaches concerns the

application of general production models to the yellowfin stock of the CYRA. Within this category three different estimation schemes were used. The first merely utilizes the observed catch and effort statistics for the entire CYRA to estimate the parameters of the general production model. The estimate of average maximum sustainable yield (AMSY) in this case was 115,000 short tons of yellowfin. Most likely this estimate is too low because at the levels of catch observed in the fishery since 1969 (which have averaged about 134,000 short tons) the population abundance and catch should have been reduced to an extremely low level according to the model parameters.

For the second general production approach the fishery within the CYRA was divided into two parts, Area A1 (the historic area) and A2 (the newly exploited area) as shown in Figure 1. Parameters of the production model were estimated for each of the areas. If it is assumed that complete and instantaneous mixing occurs between the fish in the two areas then the AMSY is estimated to be near 90,000 short tons for both areas combined. If, on the other hand, the fish in the two areas are considered to be separate and distinct subpopulations with no interchange among them at all, then it is estimated that they could sustain between them an AMSY of nearly 170,000 short tons.

We know from the tagging data that neither of these assumptions is valid; that is, there is neither complete mixing nor complete isolation between Areas A1 and A2. Therefore the degree to which the AMSY is represented by the situation of complete mixing (90,000 tons) or no mixing at all (170,000 tons) will be determined by the actual rate of mixing of fish from the two areas. Unfortunately the tagging data are not yet adequate to estimate the mixing rates accurately.

A third general production analysis was made in which the CPSDF during Quarters 1 and 2 were used as an index of stock abundance, and catches from Quarters 3 and 4 were used to estimate changes in stock size during the second half of the year. This modification was developed to evaluate the effect of a closed season on estimation. In this case the AMSY was estimated to be between 140,000 and 150,000 short tons of yellowfin.

In summary, estimates for the three cases range between about 90,000 short tons and 170,000 short tons. For Case I the estimate of 115,000 short tons is probably low because it does not fully account for the expanded distribution of the fishery. For Case II, the estimate of about 90,000 short tons is surely too low because the tagging data do not indicate complete, instantaneous mixing. Likewise the estimate of 170,000 tons is most likely too high because the stocks are not completely isolated from each other, for some mixing has been shown to occur. The estimate of 140,000-150,000 tons is difficult to evaluate, although the parameters of

the model for this case appear to predict catches rather well. Although further analyses are presented below on this problem, a final evaluation will depend upon the results of further fishing.

The other category of general analytical approaches concerns the application of age-structured models. Catch, effort and size-composition data were utilized for the years 1962-1971 to estimate age-specific fishing mortality and the number of recruits which entered the fishery each year for that period. Recruitment was divided into two groups, termed the X group and the Y groups, based on the dates of entry into the fishery. The Murphy technique of estimating mortality rates (Table 12) and year-class abundance (Table 5) was used for making these estimates.

The information on mortality rates and recruitment was used with the yield-per-recruitment model to compute the yield from a cohort of fish passing through the fishery, under various fishing strategies, in order to determine whether the increased catches observed in recent years could be accounted for by changes in the age-specific mortality rates or by increased recruitment. Two separate analyses, described below, were performed.

In the first, recruitment was assumed to be constant during the period 1962-1971. The assumed levels were based on the observed estimates shown in Table 5. For the X and Y groups the average recruitment values for 1962-1971 of 26,200,000 and 10,870,000, were used. Using the early (1959-1965) pattern of age-specific fishing mortality (F) for each group (Table 12), annual yield was computed. The values for the early pattern of F were 33,850 tons from the Y group, 80,500 tons from the X group and 12,700 tons which could not be identified as belonging to either group. This gives a total theoretical yield of 127,050 short tons of yellowfin from the CYRA with a constant recruitment of 37,070,000 yellowfin and an age-specific F -vector as observed during the period 1959-1965. This compares to an observed average catch of yellowfin of 88,600 short tons for the period 1962-1965. The difference between the two values 88.6 and 127.0 is attributable mostly to the fact that the estimates of average recruitment are biased upward by the recent years.

The same levels of constant recruitment were then employed to calculate the theoretical catches utilizing the recent patterns (1966-1971) of age-specific F (Table 12). The results of this analysis predict an average catch of 36,500 tons of yellowfin for the Y group, 86,200 tons of yellowfin for the X group and 2,500 tons unidentified, giving a total theoretical catch of yellowfin under this fishing strategy of 125,200 short tons. This compares with an observed average catch of yellowfin of about 130,000 short tons for the period since 1968. The catches for 1966 and 1967 were not used in the computation of averages because this was a transitional period between inshore and offshore fishing.

Comparing the average catch of 88,600 short tons for the early period (1962-1965) with the average catch of 130,000 short tons for the late period (1968-1971) shows an increase of about 47%. Comparing the theoretical catches generated under the observed early patterns of F with the late patterns of F , no increase in yield is indicated. It is assumed from this analysis that if recruitment to the fishery had been constant during the period since 1962 the increased catches observed in the fishery in recent years could not be accounted for by a difference in age-specific fishing mortality (F). Therefore increased catches would have to be the result of some other factor, most likely increased recruitment.

In the second analysis in which we wished to evaluate increased recruitment, we allowed recruitment to vary instead of holding it constant. For the early period, average recruitment was assumed to be 19,600,000 fish for the X group and 8,100,000 fish for the Y group, as noted above. For the late period, these values were 32,800,000 for the X group and 13,500,000 for the Y group. These recruitment levels were then exposed to the early (1959-1965) age-specific array of F -values (Table 12). The theoretical catch generated in this case was 25,000 short tons for the Y group, 61,900 for the X group and 12,700 tons as unidentified, giving a total of 100,200.

To evaluate the recent levels of recruitment in terms of the recent array of age-specific F , we used the average recruitment values of the X and Y groups for the period 1966-1971. These were 32,800,000 fish and 13,500,000 fish respectively. These recruitment values were then exposed to the 1965-1971 array of age-specific F values, and theoretical catches were calculated. These were 46,500 short tons for the Y group, 106,100 tons for the X group and 2,500 tons unidentified, giving a theoretical total annual average of 155,100. This compares with an observed annual average catch of 130,000 short tons of yellowfin for the period since 1968. The increase in theoretical catch from 100,200 to 155,100 tons represents a 55% increase in yield. The observed increase in yield during this same period was 47%.

Comparing the results of the two analyses it seems apparent that the recent increases in yield observed in the fishery must be accounted for by increases in recruitment. These increases in recruitment can be a result of a number of factors: (i) a change in natural conditions in the ocean causing increased productivity of a stock of fish that has always been fully available to the fishery; (ii) an increase in the recruitment as a function of a stock size reduced by exploitation; and (iii) a portion of the stock becoming available to the fishery which had not been fully available before because of a change in the distribution of fishing. Of these three factors, (iii) seems to be the most likely one on the basis of tagging and other information.

On the basis of these analyses, and if it is assumed that recruitment would not be reduced at the current levels of exploitation, the stock of yellowfin within the CYRA should be able to sustain yields at or slightly above the levels during the recent years, perhaps somewhere in the neighborhood of 125,000 to 155,000 short tons.

An additional analysis concerning age-structured models, employing the computer simulation model TUNPOP, a general computer model for tuna population simulation and yield determination, was performed. It was designed basically to obtain information concerning the population structure of yellowfin tuna in the eastern Pacific and to study yield under various management schemes. However it has also proven useful for evaluating estimates of population parameters for the yellowfin of the eastern Pacific and for evaluating the effect of a changing fishing pattern. A description of this model and its application to the study of the dynamics of the yellowfin fishery is presented in this report under the section entitled "Computer simulation studies." The analysis corroborates the results obtained from the age-structured studies discussed above.

These analyses do not provide precise estimates of AMSY, but they do suggest that the stock being presently exploited is probably larger and capable of supporting a larger AMSY than the stock exploited prior to the offshore expansion of the fishery. Also the increased catches in recent years have not clearly demonstrated overfishing, and since the objective of the experimental fishing program is to slightly overfish the resource it would appear prudent to continue the experimental fishing program during 1973.

SKIPJACK

Skipjack tuna occur throughout nearly all the tropical waters of the Pacific Ocean. In recent years they have formed the single largest component of the world catch of all tuna and tuna-like fishes, and in 1971 they comprised about 42% of the total catch of all tunas from the Pacific Ocean.

The structure of the stocks of skipjack tuna inhabiting the Pacific Ocean is not well understood, although recent evidence suggests that there are at least two distinct subpopulations. One subpopulation is dominant in the western Pacific, west of about 170°E, while the other is dominant to the east of that meridian.

In the eastern Pacific Ocean, skipjack are found in abundance only seasonally. They do not spawn in the eastern Pacific, but immigrate to this area from the central Pacific, west of about 130°W, at about 1 to 1½ years of age. By the time they reach about 2 to 2½ years of age, very few are found in the eastern Pacific.

Skipjack fishing in the eastern Pacific is concentrated in two areas. The major area is in the south between about 5°N and 10°S, whereas the secondary area is in the north between about 20°N and 25°N. Catches and abundance in the southern area are generally about twice as great as those in the northern area.

The abundance and catch of skipjack tuna are highly variable from year to year. This variability does not appear to be related to the intensity of fishing on what would be termed the parent stock, but rather seems to be the result of natural factors. It is not known whether this natural variability represents changes in real abundance of the entire stock, or merely reflects changes in availability of a portion of a constant stock size.

The skipjack catch from the CYRA during 1972 was about 35,600 short tons, the lowest catch on record since 1945 (Table 1). This catch was preceded, in 1971, by the second highest catch in the history of the fishery. Similar variability in the apparent abundance of skipjack, both on the northern and southern fishing grounds, is observed in Figure 6, which shows the CPSDF of skipjack from 1960 through 1972.

It is important to understand this variability and to predict its effect on the catch so that proper management of this fishery can be undertaken if and when it is necessary. Toward this end the staff has maintained as active a program of skipjack research as fiscal constraints allow. Part of this research has been concerned with predicting skipjack abundance and catch; the results of this work were reported on in an earlier section of this report. The models developed by the staff have been moderately successful in explaining the variability in skipjack catch and abundance, accounting for about half of the observed variability. If these models are valid and adequately represent the relationship between environmental conditions and skipjack abundance, then it should be possible to predict, within limits, the abundance of skipjack a year prior to the year of catch.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1972

INTRODUCCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical está bajo la autoridad y dirección de un convenio, originalmente establecido 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 nacionales pescan atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta estipulación la República de Panamá se afilió en 1953, la República del Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968 y el Japón en 1970. En 1967, el Ecuador anunció que se retiraría de la Comisión y la renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto 1968.

Los deberes principales de la Comisión bajo el Convenio son (a) estudiar la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de los atunes y especies afines en el Océano Pacífico oriental tropical con el fin de determinar los efectos que la pesca así como también los factores naturales tienen sobre su abundancia, y (b) recomendar las medidas apropiadas de conservación para que las existencias de los peces puedan mantenerse a niveles que puedan sostener capturas máximas sostenibles 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 investigación, reclutado internacionalmente por el Director de Investigaciones de la Comisión y directamente responsable a esta entidad.

El programa científico se encuentra en su vigésimo segundo año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de las operaciones y actividades se describen en un informe anual bilingüe. Otros artículos se publican en revistas científicas exteriores de prensa, y se escriben artículos generales para otras publicaciones de Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica, como también para países de Europa y Asia, interesados en esta pesca. A fines de 1972, el personal de la Comisión ha publicado 102 boletines, 126 artículos en revistas exteriores de prensa y 21 informes anuales. Se les ha dado a todos los informes científicos y anuales una amplia distribución mundial; en esta forma están al alcance del examen crítico de la comunidad científica mundial.

REUNIONES DE LA COMISION

La Comisión celebró tres reuniones en 1972: la XXVI reunión en Tokio, Japón, el 6, 7 y 13 de enero; la XXVII reunión en Panamá, República de Panamá, el 7, 8 y 11 de noviembre; y la XVIII reunión en San Diego, California, el 20 de diciembre.

Todos los países miembros estuvieron representados por uno o más delegados durante la XXVI reunión, con excepción de Panamá que fue representado por el embajador en Tokio. Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Francia, Guatemala, la República de Corea, Nicaragua y Perú estuvieron representados por observadores, como también lo fueron dos organizaciones internacionales—La Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico y la Comisión Permanente del Pacífico Sur.

La Comisión tomó las siguientes acciones en su XXVI reunión:

1. Acordó que se continuara el programa experimental de pesca en 1972, con una cuota de 120,000 toneladas cortas, pero autorizó al Director de Investigaciones para que aumentara este límite en dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cortas si en su opinión esta acción no ponía en peligro las existencias del atún aleta amarilla.
2. Acordó que si el índice de la captura anual se reducía a menos de 3 toneladas cortas por día normal de pesca, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA sería reducida para no exceder la estimación del rendimiento de equilibrio vigente en ese entonces.
3. Acordó el presupuesto de austeridad por la suma de \$739,048 para el AF 1973/1974.
4. Aplazó la determinación de la proporción de las contribuciones para las apropiaciones del AF 1973/1974 hasta que la Comisión pueda obtener datos completos sobre la utilización de los atunes capturados durante 1971.
5. Acordó votar por correo en la aprobación del Informe Anual de 1971, después del 1 de abril 1972.
6. Eligió al Sr. Juan L. de Obarrio de Panamá como Presidente y al Sr. José Luis Cardona-Cooper de Costa Rica como Secretario.
7. Acordó provisionalmente que la próxima reunión sería celebrada en Panamá, supeditada a la aprobación final del gobierno de ese país. Se decidió además aplazar la designación de la fecha de la reunión hasta después de que se celebrara en Ciudad de México la reunión del Grupo de Trabajo Intergubernamental que comienza el 12 de abril 1972.

En su XXVI reunión la Comisión adoptó una resolución para la conservación del atún aleta amarilla en 1972. Sigue a continuación el texto completo:

RESOLUCION

"La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Habiendo notado la condición de las existencias a principios de 1972

Habiendo notado que las recomendaciones para el establecimiento de un régimen de conservación durante 1971, aprobadas en su XXIV Reunión (especial), eran solamente para 1971,

Considerando que los problemas de carácter único que eran evidentes en 1971 todavía no se han resuelto,

Considerando también la resolución de la XI Reunión Intergubernamental para la Conservación del Atún Aleta Amarilla verificada en Tokio, Japón, el 7 y del 10 al 13 de enero 1972, recomienda ciertas decisiones de administración a la Comisión.

Concluye que es deseable continuar en 1972 con el programa de pesca que estuvo vigente durante 1971 y

Por lo tanto recomienda a las Altas Partes Contratantes que adopten acción conjunta tendiente a:

1. Establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total del aleta amarilla para el año civil de 1972, en 120,000 toneladas cortas en el Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA) definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962: siempre y cuando: a) que si el índice de captura anual inclina a reducirse a menos de 3 toneladas por día standard de pesca, medido en unidades de cerqueros, ajustado a los límites de eficiencia de los aparejos anteriores a 1962, según estimaciones del Director de Investigaciones, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA será reducida a fin que no exceda el cálculo entonces vigente del equilibrio de la producción y se cerrará en la fecha que fije el Director de Investigaciones; b) el Director de Investigaciones puede aumentar este límite en no más de dos incrementos sucesivos, cada uno de 10,000 toneladas cortas, si de un nuevo examen de los datos disponibles llega a la conclusión de que dicho aumento no constituirá un peligro apreciable para el stock.
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 comenzó el 1° de enero de 1972, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto.
4. Clausurar la pesquería del atún aleta amarilla en 1972 en la fecha en que la cantidad ya capturada más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en el mar con permiso para

pescar sin restricción, alcance 120,000 toneladas cortas o 130,000 o 140,000, 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 la proporción especial estipulada en los Artículos 6 y 7 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones. 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. En las condiciones actuales, y de acuerdo con la información disponible, una captura anual de 1,000 toneladas de aleta amarilla constituye el límite máximo para disfrutar de la exención mencionada. Después de la clausura de la pesca del 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 la sección anterior que dispongan de instalaciones para enlatar atún hasta el momento en que el monto total del atún aleta amarilla desembarcado en ese país durante el año en curso alcance las 1,000 toneladas cortas. Solo para 1972, a fin de evitar congestiones en las operaciones 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 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.

5. Permitir a toda embarcación, a la que no se haya otorgado una concesión especial de conformidad con los artículos 6 y 7 *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 regule 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 mencionadas de un país que tenga ese permiso, no excederá del 15 por ciento de la captura combinada total obtenida por esas embarcaciones durante el período de tiempo que se les permite a éstas desembarcar capturas incidentales de atún aleta amarilla.
6. Permitir a las embarcaciones de bandera nacional de cada país,

con capacidad de 400 toneladas cortas 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 obtengan 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla, o pescar aleta amarilla conforme a las restricciones que pueden ser necesarias para limitar a 6,000 toneladas cortas la captura de atún aleta amarilla por esas embarcaciones: 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 regule las actividades de pesca de la misma; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de atún aleta amarilla obtenido por dichas embarcaciones de cada país con esta concesión no exceda el 15% de la captura total obtenida por tales embarcaciones durante viajes iniciados después de que se hayan capturado 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla.

7. Permitir en 1972 a las embarcaciones de bandera nacional recién construidas de los miembros de la Comisión, lo que son países en desarrollo y cuyas pesquerías estén en las etapas iniciales de desarrollo (es decir, cuya captura de aleta amarilla en el área prevista en la Convención no haya excedido en 1970 de 12,000 toneladas cortas, y cuya captura total de peces en 1969 no haya excedido de 400,000 toneladas métricas) y que participen en la pesca de atún aleta amarilla en el área prevista en la Convención por primera vez, ya sea durante la temporada de veda de 1971 o en 1972, y que debido a características tales como tamaño, aparejos o técnicas de pesca, presentan problemas especiales, pescar sin restricciones atún aleta amarilla hasta que dichas embarcaciones hayan capturado una cantidad agregada de 2,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla o pescar atún aleta amarilla con sujeción a las restricciones que pudieran ser necesarias para limitar la captura agregada de dichas embarcaciones a 2,000 toneladas cortas de esta especie.
 8. Las especies referidas en los Artículos 2, 5 y 6 son: atún barrilete, patudo o atún ojo grande, atún de aleta azul, albacora, bonito, peces espada y tiburones.
 9. Obtener mediante medidas apropiadas la cooperación de aquellos Gobiernos cuyos barcos explotan la pesquería, pero que no son parte en la Convención para el establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, para poner en vigencia estas medidas de conservación."
-

En la XXVII reunión todos los países miembros fueron representados por tres o más delegados. La República de China, Colombia, Ecuador, El Salvador, Gran Bretaña, Nicaragua y Perú fueron representados por observadores, como lo fueron también cinco organizaciones internacionales—La Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico, la Comisión Permanente del Pacífico Sur, FAO, UNESCO, y AID.

La Comisión tomó las siguientes acciones en la XXVII reunión:

1. Acordó que se continuara el programa experimental de pesca en 1973, con una cuota de 130,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla, pero autorizó al Director que aumentara este límite en tres incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno, si en su opinión esta acción no pone en peligro las existencias de atún aleta amarilla.
2. Acordó que si el índice de captura anual inclinaba a reducirse a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, la pesca irrestricta de aleta amarilla en el ARCAA sería limitada para que no excediera la estimación de la producción de equilibrio.
3. Acordó provisionalmente el presupuesto de austeridad por la suma de \$790,549 para el AF de 1974/1975.
4. Acordó las proporciones de las contribuciones de 1972/1973.
5. Acordó votar por correo en la aprobación del informe anual de 1972 después del 1 de abril 1973.
6. Acordó celebrar la reunión de 1973 de la Comisión en Washington D.C., E.U.A., entre el 15 de octubre y de 15 de noviembre 1973; la fecha exacta será determinada tan pronto como sea posible.
7. Eligió al Sr. William M. Terry de los Estados Unidos como Presidente y votó para que el cargo de Secretario fuera desempeñado por el Japón.
8. Acordó cambiar la numeración y nombre de las reuniones de la Comisión.

En su XXVII reunión la Comisión adoptó una resolución para la conservación del atún aleta amarilla en 1973. Sigue a continuación el texto completo:

RESOLUCION

"La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Habiendo notado que las existencias de atún aleta amarilla explotadas en el Océano Pacífico oriental antes de 1965, eran pescadas más rápidamente de lo que las existencias podían autorenovarse,

Habiendo notado también que el régimen de conservación aplicado por primera vez en 1966, y mantenido cada año desde entonces, ha sostenido las existencias de atún aleta amarilla que habitan el área reglamentaria de la

Comisión de atún aleta amarilla (ARCAA) definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo 1962, a altos niveles de abundancia,

Considerando la condición de las existencias a fines de 1972,

Considerando además que el programa experimental de pesca designado para determinar empíricamente la producción máxima continuada de las existencias de atún aleta amarilla, ha funcionado con éxito desde su iniciación,

Concluye que es deseable continuar con el régimen de conservación y el programa experimental de pesca durante 1973, y por consiguiente

Recomienda a las Altas Partes Contratantes que aprueben una acción conjunta para:

- 1) establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total de atún aleta amarilla para el año civil de 1973, de 130,000 toneladas cortas en el ARCAA, estipulando
 - a) que si el índice de captura anual inclina a reducirse a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, medido en unidades de barcos con redes de cerco, ajustado a niveles de la eficiencia de las artes antes de 1962, según sea estimado por el Director de Investigaciones, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA debe limitarse para que no exceda la estimación actual de la producción de equilibrio y debe clausurarse en la fecha que ha de determinar el Director de Investigaciones.
 - b) que el Director de Investigaciones pueda aumentar este límite en no más de tres incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno, si determina después de examinar nuevamente los datos disponibles que tal aumento no ofrece ningún peligro substancial para las existencias.
- 2) obtener mediante medidas apropiadas la colaboración de aquellos gobiernos cuyos barcos maniobran en la pesquería, pero que no forman parte del Convenio en el establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, para que pongan en efecto cualesquiera medidas de conservación que la Comisión pueda aprobar en 1973."

En la XXVIII reunión de la Comisión el 20 de diciembre, todos los países miembros con excepción de Panamá estuvieron representados por uno o más delegados durante la reunión. Nicaragua y Ecuador estuvieron representados por observadores. Se comunicó por teléfono con el gobierno de Panamá el 22 de diciembre 1972, para solicitar su voto en todas las acciones adoptadas por la Comisión en la XXVIII reunión; Panamá votó afirmativamente en todos los asuntos.

La Comisión tomó las siguientes acciones en su XXVIII reunión:

1. La resolución de las medidas de conservación para el atún aleta

amarilla durante 1973, adoptadas por la Comisión en la XXVII reunión, fue nuevamente escrita con el fin de incluir las recomendaciones sugeridas, transmitidas de la XIII reunión intergubernamental. La nueva resolución que reemplaza la anterior, fue entonces aprobada unánimamente.

2. Se acordó que la Comisión permitiría la pesca de atún aleta amarilla sobre una base experimental durante la temporada de clausura de 1973, en un área del ARCAA localizada hacia el oeste de las Islas Galápagos (véase el punto No. 11 de la Resolución de la Comisión, Página 76).

El texto completo de la resolución de la Comisión adoptada en la XXVIII reunión, incluyendo las recomendaciones transmitidas a la Comisión durante la reunión intergubernamental, es como sigue:

RESOLUCION

"La Comisión Interamericana del Atún Tropical"

Habiendo notado que las existencias de atún aleta amarilla explotadas en el Océano Pacífico oriental antes de 1965, se pescaban más rápidamente de lo que las existencias podían autorenovarse,

Habiendo notado también que el régimen de conservación aplicado por primera vez en 1966, y mantenido desde entonces cada año, ha sostenido las existencias de atún aleta amarilla que habitan el área reglamentaria de la Comisión de atún aleta amarilla (ARCAA) definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo 1962, a altos niveles de abundancia,

Considerando la condición de las existencias a fines de 1972,

Considerando además que el programa experimental de pesca designado para determinar empíricamente la producción máxima continuada de las existencias de atún aleta amarilla, ha funcionado con éxito desde su iniciación,

Habiendo notado que las recomendaciones para establecer un régimen de conservación durante 1972, aprobadas en la XXVI Reunión en Tokio, Japón, fueron únicamente para 1972,

Considerando que los problemas especiales de carácter único que fueron evidentes en 1972 todavía no se han resuelto,

Considerando también que las resoluciones de la XIII Reunión Intergubernamental celebrada en San Diego, California del 17 al 20 de diciembre de 1972 sobre la conservación del atún aleta amarilla, recomiendan ciertas decisiones de administración de pesca a la Comisión,

Concluye que es deseable continuar en 1973 con el programa de conservación del atún aleta amarilla, y

Por lo tanto recomienda a las Altas Partes Contratantes que adopten acción conjunta tendiente a:

- 1) Establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total del aleta amarilla para el año civil de 1973 en 130,000 toneladas cortas en el Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA) definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962, siempre y cuando:
 - a) que si este índice de captura anual se proyecte que disminuya a 3 toneladas cortas por día normal de pesca, medido en unidades de cerqueros, ajustado a los límites de eficiencia de los aparejos anteriores a 1962, según estimaciones del Director de Investigaciones, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA será reducida a fin que no exceda el cálculo entonces vigente del equilibrio de la producción y se cerrará en la fecha que fije el Director de Investigaciones;
 - b) el Director de Investigaciones puede aumentar este límite en no más de tres incrementos sucesivos, cada uno de 10,000 toneladas cortas, si de un nuevo examen de los datos disponibles llega a la conclusión de que dicho aumento no constituirá un peligro apreciable para las existencias.
- 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 1973, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto.
- 4) Clausurar la pesquería de atún aleta amarilla en 1973 en la fecha en que la cantidad ya capturada, más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en el mar con permiso para pescar sin restricción, alcance 130,000 o 140,000 o 150,000 o 160,000 toneladas cortas, 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 la proporción especial estipulada en los Artículos 6 y 8 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones.
- 5) Permitir a toda embarcación, a la que no se haya otorgado una concesión especial de conformidad con los artículos 6 y 8 *infra*, y

que pesca 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 regule 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 mencionadas de un país que tenga ese permiso, no excederá el 15% de la captura combinada total obtenida por esas embarcaciones durante el periodo de tiempo que se les permita a éstas desembarcar capturas incidentales de atún aleta amarilla.

- 6) Permitir a las embarcaciones de bandera nacional de cada país con capacidad de 400 toneladas cortas 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 obtengan 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla, o pescar aleta amarilla conforme a las restricciones que puedan ser necesarias para limitar a 6,000 toneladas cortas la captura de atún aleta amarilla por esas embarcaciones; 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 regule las actividades de pesca de la misma; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de atún aleta amarilla obtenido por dichas embarcaciones de cada país con esta concesión no exceda del 15% de la captura total obtenida por tales embarcaciones durante viajes iniciados después de que se hayan capturado 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla.
- 7) Las especies referidas en la Artículos 2, 5 y 6 son: atún barrilete, patudo o atún ojo grande, atún de aleta azul, albacora, bonito, peces espada y tiburones.
- 8) Permitir durante la temporada de veda de 1973 a los barcos recién construidos de bandera de los miembros de la Comisión que sean países en vías de desarrollo y cuyas pesquerías se encuentren en una etapa temprana de desarrollo (o sea, cuya captura de atún en el Area del Convenio en 1970 no excedió 12,000 toneladas cortas y cuya captura total de pesca en 1969 no excedió 400,000 toneladas métricas) y que entraron en la pesquería del atún de aleta amarilla en el Area del Convenio por primera vez durante la temporada de veda en 1971 o durante 1972, y que debido a características tales

como tamaño, equipos o técnicas de pesca, tienen problemas especiales, pescar sin restricciones atún aleta amarilla hasta que tales embarcaciones hayan capturado en total 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla, o pescar atún aleta amarilla bajo las restricciones que fueren necesarias par limitar el total de la captura de dichas embarcaciones a 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla disponiéndose que si la captura total de atún aleta amarilla durante la temporada irrestricta (incluyendo el último viaje libre) de los barcos arriba mencionados de cualquier país en vías de desarrollo rebasara 4,000 toneladas cortas, determinadas por el Director de Investigaciones, la asignación de 6,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla disponible para los barcos antes descritos de tales países durante la temporada de veda se reducirá en la cantidad en que la captura de atún aleta amarilla durante la temporada irrestricta rebase las 4,000 toneladas cortas.

- 9) a) A fin de no limitar el desarrollo de sus pesquerías, aquellos países cuyos gobiernos acepten las recomendaciones de la Comisión, pero cuyas pesquerías de atún aleta amarilla no sean de importancia, quedarán exentos de sus obligaciones de cumplir las medidas restrictivas.
 - b) En las condiciones actuales y de acuerdo con la información disponible una captura anual de 1,000 toneladas 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 1973 alcance las 1,000 toneladas cortas.
- 10) Solo para 1973, a fin de evitar congestiones en las operaciones 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 puede zarpar para pescar libremente atún aleta amarilla dentro del ARCAA siempre y cuando el viaje se inicie dentro de los 30 días siguientes a la clausura.
 - 11) Solo para el año 1973, excluir del ARCAA con carácter experimental el área limitada por la línea que se extiende desde los

110°W hacia el este a lo largo de los 3°N a los 95°W, después hacia el sur a lo largo de los 95°W hasta la latitud de 3°S, después hacia el este a lo largo de los 3°S hasta los 90°W, después hacia el sur a lo largo de los 90°W hasta los 10°S, después hacia el oeste a lo largo de los 10°S hasta los 110°W, después hacia el norte a lo largo de los 110°W hasta los 3°N.

- 12) 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 su reunión celebrada en Ottawa, Canadá, en 1970 la Comisión recomendó que el Director de Investigaciones preparara en adelante dos presupuestos. El primero debía ser una versión en que se recomendaran las investigaciones necesarias, omitiendo la probabilidad de que se obtuvieran dichos fondos, mientras que el segundo presupuesto debía ser una versión de austeridad, concebida para mantener las investigaciones a su nivel corriente o ligeramente más alto. Este último presupuesto sería empleado por los funcionarios del gobierno cuando presentaran el presupuesto para la aprobación del gobierno si el primer presupuesto (recomendado) no era aceptado. Cumpliendo con estas instrucciones, se prepararon dos presupuestos para el AF 1972-1973.

El programa recomendado de investigación, estimado en \$1,255,725, incluía un extenso programa de marcación dirigido principalmente hacia el atún aleta amarilla y secundariamente hacia el barrilete. Se asignó a este presupuesto una suma de \$520,000 para el flete de barcos con el fin de realizar el programa de marcación.

El programa de investigación de austeridad, la versión que fue aprobada por los delegados, ascendía a \$719,514, un aumento de \$89,599 sobre el presupuesto de austeridad del AF 1971-1972. La mayor parte (\$51,580) de este aumento se solicitó para pagar la reorganización completa del sistema básico de datos de la Comisión. El resto del aumento se necesitaba para confrontar el alza de salarios del gobierno de los E.U., aumentos por escalafón y ascensos merecidos.

En noviembre de 1972, el Departamento de Estado de los E.U. informó al Director de la Comisión que la contribución de los E.U. al presupuesto de la Comisión para el AF 1972/1973, sería de \$481,500, fijando así el presupuesto total en \$535,114, una reducción de \$184,400 del presupuesto de austeridad aprobado por la Comisión en su reunión anual de 1971.

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 1971-1972:

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Procedencia y disposición de fondos

1° julio 1971 al 30 de junio 1972

CUENTA EN DOLARES (EEUU)**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1971	\$151,667.67*
EEUU	452,000.00
México	17,258.00
Canadá	500.00
Japón	18,817.00
Entradas varias	15,213.27
TOTAL	\$655,455.94

*El saldo favorable incluye \$53,149.24 de obligaciones sin pagar

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 22,805.39
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$106,711.39
B. Investigación de peces de carnada	—
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	87,695.75
D. Biología del atún	177,658.59
E. Oceanografía	25,072.36
F. Marcación de atún	40,420.65
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	68,838.59
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	378,116.99
02—Viajes	22,377.61
03—Transporte de equipo	3,330.48
04—Comunicaciones	3,736.67
05—Renta y servicios públicos	1,470.00
06—Imprenta y encuadernación	7,560.46
07—Servicios por contrato	27,805.22
08—Provisiones y materiales	9,636.88
09—Equipo	27,555.20

13—Premios (retorno de marcas)	857.00	
15—Contribuciones al Seg. Soc. EEUU	12,791.94	
17—Contribución al Plan de Retiro	7,111.84	
19—Contribución al Seguro Médico	4,047.04	506,397.33
Compra de soles (operaciones en el Perú)		5,000.00
Compra de sucres (operaciones en Ecuador)		2,000.00
Efectivo en en banco	\$125,048.57	
En efectivo	150.00	
	<u>125,198.57</u>	
Menos: Reserva Pensión	7,433.11	
Menos: Reserva combinación de seguros	-173.69	
Menos: Reserva para el seguro del estado de California	-889.07	
	<u>6,370.35</u>	\$118,828.22
Depósitos		<u>425.00</u>
TOTAL		\$655,455.94

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1971	637.21
Efectivo en el banco	<u>637.21</u>
TOTAL	637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1971	S/. 48,539.76
Compra de sucres con dólares	<u>53,326.35</u>
TOTAL	S/. 101,866.11

Disposición de los fondos

Gastos del proyecto		
1) Por proyectos		
G. Recolección de las estadísticas		
de captura para la reglamentación	S/. 83,370.90	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	79,836.36	
03—Transporte de equipo	3,524.54	
07—Servicios por contrato	<u>10.00</u>	83,370.90
Efectivo en el banco		<u>18,495.21</u>
TOTAL	S/. 101,866.11	

CUENTA EN SOLES (PERU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio 1971	S/o.120,743.52
Compra de soles con dólares	<u>216,357.75</u>
TOTAL	S/o.337,101.27

Disposición de los fondos

Adelantos		15,600.00
Gastos del proyecto		
1) Por proyectos		
F. Marcación de atún	S/o.	95.88
G. Recolección de las estadísticas de captura para la reglamentación		238,316.01
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos		174,109.00
02—Viajes		34,038.27
04—Comunicaciones		2,585.53
05—Renta y servicios públicos		24,000.00
06—Imprenta y encuadernación		21.00
07—Servicios por contrato		773.76
08—Provisiones y materiales		809.95
13—Premios (retorno de marcas)		95.88
15—Contribución al Seg. Social		1,978.50
		238,411.89
Efectivo en el banco		83,089.38
TOTAL.....	S/o.	337,101.27

COOPERACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Con el fin de afrontar el rápido desarrollo en la pesca y la oceanografía, es necesario que la Comisión se mantenga en relación continua con otras organizaciones e instituciones sobre un nivel local, nacional e internacional. Se describen más adelante algunas de las actividades de la Comisión en este sentido.

Durante 1972, la Comisión continuó manteniendo sus conexiones y, en muchos casos, una estrecha relación de trabajo con las oficinas de pesca y los institutos de Chile, Ecuador, México y Perú, como también con los proyectos de pesca de la FAO en Centroamérica y México.

Se ha mantenido durante varios años una relación profesional muy estrecha con la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada, México. Durante 1972, la Comisión empezó a dar una serie de lecturas sobre biología pesquera, dinámica de la población, matemáticas y oceanografía; estas lecturas fueron provistas por los miembros del personal durante el año académico.

Debido a que las oficinas principales de la Comisión están localizadas en el Southwest Fisheries Center, del gobierno de los E.U., en los terrenos de la Universidad de California en San Diego, el personal de la Comisión está diariamente en contacto con científicos del National Marine Fisheries Service (NMFS) de los E.U., del Scripps Institution of Oceanography, del California Department of Fish and Game y otras organizaciones de investigación situadas en el área. Estas relaciones han dado como resultado un cambio mutuo de información e ideas.

La Comisión ha podido mantener una relación muy cordial y productiva con la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico,

que ha resultado también en un intercambio mutuamente beneficioso de ideas e información.

Durante 1972, la Comisión recibió un número de científicos visitantes de varias naciones, que estuvieron por períodos que variaron de unas pocas semanas a más de 1 año.

Un científico del Fisheries Agency of Japan se unió al personal de la Comisión por 1 año, comenzando en septiembre de 1972. Está colaborando con los científicos de la Comisión para efectuar un análisis de la pesca palangrera japonesa de atún y peces espada en el Océano Pacífico oriental.

Los miembros del personal han participado durante el año en varias reuniones científicas a un nivel nacional e internacional, y han servido en varios comités, grupos de trabajo y grupos asesores. También han estado a cargo de varias posiciones facultativas en varias universidades.

OFICINAS REGIONALES

Además de sus oficinas principales en San Diego, California, la Comisión tiene oficinas regionales en varios centros pesqueros, importantes de atún.

En Terminal Island, California, se encuentra localizada una oficina con tres investigadores. El personal aquí se encarga principalmente de recolectar y compilar las estadísticas de captura y esfuerzo, registrar los desembarques y medir atunes. Además recuperan las marcas de los atunes y obtienen según se necesario otra información biológica, estadística y de la pesca en general.

Se tiene una oficina similar en Mayaguez, Puerto Rico con dos empleados permanentes, quienes a su vez contratan ayuda temporal. Estos dos empleados visitan también Ponce regularmente, el otro puerto principal de atún en Puerto Rico.

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

Un representante permanente se encuentra estacionado en Manta, Ecuador, desde 1967. Manta es el centro de un rápido desarrollo de la industria atunera del Ecuador, aunque también se desembarcan peces en Guayaquil y Salinas. El representante de la Comisión en el Ecuador divide su esfuerzo entre estas tres áreas según lo dicten las circunstancias. Su deber principal es obtener los datos estadísticos de captura, pero según el tiempo lo permite, obtiene además en Manta datos biológicos de la pesca de atún y peces cebo.

Desde hace algunos años la Comisión mediante los informes provistos por un agente de barcos en Panamá, ha seguido el movimiento de los barcos

atuneros que pasan a través del Canal. Sin embargo, estas operaciones han aumentado más bien substancialmente debido a que se encuentran muchos más barcos con base en Puerto Rico, y por lo tanto, cruzan el canal para pescar en el Pacífico. Además muchos de los barcos con base en el Pacífico atraviesan el Canal para pescar frente al Africa occidental, y otros usan como base a Panamá para trasbordos. Además, los registros de bitácora de un número substancial de cerqueros que atravesaron el Canal en 1972 normalmente no son accesibles al personal en forma corriente debido a que estos barcos no arriman frecuentemente a los puertos en los que se encuentran estacionados miembros del personal de la Comisión o puertos que ellos visitan. En vista de estos factores, se decidió que al comienzo de 1973, la Comisión contrataría un técnico en Panamá para aprovechar la oportunidad de obtener allí información pesquera y los cuadernos de bitácora en forma corriente.

PUBLICACIONES

La publicación de estudios científicos de alta calidad profesional en los que se informa a la comunidad científica como también a los gobiernos miembros y al público en general, los datos básicos, los métodos de análisis y los resultados obtenidos por los científicos de la Comisión, es una de las actividades más importantes de esta entidad. Por este medio los métodos y los resultados de las investigaciones se distribuyen ampliamente y están sujetos a la revisión crítica afirmando así la validez del programa continuo de investigación. Al mismo tiempo se despierta el interés de otros científicos en dicha investigación tanto en el Pacífico oriental como en otras partes del mundo.

La Comisión publica las investigaciones de sus científicos y otros colaboradores en su serie de boletines. Durante 1972, se presentó otra publicación en esta serie, en inglés y español.

Boletín, Volumen 15, Número 5—Estimaciones de las tasas de pérdida de las marcas de dardo de atunes aleta amarilla, *por* William H. Bayliff y Lars M. Mobrand.

Otro informe de datos de la Comisión fue preparado en 1972:

Informe de Datos, Número 5—Observaciones oceanográficas y meteorológicas de los satélites y aviones durante el Proyecto "Little Window 2": (en inglés y español), *por* M. R. Stevenson, F. R. Miller y Paul E. La Violette.

Además de este boletín y el informe de datos, los investigadores publicaron en otras revistas siete artículos:

117. Klawe, W. L. 1972. Scombroid larvae. Figuras 10-FS y 10-FA *en*: Love, Cuthbert M. (Ed.) Eastropac Atlas—Volumen 2, Circular, National Marine Fisheries Service, (330): i-vii + unpaginated section.

118. Klawe, W. L. 1972. Scombroid larvae. Figuras 40-FS y 40-FA *en*: Love, Cuthbert M.(Ed.) Eastropac Atlas—Volumen 6, Circular, National Marine Fisheries Service, (330): i-vi + unpaginated section.
119. Klawe, W. L. 1972. Review of studies by the Inter-American Tropical Tuna Commission on the eastern Pacific stock of yellowfin tuna. (En inglés y japonés.) Páginas 176-194 *en*: Maguro gyogyo kyogikai gijiroku, Suisancho-Enyo Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency-Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japón).
120. Joseph, James. 1972. How do we obtain information to develop usable management parameters? Páginas 73-75 *en*: Thompson, Robert N. (Ed.), Proceedings of Oregon's 1971 National Discussion Forum on Marine Fisheries Resources. Portland, Oregon.
121. Joseph, James. 1972. Management and data needs for modern fishery management. Páginas 47-52 *en*: Moore, R. W. (Ed.), Progress in Fishery and Food Science. Proceedings of the 50th Anniversary Symposium of the College of Fisheries. University of Washington Press. Seattle, Washington.
122. Joseph, James. 1972. International arrangements for the management of tuna: a world resource. Páginas 90-120 *en*: Rothschild, Brian J. (Ed.), World fisheries policy, multidisciplinary views. University of Washington Press. Seattle, Washington.
123. Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards, and S. Ueyanagi. 1972. On the clarification of larval tuna identification, particularly in the genus *Thunnus*. Fishery Bulletin, 70(1): 1-12.
124. Richards, W. J., and W. L. Klawe. 1972. Indexed bibliography of the eggs and young of tunas and other scombrids (Pisces, Scombridae), 1880-1970. National Marine Fisheries Service, NOAA Technical Report NMFS SSRF, (652): 107 pages. (en inglés, francés, alemán y español.)
125. Stevenson, Merritt R. 1972. Algunas anotaciones sobre la oceanografía física y biológica cerca de la entrada al Golfo de California, octubre 1966-agosto 1967. Memorias del IV Congreso Nacional de Oceanografía México, D. F., 17-19 noviembre 1969: 77-89.
126. Stevenson, Merritt R. and F. R. Miller. 1972. Application of high resolution infrared and visual data to investigate changes in and the relationship between sea surface temperatures and cloud patterns over the eastern tropical Pacific. (Reporte Final, U.S. Naval Oceanographic Office Contract No. N62306-71-C-0120.) Procesado, 84 pag.

En nombre del Working Party on Tuna Eggs, Larvae, and Juveniles y del Working Party on Billfish Eggs, Larvae, and Juveniles of the FAO Expert Panel for the Facilitation of Tuna Research, el personal de la Comisión preparó la traducción de las siguientes publicaciones:

Juárez, Mar. 1972. Larval forms of *Thunnus atlanticus*. Mar y Pesca (Cuba), (78): 26-29. (Publicado en español.)

Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards, y S. Ueyanagi. 1972. Información sobre la identificación de las larvas de los atunes especialmente del género *Thunnus*. Fishery Bulletin, 70(1): 1-12. (Publicado en inglés.)

Uyrov, V. G. and J. C. González. 1971. Possibility of developing a sailfish fishery in the eastern Pacific Ocean. Páginas 104-110 en: Sovetsk-Kubinskíe Rybokhoziaistvennyye Isslendovaniia, 3: 216 pp. (Publicado en ruso con sumario en español.)

LA PESCA EN 1972

RESUMEN

Durante 1972, barcos con banderas de 12 naciones (Bermuda, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Francia, Japón, México, Panamá, Perú, España y los E.U.A.) pescaron atún en el Océano Pacífico oriental. Estos barcos capturaron principalmente aleta amarilla y barrilete aunque obtuvieron también pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales de aparejos empleados en las capturas, en orden de importancia fueron: redes de cerco, caña y sedal y palangres.

Debido a la fuerte explotación, la pesca del atún aleta amarilla ha estado bajo administración internacional desde 1966. Aún no se ha demostrado que sea necesario poner en ejecución medidas de conservación para otras especies de atún obtenidas en la pesca del Pacífico oriental. El área en 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 ejecución un programa experimental de pesca de 3 años, concebido para determinar empíricamente el promedio de la producción máxima continuada del aleta amarilla en el ARCAA. El programa experimental fue concebido para que se obtuviera una captura anual de 120,000 toneladas cortas de aleta amarilla en 1969, 1970 y 1971.

Basados en el progreso aparentemente satisfactorio del programa experimental de 3 años, la Comisión en la XXVI reunión celebrada en Tokio, Japón el 6, 7 y 13 de enero 1972, reafirmó el deseo de continuar el programa y estableció una cuota de 120,000 toneladas cortas de aleta amarilla.

La Comisión además estipuló que podría hacerse un aumento de dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno, si tal acción no ponía en peligro substancial a las existencias. Estableció nuevamente (1) una concesión especial de 6,000 toneladas cortas para barcos pequeños menores de 400 toneladas de capacidad; (2) una concesión para la captura incidental de aleta amarilla que ha de obtenerse después de la clausura, que no sobrepase el 15% de la captura de las especies combinadas; y (3) una concesión de 2,000 toneladas cortas para barcos recientemente construidos de países que llenen ciertos requisitos según se describe en la resolución de enero 1972 (véase página 70).

Desde 1965 hasta 1970, la capacidad total de acarreo de la flota internacional de pesca de atún en el ARCAA aumentó de unas 46,000 a 73,000 toneladas cortas. En 1971, aumentó aproximadamente a 95,000 toneladas cortas, y a fines de 1972 alcanzó cerca de 116,000 toneladas cortas.

Durante 1972, esta flota de 116,000 toneladas cortas capturó unas 152,000 toneladas cortas de aleta amarilla y 35,600 toneladas cortas de barrilete en el ARCAA. La captura de aleta amarilla, la más grande obtenida en el ARCAA en toda la historia de la pesca, sobrepasó la cuota deseada de 140,000 toneladas cortas en 1972, en más de 12,000 toneladas. Este exceso se debió principalmente a que se subestimó la proporción del atún aleta amarilla en relación a la del barrilete durante el último viaje sin restricción. Por otra parte la captura de barrilete (listado) representa la captura más pobre obtenida en el área en la historia reciente de pesca, siendo aproximadamente 82,000 toneladas inferior a la captura de 1971. Además de estas capturas, aproximadamente 50 embarcaciones de cerco con una capacidad de 36,784 toneladas cortas pescaron en el área al oeste del ARCAA donde obtuvieron 45,036 toneladas cortas de aleta amarilla y 1,246 toneladas cortas de barrilete. Asimismo en 1972, unas 44 embarcaciones que pescaron en el ARCAA pescaron también en el Océano Atlántico donde capturaron 13,639 toneladas cortas de aleta amarilla y 13,755 de barrilete.

Según lo establecido por la resolución de la Comisión, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA se termina en la época en que la cantidad de esta especie ya capturada, más la captura esperada de aleta amarilla de barcos que se encuentran en el mar con permiso para pescar sin restricción, alcance la cuota para el año, menos la porción reservada del 15% para capturas incidentales y las concesiones especiales de los barcos pequeños y barcos recientemente construidos. La fecha de clausura durante 1972 fue a las 0001 horas el 5 de marzo. Esta es la fecha de clausura más temprana desde que se empezó el programa de conservación en 1966. Las fechas correspondientes desde 1966 hasta 1971 fueron: 15 de septiembre 1966; 24 de junio 1967; 18 de junio 1968; 16 de abril 1969; 23 de marzo 1970 y 9 de abril 1971.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUES

Las capturas anuales (las cantidades obtenidas por barcos durante el año civil omitiendo el año de desembarque) de atún aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958-1972, se presentan en la Tabla 1 y Figura 2. La estimación preliminar de la captura de aleta amarilla en 1972 es 304.1 millones de libras (152,042 toneladas cortas), que es la captura más grande que se haya jamás obtenido en el ARCAA; es 18.7 millones de libras superior a la captura más alta registrada durante 1970. La captura en 1972 es 69.5 millones de libras superior al promedio anual de captura de los 5 años anteriores. La estimación preliminar de la captura de barrilete durante 1972 es de 71.2 millones de libras (35,618 toneladas cortas), que es la captura más baja desde 1948. La captura en 1972 es 155.3 millones de libras inferior a la de 1971 y 106.0 millones de libras inferior al promedio de captura de los 5 años anteriores. La captura combinada de aleta amarilla y barrilete durante 1972 fue de 375.3 millones de libras (187,660 toneladas cortas), 77.5 millones de libras inferior a la captura de especies combinadas de 1971 y 36.6 millones de libras inferior al promedio anual de captura de las especies combinadas durante los 5 años anteriores. Además de la captura en el ARCAA, 50 embarcaciones de cerco con una capacidad de acarreo de 36,784 toneladas cortas, pescaron al oeste del ARCAA pero al este de los 150°W; estos barcos capturaron 90.1 millones de libras (45,036 toneladas cortas) de aleta amarilla y 2.5 millones de libras (1,246 toneladas cortas) de barrilete.

La captura de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA por bandera (en términos de porcentaje de la captura total) durante 1972, fue la siguiente:

BANDERA	ATUN ALETA AMARILLA	BARRILETE
Canadá	3.3	3.7
Ecuador	2.0	11.3
Japón	2.6	0.5
México	6.1	7.7
Panamá	2.3	3.3
E.U.A.	79.1	65.0
Bermuda, Colombia, Costa Rica, Francia, Perú y España	4.6	8.5

Durante 1972, 95.5% del atún aleta amarilla y todo el barrilete capturado al oeste del ARCAA pero al este de los 150°W fue obtenido por barcos con pabellón norteamericano, el resto siendo capturado por barcos con bandera canadiense; sin embargo, estos porcentajes de captura no incluyen información de pesca de los barcos palangreros.

Las áreas de 5° en el ARCAA en las que pescaron embarcaciones con cerco durante los viajes no reglamentados en 1972, se presentan en la Figura 3 junto con la captura estimada de atún aleta amarilla en estas áreas. Siete áreas de 5° rindieron una producción de 5,000 toneladas o

más de aleta amarilla. Las áreas de pesca al norte de los 15°N produjeron solamente 11% de captura registrada de aleta amarilla, mientras el área entre el ecuador y los 15°N produjo el 84% de la captura registrada en el ARCAA. Un área de 5°, 0-05-095, produjo el 21% de la captura total registrada en el ARCAA. Las áreas de 5° en las que se pescaron durante viajes combinados sin reglamentar y reglamentados se indican en la Figura 4, junto con la captura estimada de barrilete en estas áreas. Ninguna de las áreas de 5° produjo capturas de 5,000 toneladas o más, una circunstancia muy extraña en la que se refleja la pesca pobre de barrilete en 1972.

Los desembarques (la cantidad de atunes desembarcados durante el año civil omitiendo el año de captura) de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1947 a 1972, se presentan en la Tabla 1. Las estimaciones preliminares de los desembarques en 1972 de aleta amarilla son 296.9 millones de libras (148,446 toneladas cortas) y 69.5 millones de libras (34,735 toneladas cortas) de barrilete. La cantidad de atunes capturados durante 1971 y desembarcados durante 1972, fue aproximadamente de 688 toneladas cortas, pero unas 5,167 toneladas cortas de atunes capturados en 1972 se han de descargar en 1973. Se estima que a principios de 1973 había 21 barcos atuneros en el mar con atunes a bordo capturados en 1972. Los desembarques en puertos californianos por barcos con bandera estadounidense de atunes capturados en el ARCAA durante 1972 sumó unas 81,419 toneladas cortas de aleta amarilla y 15,816 toneladas cortas de barrilete. De estas cantidades, cerca del 6.6% del aleta amarilla y 28.3% del barrilete fueron capturadas por barcos de carnada y barcos con curri-cán, mientras el resto fue capturado por embarcaciones de cerco.

La captura de patudo por la flota pesquera epipelágica en el ARCAA durante 1972 se calcula que sea de unas 1,700 toneladas cortas. El patudo es capturado generalmente por las embarcaciones de cerco y las de carnada, incidental a la captura del aleta amarilla y barrilete. La mayoría de la captura ha sido registrada en las Islas Galápagos, frente al Ecuador-Perú y Colombia, y, en menor escala, frente a Baja California. Hasta 1966, la captura de patudo de la pesca epipelágica no excedió 300 toneladas cortas anualmente. En los años siguientes las capturas más grandes ascendieron a unas 2,800 toneladas cortas registradas en 1968 y 1971.

FLOTA INTERNACIONAL ATUNERA

La Comisión mantiene registros del tamaño de los barcos que pescan atún en el ARCAA en la forma siguiente:

(1) Se mantiene un registro del número de barcos, por pabellón, que desembarca atún aleta amarilla y/o barrilete en uno o más viajes durante el año.

(2) Se anota la capacidad de acarreo de los barcos en términos de toneladas cortas. Se clasifican los nuevos barcos de acuerdo a la informa-

ción recibida del propietario o constructor. La Comisión revisa anualmente los registros de desembarque de cada barco y examina la capacidad de acarreo de los peces, si ésta se encuentra indicada. Respecto a los barcos pequeños de carnada ecuatorianos y las bolicheras (pequeños cerqueros) se emplea la capacidad declarada por los propietarios o capitanes; si no se puede obtener esta información, se emplea una capacidad estimada de 25 toneladas.

Los registros de la Comisión no incluyen registros individuales de desembarques de barcos japoneses palangreros que pescan en el ARCAA, ni de las pequeñas flotas de canoas o barcos pequeños que maniobran en algunos de los países de Centroamérica y Sudamérica, como en Colombia; ya que la capacidad de acarreo de estos barcos es desconocida.

La capacidad de acarreo de barcos individuales se mantiene en un archivo confidencial de la Comisión.

(3) Los barcos que zozobran o se retiran de la pesca en el ARCAA después de realizar uno o más desembarques conforme se describió anteriormente en el 1º punto, se incluyen en los registros de la Comisión de la flota de ese año.

(4) Los barcos que cambian de bandera se encuentran enumerados bajo la nueva bandera si han realizado uno o más viajes bajo el nuevo pabellón.

(5) Los barcos se clasifican por tamaño (capacidad de acarreo) como sigue: Clase 1, 0-50 toneladas cortas; Clase 2, 51-100; Clase 3, 101-200; Clase 4, 201-300; Clase 5, 301-400 y Clase 6, 401 o superior.

La capacidad de la flota internacional de barcos atuneros (con exclusión de los anotados anteriormente) que estuvieron pescando en el ARCAA durante los últimos 8 años fue:

Año	No. de Barcos	Capacidad (toneladas cortas)
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	352	95,035
1972	373	115,737

La flota en 1972, por bandera, arte y clase de tamaño de barco, y capacidad de acarreo se presenta en la Tabla 3. No hubo cambio alguno desde 1971 en el número de países (12) que maniobraron barcos en el ARCAA durante el año. A principios de 1972, un informe de prensa indicó que Cuba tenía intenciones de maniobrar un barco cerquero de la Clase 6, sin embargo, no se ha recibido confirmación sobre esto durante el tiempo en que se estaba preparando este informe. En 1972, las embarcaciones de

cerco formaron el 92.4% de la capacidad total de acarreo y 49.6% del número total de barcos. La capacidad de la flota internacional en 1972 aumentó en un total de 20,702 toneladas cortas sobre 1971; virtualmente todo el aumento se debió a otros cerqueros nuevos de la Clase 6. La nueva construcción de barcos y planes de construcción de varios países indica que continuará esta tendencia. Se observa que en 1972 un número de barcos cerqueros de la Clase 6 recientemente construidos empezaron su primer viaje después de la fecha de clausura de la pesca irrestricta del aleta amarilla, pero no pescaron en el ARCAA y por lo tanto no se incluyeron en la flota atunera del ARCAA en 1972.

INVESTIGACION EN 1972

EXITO DE PESCA, ABUNDANCIA DE ATUN Y DINAMICA POBLACIONAL

Tendencias recientes en la captura por día normal de pesca

La Comisión utiliza la captura por día normal de pesca (CPDNP) como un índice de la abundancia relativa aparente del atún. Se obtienen los datos con los cuales se calcula la CPDNP de los registros de los cuadernos de bitácora de la mayoría de los barcos que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. Desde 1960, la porción principal de aleta amarilla y barrilete ha sido capturada por embarcaciones de cerco que cubren las áreas de pesca más completamente que otros tipos de embarcaciones. La CPDNP se encuentra influenciada hasta cierto punto por los cambios temporales y espaciales de la accesibilidad y capturabilidad de los peces, como también la variabilidad en el comportamiento de los pescadores, pero no obstante sirve como un buen índice razonable de la abundancia relativa aparente.

La CPDNP de atún aleta amarilla y barrilete se presenta por meses para 1960-1972, en las Figuras 5 y 6. Los índices se normalizan a unidades de la Clase 3 de cerqueros.

CPDNP del atún aleta amarilla

La CPDNP mensual del atún aleta amarilla se indica en la Figura 5 para 1960-1972. Empezando en 1966, solo se emplearon datos de viajes irrestrictos para calcular la CPDNP. Las estimaciones anuales de la CPDNP se presentan como líneas sólidas horizontales.

La CPDNP del atún aleta amarilla fue superior a principios de 1960 respecto al período de años indicado. Después de una fuerte presión de pesca, declinó agudamente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962, cuando alcanzó el punto más bajo de la serie indicada de años. La CPDNP permaneció baja en 1963 pero en ese año la captura fue muy inferior a la captura de equilibrio. Como resultado la biomasa de las existencias aparentemente aumentó según lo refleja el aumento de la CPDNP

en 1964. A mediados de 1964, la CPDNP se redujo nuevamente a un nivel no muy superior al de 1963. En 1966 la CPDNP empezó a aumentar y esta tendencia ascendente continuó hasta principios de 1968. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP permaneció moderadamente constante a un alto nivel; a ésto siguió una reducción aguda en 1971. En 1972, la CPDNP aumentó fuertemente sobre el año anterior y permaneció aproximadamente al nivel de 1968-1970, durante los primeros 4 meses del año. La fuerte reducción en la CPDNP a mediados de 1972 representa los datos de los últimos viajes irrestrictos. Han ocurrido reducciones similares cada año desde 1967.

En años recientes, solo se emplearon datos de viajes irrestrictos para calcular la CPDNP debida a la clausura de la pesca irrestricta de atún aleta amarilla. Esta es la temporada cuando la abundancia del aleta amarilla es superior como puede verse en la CPDNP de 1960-1965 en la Figura 5. Consecuentemente es probable que la abundancia anual se encuentra sobreestimada en los años reglamentados según se compara con la de los años antes de que la regulación fuera efectiva. Por esta razón hemos calculado la CPDNP de los 4 primeros meses del año para cada año desde 1960; éstos se presentan como líneas horizontales a puntos en la Figura 5. Puede verse que estos valores son substancialmente superiores a los de la CPDNP de los años sin reglamentar, 1960-1965. En los años reglamentados las dos medidas de la CPDNP se encuentran mucho más cercanas la una a la otra y, en 1969 el valor anual fue ligeramente superior al valor de los 4 meses. El examen de la CPDNP de los 4 primeros meses demostró la misma tendencia que la CPDNP anual.

La CPDNP de barrilete

La CPDNP de barrilete por embarcaciones de cerco, normalizadas a la Clase 3 del tamaño de los barcos, se presenta por meses en la Figura 6 para 1960-1972. En el área al norte de los 15°N (recuadro superior, Fig. 6), la CPDNP es típicamente muy baja en la primera parte del año, apareciendo los valores más altos a fines del verano y a principios del otoño. La CPDNP fue máxima en 1967, y superior al promedio en 1970 y 1971. En 1972, la CPDNP fue muy baja durante mayo, aumentó en junio, alcanzó su máximo en julio y se redujo fuertemente después de septiembre. La CPDNP en 1972, en base anual, fue la más baja desde 1966.

La CPDNP para el barrilete en el área al sur de los 15°N se presenta en el recuadro del medio en la Figura 6. En el sur, aunque el patrón estacional no es tan prominente como el del norte, los valores máximos han tendido a aparecer a mediados del año. La CPDNP alcanzó su máximo en 1963 y 1967; hubo una reducción constantemente regular durante 1968-1970, seguida por un fuerte aumento en 1971. En 1972, la CPDNP fue excepcionalmente baja durante todo el año con excepción de agosto, septiembre y octubre. La CPDNP en 1972, sobre una base anual, fue inferior a cualquier otro año en la serie.

Las fluctuaciones de la abundancia aparente de toda el ARCAA (recuadro inferior, Fig. 6) concuerdan muy estrechamente, en la mayoría de los años, a los del área meridional debido a que la captura allí es comúnmente muy superior a la del norte. La CPDNP fue máxima en 1963, 1967 y 1971. En 1972, la CPDNP fue muy baja en el primer semestre del año. En julio y agosto hubo una mejora moderada; sin embargo, los valores de esos meses fueron inferiores al promedio. La CPDNP en 1972, en base anual, fue la más baja en la serie.

Normalización del esfuerzo de pesca

Cuando los investigadores de la Comisión empezaron a obtener los registros de bitácora a principios del decenio de 1950 fue evidente que como el éxito de pesca aumentaba según el tamaño del barco, era necesario normalizar el esfuerzo de los diferentes tamaños de barcos. Con el fin de lograr ésto, se establecieron las clases de tamaño, basándose en la capacidad de acarreo de las embarcaciones, en la forma siguiente: Clase 1, hasta de 50 toneladas; Clase 2, 51-100 toneladas; Clase 3, 101-200 toneladas; Clase 4, 201-300 toneladas; Clase 5, 301-400 toneladas; Clase 6, 401 toneladas en adelante. Se escogió la Clase 4 como tamaño normal de los barcos de carnada y la Clase 3 como la normal para las embarcaciones de cerco. Estas clases se escogieron como normales porque eran las más numerosas; en 1953 había 64 barcos de cerco en la flota, 39 de los cuales pertenecían a la Clase 3.

Los cerqueros de la Clase 3 siguieron siendo los más numerosos en la flota hasta 1962; en esta época la mayoría de los barcos de carnada de la Clase 4, 5 y 6 habían sido reacondicionados a barcos con redes de cerco. A fines del decenio de 1960, empezó con gran empuje la construcción de nuevos barcos la cual sigue hasta hoy día. Virtualmente todas las embarcaciones nuevas han sido cerqueros de la Clase 6, y el promedio de tamaño de los nuevos cerqueros de la Clase 6 ha aumentado año tras año. En 1969, la mayoría de los nuevos barcos tenían entre 600 y 1000 toneladas de capacidad. En 1972, la mayoría de las nuevas embarcaciones tenían una capacidad de más de 1000 toneladas. La Clase 3 de tamaño ya no es la más numerosa y no representa tampoco la flota de cerqueros, y como no se han construido nuevos barcos de la Clase 3, su número seguirá reduciéndose. A causa de ésto hemos empezado a investigar la posibilidad de normalizar el esfuerzo de pesca a una clase de tamaño más representativa.

La Clase 6 de tamaño es ahora la más numerosa en la flota, pero como esta clase consiste en barcos de un poco más de 400 toneladas a un poco más de 2000 toneladas de capacidad, se decidió dividir la Clase 6 en varias clases nuevas de tamaño y escoger una nueva clase normal entre ellas. El promedio de captura de aleta amarilla por día de pesca en 1969-1971, por barcos de diferentes capacidades, se presenta más adelante:

Capacidad (ton)	CPDNP (ton)	Capacidad (ton)	CPDNP (ton)	Capacidad (ton)	CPDNP (ton)
101-200	6.38	501-600	13.89	801-900	15.30
201-300	6.71	601-700	18.17	901-1000	13.41
301-400	8.66	701-800	16.97	1000+	11.37
401-500	11.47				

Estas cifras indican que la captura por día de pesca del atún aleta amarilla aumenta según el tamaño de los barcos hasta 601-700 toneladas cortas y luego se nivela. Sin embargo, debe observarse que las nuevas embarcaciones de más de 1000 toneladas de capacidad no entraron en la flota en número significativo hasta 1972.

Para empezar, se decidió usar un grupo de barcos de 601-800 toneladas de capacidad como la nueva clase normal de tamaño. De la Clase 1 a la 5 no se cambiaron, y la Clase 6 fue dividida a intervalos de 200 toneladas quedando las siguientes clases de tamaño: Clase 6, 401-600 toneladas; Clase 7, 601-800 (normal); Clase 8, 801-1000; Clase 9, 1001-1200; Clase 10, 1201-1400; Clase 11, 1401 en adelante. Los factores de eficiencia de la clase de tamaño fueron entonces calculados para cada clase de tamaño. El método actualmente usado para calcular los factores de eficiencia es el siguiente. Se emplean anualmente los registros de los cuadernos de bitácora para obtener los días de esfuerzo de pesca y las capturas de aleta amarilla y barrilete, por clase de tamaño de barco, en estratos de áreas geográficas de 5°. La captura combinada por día de pesca de aleta amarilla y barrilete se calcula por cada área de 5°, y se determina la razón de cada clase de tamaño con relación a la clase normal de tamaño. Las comparaciones se limitan a las áreas y clases de tamaño para las cuales se ha registrado una cantidad mínima de esfuerzo (10 días para los cerqueros). La media geométrica de las razones de cada clase de tamaño de todas las áreas de 5° es entonces calculada y ésta se utiliza como el factor de eficiencia de la clase de tamaño, teniendo la clase normal de tamaño un factor de 1. Los nuevos factores de eficiencia de la clase de tamaño se calcularon usando este método, y se calcularon también factores usando el estrato del mes y área de 5° en cada año. El método del mes y área de 5° permitió que se hicieran más comparaciones entre las clases de tamaño en cada año, y los factores de eficiencia fueron menos variables de un año a otro que los factores de eficiencia calculados según las razones del año y área de 5°.

Se emplearon los datos del mes y área de 5° para calcular los factores de eficiencia de la clase de tamaño, usando las razones de la captura de atún aleta amarilla, barrilete y de especies combinadas por día de pesca. Los resultados se presentan gráficamente en la Figura 7 en la que los puntos representan los valores anuales de los factores de eficiencia y las cruces representan el promedio de 1962-1971 de cada clase de tamaño. Los tres métodos produjeron resultados bastante similares respecto a los valores promedios. Los factores de eficiencia del barrilete mostraron la mayor

variación en las clases de tamaño entre los años, y los factores de la combinación de especies exhibieron la variación mínima. Con relación a las dos clases más grandes de tamaño, la 10 y 11, solo se dispone de los datos de 1 año (1971). En ese año estas dos clases de tamaño fueron mucho más eficientes en capturar barrilete de lo que fue cualquier otra de las clases más pequeñas de tamaño. Será necesario examinar los datos de años futuros antes de que sea posible evaluar la eficiencia de estos grandes barcos ya que no entraron a pescar en gran número hasta 1972.

Los factores de eficiencia de la combinación de especies se emplearon para calcular una nueva serie de valores de la captura de aleta amarilla por día normal de pesca durante 1962-1971. Como relativamente había pocos barcos más grandes que la Clase 6 hasta 1969, el promedio de los factores de eficiencia de 1970-1971 fueron usados para normalizar el esfuerzo de los años 1962-1969. Estos valores se representan gráficamente en la Figura 8 junto con los valores correspondientes de la captura por día de pesca de atún aleta amarilla, con el esfuerzo normalizado a la Clase 3. Ambas series de valores se han ajustado respecto a los cambios en la razón de los lances positivos (Informe Anual de 1971). La captura por día de pesca, normalizada a la Clase 7, es superior en cada año al valor correspondiente normalizado a la Clase 3; sin embargo, ambos índices siguen el mismo patrón de fluctuación, es decir, el aumento de los valores entre 1965 y 1968, seguido por una nivelación durante 1968-1970, con una fuerte reducción en 1971.

Además de calcular los valores de eficiencia tamaño-clase usando el método de la razón de la media geométrica según se describió anteriormente, los investigadores están estimando los factores de eficiencia de las mismas clases de tamaño pero utilizando una técnica diferente. Esta técnica, que está basada en el método de máxima verosimilitud, se espera que produzca estimaciones ligeramente más eficientes, en sentido estadístico, de los factores de normalización.

Estudios sobre la eficiencia de los barcos cerqueros y de los índices de la biomasa

En un informe anual, anterior, se explicó que se estaba desarrollando una metodología original por medio de la cuál puede considerarse la extensa evolución de la flota en el desarrollo de la potencia pesquera de las embarcaciones de cerco, para calcular los índices de abundancia de aleta amarilla y barrilete en el Pacífico oriental. Es posible transformar ahora la captura por día de pesca en un área de 5° durante un mes, realizada por barcos de cerco de la Clase 3 a 6 de tamaño y en los años de 1960 a 1972, a una medida (el índice de densidad) proporcional a la biomasa de los atunes, ya sea aleta amarilla o barrilete, por unidad de área en la porción pescada en el área de 5°. El efecto de las diferencias de la potencia pesquera, ya sea entre las clases de tamaño de un año determinado, o entre barcos de

la misma clase de tamaño en diferentes años, se ha eliminado del índice de densidad; consecuentemente, las comparaciones entre tales índices de densidad en varios lugares y temporadas pueden considerarse como comparaciones entre las densidades correspondientes de los atunes, aunque la potencia de la flota estaba aumentando.

Se considera ahora el problema de vigilar la abundancia de los atunes; es decir los índices de densidad calculados, ya sea para una especie u otra, deben convertirse en índices de biomasa para que así pueda determinarse la estructura de los cambios poblacionales de ambas especies desde 1960 hasta hoy día. Es importante distinguir entre la densidad y biomasa según usamos estos términos; la densidad es la biomasa por unidad de área. Por lo tanto los índices de densidad calculados para las porciones que han sido pescadas en áreas de 5° , deben multiplicarse por las áreas en las cuales aparecen estas densidades para obtener los índices de la biomasa. Como un problema específico que puede usarse, se intenta determinar la estructura de tamaño de la población de las dos especies en una zona del Pacífico oriental compuesta de 15 áreas de 5° (aproximadamente 1,350,000 millas náuticas cuadradas). Se escogió esta zona porque ha sido explotada extensivamente por embarcaciones de cerco desde 1960. En esta zona los barcos de cerco gastan anualmente entre 65 y 95% del total de los días de pesca en el ARCAA durante la temporada sin restricción. Esta zona ha producido del 55 al 99% de las capturas anuales correspondientes de atún aleta amarilla y del 45 al 98% de las correspondientes de barrilete.

Para determinar la estructura poblacional en la zona, es necesario conocer los índices de la biomasa de cada una de las áreas de 5° , en cada mes, desde 1960 a 1972. Existen dos problemas que han de tratarse en este trabajo: primero, la densidad de los atunes en un área de 5° , en la que se pesca, se mide solamente en la subárea en la cual los barcos actualmente pescaron, mientras que la porción que no se ha pescado no se vigila; y segundo, aparecen muchos estratos de mes y área de 5° en la zona donde no hubo pesca, pero cuando se considera la evidencia de todos los años, parece que los atunes hubieran estado presentes.

El primer problema, el cálculo de la densidad de los atunes en la parte del área de 5° que no ha sido pescada, se ha abordado al examinar la estructura de los índices de la biomasa bajo dos hipótesis extremas, es decir se propone la hipótesis que la densidad de los atunes que se encuentran fuera de la subárea (del área de 5°) que ha sido pescada es (1) igual a la que está dentro de la subárea que ha sido pescada o (2) cero, es decir, no aparecen atunes fuera de la subárea que ha sido pescada. Se supone que la verdadera situación se sitúa entre los extremos en la mayoría de los estratos área-tiempo. Consecuentemente, al computar las estructuras de población bajo los dos extremos, es posible definir los límites de la estructura verdadera del índice de la biomasa de la población.

El segundo problema, los estratos de área-tiempo que no han sido pescados, requieren la estimación de los índices de la biomasa que faltan, mediante la consideración de los patrones temporales, por años y meses, dentro de los años con índices de biomasa en cada área de 5° en la zona considerada. Un modelo lineal, aditivo, de los efectos del año y mes, cuenta por aproximadamente el 60% de la variación en los índices de la biomasa del atún aleta amarilla en las áreas de 5° en esta zona, correspondientes a los años 1960 hasta 1972, es decir, se ajustó el modelo a los índices del aleta amarilla de cada una de las 15 áreas y el promedio de los coeficientes múltiples de correlación fue cerca de 0.60. Consecuentemente, el modelo lineal tiene valor en la estimación de los índices que faltan. Otras pruebas indican claramente que el modelo no es completamente adecuado para describir las estructuras de los índices de aleta amarilla en muchas de las áreas de 5°; el patrón de entrada de los atunes en un área aparentemente varía substancialmente de un año a otro. Como no parece posible dar cuenta de tales efectos de segundo orden, es necesario confiar en las estimaciones del modelo simple aditivo. Este trabajo sobre subáreas que no han sido pescadas, de áreas de 5°, y los estratos sin pescar de tiempo-área, está casi terminado.

Finalmente el problema que ha de considerarse es la extensión de la zona en la que se calculan los índices de la biomasa de la población. Se desearía incluir cuántas áreas de 5° y años como fuera posible en la zona en la que se calculan los índices de la biomasa de la población. Al menos este trabajo debe asentar los cimientos para vigilar en el futuro la abundancia de los atunes en áreas en las cuales ha entrado recientemente la pesca con cerco.

Estudios de simulación de las computadoras

Durante el segundo semestre de 1972, se escribió un modelo de simulación de la población de atún aleta amarilla y de la pesca epipelágica en el ARCAA, y se ejecutó en la computadora Burroughs 6700 de la Universidad de California en San Diego. El modelo, titulado TUNPøP, se concibió por tres razones principales: 1) para investigar la estructura poblacional del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental; 2) para investigar las causas de los cambios en la captura del aleta amarilla, tanto en estructura de edad y talla total, en el ARCAA durante años recientes; 3) para estudiar la producción potencial del aleta amarilla en el ARCAA bajo varios esquemas de administración.

La estructura básica del modelo es la siguiente: la población se divide en 18 clases trimestrales de edad, así que en un período de 1 año un pez ha pasado a través de cuatro clases de edad. La primera clase de edad (meses 13, 14 y 15 de vida) contiene la menor edad a la que aparecen los peces en una cantidad significativa en la pesca del aleta amarilla en el Pacífico oriental, y la última clase de edad contiene la mayor edad en la que aparecen

los peces en cantidad significativa en la pesca de atún aleta amarilla en el Pacífico oriental. Todos los parámetros del modelo se mantienen constantes durante un período unitario de tiempo, es decir, el intervalo de tiempo en el que cualquier individuo gasta en una clase de edad (3 meses). Por lo tanto en este caso, los parámetros del modelo pueden variar solamente sobre una base trimestral. Sin embargo, dentro de un período unitario de tiempo, se hacen los cálculos en una base continua de tiempo (Fig. 9). Las variables principales de la población del modelo son las cantidades de peces individuales de cada clase de edad en un tiempo determinado. Según esto, y en una función de crecimiento instantánea dependiente de la edad, pueden calcularse en cualquier tiempo determinado los vectores de la biomasa dependientes de la edad. Las capturas en cantidad de peces y peso, dependientes de la edad, se calculan sobre una base continua de tiempo por medio de la aplicación a las variables principales de la población de los parámetros dependientes del tiempo y la edad.

La información de entrada al modelo incluye los parámetros básicos de tiempo, los parámetros de pesca edad-específica (vulnerabilidad y accesibilidad a las artes), los parámetros de pesca tiempo-específico (esfuerzo), los parámetros de la población natural (mortalidad natural edad-específica y reclutamiento tiempo-específico). Con el fin de activar el modelo, deben definirse los valores iniciales de las variables principales de la población.

La información de salida del modelo incluye datos edad-específica de las cantidades de peces, biomasa, crecimiento, producción e índices de mortalidad para cada período unitario de tiempo en que se hace un programa de simulación. Además, el modelo produce estadísticas anuales de la producción edad-específica en cantidades y peso.

El modelo fue pasado inicialmente con el objeto de hacer una réplica cronológica de 6 años (1966-1971) de la estadísticas trimestrales edad-específica de la captura de atún aleta amarilla en el ARCAA. Los parámetros del modelo fueron estimados según un análisis detallado de la producción por recluta de esos años. Se encontró que un ajuste razonable de las estadísticas simuladas de captura con relación a las estadísticas observadas de captura ocurren cuando a) se emplearon factores de vulnerabilidad constante edad-específica; y b) se dedujo el esfuerzo trimestral de las estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo en áreas de 5° donde se capturó predominantemente atún aleta amarilla. Los valores totales trimestrales correspondientes de captura del ARCAA fueron divididos por estos valores de la captura por unidad de esfuerzo para encontrar las estimaciones del esfuerzo total efectivo del aleta amarilla.

La captura total trimestral observada y simulada, en cantidades y talla media de la captura en 1966 hasta 1971, se presenta en la Figura 10. Hubo una tremenda reducción de captura en los dos últimos trimestres debido a que la pesca de aleta amarilla estaba bajo regulación durante estos períodos de tiempo desde 1967 hasta 1971.

Se intentó mejorar la calidad del ajuste de la captura (edad-específica, expresada en cantidad de peces) trimestral simulada a la captura observada correspondiente de los años 1966 a 1971, mediante el acoplamiento del modelo de simulación a una rutina de optimización. Esta rutina varió de tal manera los parámetros de vulnerabilidad edad-específica, que redujo al mínimo la desviación del cuadrado medio entre la captura simulada edad-específica y la captura observada correspondiente, expresada en cantidades de peces. Sin embargo, se encontró que la selección de los parámetros de vulnerabilidad edad-específica anteriormente referidos no podía mejorarse significativamente.

Finalmente, el modelo de simulación fue utilizado para ayudar a determinar si la distribución edad-específica del índice instantáneo de mortalidad por la pesca podía de por sí ser responsable por el aumento observado de la captura en el ARCAA durante los últimos años, o si un cambio en la cantidad de peces disponible a la pesquería tuvo un efecto en el cambio.

Es evidente que a principios de 1966, el año en que la pesca quedó bajo regulación, hubo un aumento substancial tanto en la cantidad aparente total como en la biomasa del aleta amarilla disponible a la pesca. En la Tabla 5 se presentan las estimaciones de los grupos anuales de reclutamiento X e Y durante el período de tiempo. (Se supone que el grupo X es reclutado durante el primer trimestre del año y el grupo Y durante el tercer trimestre del año). Las cifras entre paréntesis representan el promedio de la cantidad anual de reclutamiento para lo que se han de llamar *primeros* y *últimos* períodos. Así que se pasó el modelo dos veces por la computadora. En la primera pasada se usaron diferentes índices instantáneos promedio, edad-específico, de mortalidad por la pesca (F_t) para los grupos X e Y en los primeros y últimos períodos. Se supuso que el reclutamiento era constante, 26.2 millones y 10.6 millones de peces por año en los grupos X e Y respectivamente, durante todo el programa de simulación. La segunda pasada fue idéntica a la primera con la excepción de que se supuso que el reclutamiento era diferente en los primeros y últimos períodos: un primer grupo X de reclutamiento de 19.6 millones y un grupo Y de 8.1 millones, y un grupo X atrasado de reclutamiento de 32.8 millones y un grupo atrasado de 12.3 millones. Los resultados (Tabla 6) demuestran que el cambio observado en la distribución edad-específica del índice instantáneo de mortalidad por la pesca no es responsable de por sí por el aumento observado en las capturas durante los últimos años. La primera pasada produjo solamente un aumento de 11% en la captura promedio simulada entre los primeros y últimos períodos, mientras que el aumento observado fue aproximadamente del 60%. La segunda pasada, utilizando un aumento en el reclutamiento promedio entre los primeros y últimos períodos, causó una producción promedia simulada que correspondió muy de cerca al aumento observado en la producción entre los dos períodos. Este análisis sugiere fuertemente que se puede explicar el aumento observado en la

captura en los últimos años en el ARCAA, por una interacción entre la vulnerabilidad variable de los peces respecto a las artes y a un aumento en el reclutamiento que es el resultado de la expansión de la pesca mar adentro. Es interesante observar que ambas pasadas del programa de simulación explicaron los cambios observados de peso promedio de la captura entre el primero y último período.

Se ha aplazado temporalmente la continuación del programa computador TUNSIM que simula la pesca del aleta amarilla y barrilete en el ARCAA, anteriormente discutido en el Informe Anual de 1971. Es evidente que para que un programa de simulación de pesca sea útil debe ser propulsado por un simulador básico de la población para producir resultados significativos. Por lo tanto se cree que un modelo como es TUNPOP debe primero desarrollarse completamente y emplearse, y luego acoplarlo con un modelo de pesca como es TUNSIM. Actualmente lo único que falta para facilitar este acoplamiento es un simulador de la población del barrilete, en el cuál los científicos de la Comisión están actualmente trabajando.

Rendimiento por recluta del atún aleta amarilla en el Atlántico

Durante 1972, los científicos de la Comisión hicieron un análisis de la producción por recluta de la pesca de atún en el Océano Atlántico, y presentaron los resultados como un documento de trabajo en una reunión de un grupo de científicos convocados para examinar la condición actual del atún aleta amarilla en el Océano Atlántico. El estudio, escrito por James Joseph y Patrick K. Tomlinson, fue titulado "An evaluation of minimum size limits for Atlantic yellowfin tuna" (Evaluación del límite de la talla mínima del atún aleta amarilla en el Atlántico).

Los datos de las estadísticas de captura y de la composición de talla fueron utilizados en el análisis para estimar los índices de mortalidad por la pesca dependientes de la talla, mediante una solución iterativa de la ecuación de captura. Los índices de mortalidad por la pesca fueron entonces divididos entre los tipos de arte, basados en los datos estadísticos de captura. Se usan cuatro tipos básicos de arte en la pesca del aleta amarilla del Atlántico: barcos de carnada, embarcaciones de cerco medianas, embarcaciones de cerco grandes y palangreros. Estos índices de mortalidad por la pesca dependientes de las artes se utilizaron luego con estimaciones anteriores del crecimiento y mortalidad natural, y tallas observadas al entrar en la pesca, para estimar la producción por recluta de cada uno de los cuatro tipos de arte y de todas las artes combinadas.

Se observó según los datos utilizados en el análisis que la producción más alta por recluta es obtenida por los barcos palangreros, seguida por los grandes cerqueros, los medianos y los barcos de carnada, en tal orden. El análisis sugiere que a medida que la mortalidad por la pesca aumenta, la producción por recluta aumentará substancialmente para los palangreros. Por otra parte, si se establece una talla mínima entre unos 3 y 10 kilos, la

producción por recluta con relación a los barcos de carnada disminuiría fuertemente mientras que aumentaría vigorosamente para los palangreros.

El estudio discute si es práctico poner en ejecución una talla mínima en la pesca del Atlántico, basada en la experiencia de la pesca en el Pacífico oriental. Se demostró que la mezcla de tallas y especies en los cardúmenes de atunes y entre ellos, debe determinarse antes de hacer una evaluación final sobre los beneficios de un límite de talla mínima.

El estudio se preparó más como un desarrollo de la metodología para examinar el problema del límite de talla mínima en una pesca de artes múltiples, que como una base para hacer recomendaciones sobre la talla mínima en la pesca actual del aleta amarilla en el Atlántico. Se han de examinar otros datos actuales y más completos que los datos a los que tuvieron acceso los científicos de la Comisión.

Programas de cómputo

Se escribió un programa de regresión lineal, TCA7, que se ajusta al modelo matemático $y = a + bx$ donde tanto y e x están sujetos a errores de medida. En los programas comunes de regresión se supone que solo y está sujeta a error de medición, mientras que en la mayoría de las situaciones biológicas no es posible medir x sin error.

Se escribió otro programa, WITHIN, para usarlo con los estudios morfométricos. Este programa hace un análisis separado de los componentes principales para cada uno de los varios grupos de los que se tienen observaciones multivariadas y compara la orientación de los dos primeros ejes principales de cada uno de los grupos. El programa se ha concebido para investigar si los patrones de crecimiento básico de varios grupos son o no los mismos, lo cual es útil para determinar si pertenecen o no a la misma subpoblación o a una diferente.

Se escribieron varios programas para la computadora de oficina (Hewlett-Packard 9810A) de la Comisión. Se usaron tres de estos programas para producir números aleatorios, necesarios para hacer otros cálculos. Uno calcula los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy según un máximo de 15 pares de datos edad-longitud. Otro calcula la producción por recluta a varios niveles del esfuerzo pesquero y la edad de entrada de acuerdo al modelo de Beverton y Holt.

El programa RDEDTP usado para procesar datos en cinta magnética según un equipo instalado a bordo (STD) salinidad/temperatura/profundidad fue modificado durante 1972, con el fin de que los datos análogos producidos por un autosistema STD portátil de la Comisión, pueda ser procesado por este programa. Después de que se han digitalizado los trazos análogos del aparato registrador de banda, se ponen los datos en tarjetas de la computadora. La información de salida del programa modificado es similar en calidad y apariencia a los perfiles verticales de temperatura y

salinidad obtenidos de los datos más numerosos colectados con el sistema STD instalado a bordo de los barcos.

En preparación a la participación de la Comisión en el Coastal Upwelling Experiment (CUE) [Experimento de Afloramiento Costanero] se desarrolló una serie de ocho programas de cómputo, llamada DROG, para procesar las observaciones Lagrangian realizadas según los paracaídas flotantes. Después de que los datos experimentales corregidos se pusieron en tarjetas de la computadora, se procesó la serie individual de datos por medio del primer programa, DROG1. La información de salida de las tarjetas de DROG1, DROG3, DROG5 y DROG7 se emplearon a su vez como información de entrada para los programas siguientes DROG de numeración más alta. DROG2, DROG4 y DROG6 se emplearon para representar gráficamente la trayectoria de las masas de agua y para ilustrar las variaciones espaciales en las series cronológicas. La información de salida de DROG7 puede presentarse nuevamente en DROG3, DROG5 o DROG7 para obtener análisis sucesivos de diferentes movimientos dependientes del tiempo (ej. d. las mareas) en el agua.

En resumen, los programas realizan los siguientes cálculos: DROG1 transforma los datos de coordenadas polares a coordenadas cartesianas y realiza una interpolación basada en tiempo en la serie transformada de datos; DROG3 determina primero una línea de regresión para los componentes de la serie cronológica $x_f(t)$, $y_f(t)$ y luego substraen los gradientes de la línea de la serie de datos después de que se ha calculado la media de la velocidad del agua; DROG5 determina mediante el método de autocorrelación el período correspondiente al movimiento mayor (en amplitud) dependiente del tiempo en la serie; DROG7 usa el período determinado según DROG5 y el análisis de Fourier para calcular amplitud correspondiente y el ángulo de fase del movimiento periódico. DROG8 utiliza la información de salida de DROG1 sobre un par similar de trayectorias de anclas flotantes y calcula una estimación de la magnitud de la turbulencia horizontal según los cambios en la separación de las anclas flotantes, y representa gráficamente la distancia de separación como una función de tiempo. La cadena de ocho programas representa una serie muy detallada de programas para dividir las trayectorias Lagrangian en corrientes medias, movimientos dependientes del tiempo y turbulencia.

ESTADISTICAS VITALES, MIGRACIONES Y ESTRUCTURA POBLACIONAL

Estudios de la composición de talla

Composición de talla de la captura comercial en 1972

Las muestras frecuencia-longitud del aleta amarilla y barrilete han sido obtenidas por la Comisión en los desembarques comerciales de barcos de carnada y de cerco desde 1954. La información adquirida según estas

muestras se ha usado para hacer estimaciones del índice de crecimiento, mortalidad, producción por recluta y abundancia de la generación anual. Los resultados de estos estudios han sido informados en varios boletines de la Comisión y en informes anuales anteriores.

En 1972, se obtuvieron 383 muestras frecuencia-longitud de atún aleta amarilla y 119 muestras de barrilete de las capturas desembarcadas en California, Puerto Rico, Perú y Ecuador. La distribución anual frecuencia-longitud del atún aleta amarilla basada en todas las muestras colectadas en el ARCAA durante 1967-1972, se presenta en la Figura 11. La estimación preliminar de peso promedio del aleta amarilla en el ARCAA en 1972, es de 36.8 lb, es decir 9.1 lb superior al peso promedio de 1971, y 5.3 lb superior al peso promedio de 1970, que fue anteriormente el año del peso más grande en la serie. En contraste, el peso promedio del aleta amarilla capturado al oeste del límite del ARCAA, 65.4 lb, fue inferior al peso promedio correspondiente a esta área en 1971, (75.7 lb) o en 1970 (67.9 lb). La distribución frecuencia-longitud de aleta amarilla capturado al oeste del límite del ARCAA en 1971 y 1972, se presenta en la Figura 12. Además se indica en esta figura la distribución frecuencia-longitud del aleta amarilla de la parte interior (Áreas 4 y 5, Fig. 1) y de la parte exterior (Áreas 24 y 25, Fig. 1) de la región central del ARCAA. Esta figura ilustra que en 1971 y 1972, como en los años anteriores, había un aumento en el promedio de talla de esta especie desde el litoral hasta fuera de la costa en el ARCAA, y otro aumento en talla al oeste del límite del ARCAA.

La distribución anual frecuencia-longitud de todas las muestras medidas de barrilete en el Océano Pacífico oriental desde 1967 a 1972, se presenta en la Figura 13. La estimación preliminar del peso promedio del barrilete en 1972 es de 8.5 lb. Este es ligeramente inferior al peso promedio de 1971, 8.7 lb, pero es muy superior al promedio de 1955-1971 de 7.0 lb.

Examen de los métodos de muestreo

El esquema de muestreo usado por la Comisión desde 1954 es un modelo estratificado de dos etapas, siendo la primera etapa los viajes de pesca y, como segunda etapa, peces individuales. Un estrato es la captura de un mes en una subárea, compuesta de áreas de 5°, en el ARCAA. Las unidades de la primera etapa se muestran aleatoriamente sin reemplazo, y el número de peces muestreado por estratos varía. Se saca una muestra aleatoria de 50 peces de cada unidad de la primera etapa. Se mide la longitud de cada pez muestreado al mm más cercano y se estima su peso según una ecuación del tipo $w = al^b$ donde w = peso, l = longitud, y a y b son constantes.

Alguna explicación sobre los términos es necesaria. Un viaje según es descrito por un pescador, se refiere comúnmente a todo el tiempo desde que el barco sale hasta que regresa. Sin embargo, si el barco pesca en más de una subárea estadística (estrato) entonces el viaje del pescador será

más de un viaje estadístico. Se trata de obtener una muestra de 50 peces en cada viaje estadístico. Además, para conocer cuando y donde pescan los barcos se necesita que éstos mantengan cuadernos de bitácora para registrar sus actividades. Sin embargo, algunos barcos no usan cuadernos de bitácora, y por lo tanto en algunos viajes de pesca no se pueden muestrear los peces. En conclusión, debe indicarse que hay algunos estratos con capturas registradas que no se muestrean, pero éstos incluyen solamente una pequeña parte de la captura total.

Bajo el sistema antiguo de estimación, se le daba un peso igual a cada muestra de 50 peces en un estrato. Esto es equivalente a suponer una muestración sencilla aleatoria de peces en cada estrato, sin tomar en cuenta los viajes. Se ha concebido un nuevo método en el que cada muestra de 50 peces es ponderada por el tamaño de la captura de donde proviene. Es decir, si una muestra de 50 peces se saca de una captura de 1,000 peces y una segunda muestra de una captura de 5,000 peces, entonces ésta última se le dará cinco veces más importancia al determinar los promedios y las frecuencias. La cantidad de peces en la captura es estimada al dividir ese peso de captura por el peso promedio por pez en la muestra de 50 peces.

En ambos sistemas el viejo y el nuevo, se combinan los estratos por medio de la ponderación de las estimaciones de cada estrato por la captura total en ese estrato. La única diferencia es que bajo el método antiguo se usan solamente las capturas registradas de estratos muestreados, mientras que en el método nuevo todas las capturas se usan asignando los estratos sin muestrear a un estrato con muestras.

El método nuevo fue usado con datos de los años 1964, 1970 y 1971. Los pesos promedios calculados por el método antiguo fueron 23.3, 31.5 y 27.7 lb respectivamente, mientras que los valores correspondientes del método nuevo fueron 20.4, 24.8 y 22.6 lb. Similarmente los peces pequeños aumentaron en importancia y los grandes disminuyeron.

Con relación a la serie de datos de 1964, 1970 y 1971, un estudio de correlación entre el peso promedio de los peces en una muestra de 50 peces y el peso total de los peces capturados durante el viaje muestreado, indicó que las capturas más grandes contenían normalmente peces más grandes. Sin embargo, el número de peces en la captura fue superior en las capturas más grandes. Consecuentemente ocurre una reducción real en la cantidad de peces capturados cuando los peces son grandes. Si se da una importancia igual a las muestras de peces grandes y chicos, esto causa una sobreestimación de la talla promedio de los peces en la captura.

Los científicos de la CIAT proyectaron corregir las estimaciones de la talla promedio en todos los años mediante la aplicación del esquema nuevo de muestreo descrito anteriormente. Por lo tanto la talla media discutida en la sección anterior se cambiará eventualmente.

Marcación de atún

Se le ha dado una importancia considerable a la marcación durante 1969-1972, debido al gran incremento reciente en la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas fuera de la costa y la subsiguiente necesidad de conocer más acerca del grado de mezcla entre los peces de diferentes áreas, cerca y fuera de la costa, y entre los peces de la costa y fuera de la costa. Como el atún aleta amarilla se explota más fuertemente que el barrilete en áreas recientes de fuerte pesca, se le da más importancia a ésta especie. Se han realizado durante este período nueve cruceros fletados de marcación y un número de cruceros de oportunidad.

Los retornos de los cruceros de marcación realizados durante 1971, se encuentran casi completos. Los resultados de éstas hasta la fecha son los siguientes:

Area de liberación	Fecha de liberación	Aleta amarilla		Barrilete	
		liberados	retornados	liberados	retornados
Crucero 1061 (barco de investigación <i>David Starr Jordan</i>)					
Fuera del ARCAA	marzo	0	—		0
En el ARCAA	abril	0	—		0
Total		0	—	8	0
Crucero 1062 (cerquero <i>Pacific Tradewinds</i>)					
América Central	abril-mayo	555	5	3	0
Crucero 1063 (cerquero <i>J. M. Martinac</i>)					
América Central	junio	1,790	88	0	—
Baja California	julio	654	64	11	1
Total		2,444	152	11	1
Crucero 1064 (cerquero <i>Cachita</i>)					
Baja California	septiembre	41	0	0	—
América Central	octubre	27	0	0	—
Total		68	0	0	—
Crucero 1065 (Barco de investigación <i>David Starr Jordan</i>)					
Oeste de las Islas Galápagos	septiembre	0	—	14	0
Crucero 1066 (cerquero <i>Marco Polo</i>)					
Sudoeste de las Islas Revillagigedo	noviembre	222	29	0	—
Fuera de la costa de México	noviembre	2,968	101	0	—
Total		3,190	130	0	—

Cruceros con base en el
Ecuador (varios barcos
de carnada)

Ecuador	abril-diciembre	44	4	201	22
---------	-----------------	----	---	-----	----

Todos los cruceros

Total		6,301	291	237	23
-------	--	-------	-----	-----	----

Las áreas de liberación y recaptura de los peces en los Cruceros 1063 y 1066 se presentan en las Figuras 14, 15, 16 y 17. Ninguno de los peces liberados frente a la América Central (Fig. 14) o fuera de la costa frente a México (Fig. 17) fueron recapturados al norte de los 22°N o al sur de 1°N, y solo se recapturaron cuatro fuera del ARCAA. Todos los peces menos dos liberados frente a Baja California (Fig. 15) fueron recapturados al norte de los 22°N. La mayor parte de los peces liberados al sudoeste de las Islas Revillagigedo (Fig. 16) fueron recapturados en la vecindad de estas islas o frente a Baja California.

Dos de los retornos fueron de peces recapturados por palangreros japoneses. Estas son solamente la cuarta y quinta marca retornadas de peces capturados por barcos palangreros. Los retornos recibidos hasta la fecha de palangreros son las siguientes:

Especie	Liberación			Recaptura		
	Area	Fecha	Longitud	Area	Fecha	Longitud
A. amarilla	7°12'N-78°58'W	abril 22, 1959	525 mm	1°40'N-97°42'W	abril 15, 1962	1279 mm
Barrilete	27°14'N-114°50'W	sep. 22, 1961	?	2°53'N-151°37'W	abril 5, 1963	ca.700 mm
Patudo	Cadillac Bank	mayo 12, 1967	500 mm	4°32'N-107°50'W	junio 18, 1969	1280 mm
A. amarilla	9°19'N-105°05'W	nov. 21, 1971	1030 mm	4°36'N-106°46'W	julio 31, 1972	ca.1000 mm
A. amarilla	14°30'N-94°18'W	junio 19, 1971	800 mm	1°54'N-98°26'W	nov. 8, 1972	1100 mm

Se proyectaron dos cruceros fletados en 1972. El primero fue un crucero en un barco de carnada frente a Baja California y el segundo un crucero en una embarcación de cerco fuera del ARCAA. El primero se llevó a cabo para obtener datos con el fin de determinar hasta que punto se mezclan los atunes aleta amarilla frente a Baja California (si es que existe alguna mezcla) con aquellos fuera del ARCAA, ya que se han marcado muy pocos peces en esta área desde que empezó la pesca fuera del ARCAA. No se capturaron peces en esta área, así que el barco prosiguió a las Islas Revillagigedo, donde la pesca fue solo ligeramente mejor, y luego regresó a puerto. El segundo se realizó para obtener otros datos con

los cuales estudiar la mezcla de los peces fuera del ARCAA con aquellos dentro del área. Poco tiempo después de que el barco zarpó, se recibió un mensaje por radio que la pesca era extremadamente mala fuera del ARCAA así que se pescó justamente dentro del área en la vecindad de los 9°N-118°W donde se marcaron cerca de 3,600 peces.

Además de estos dos cruceros, un empleado de la Comisión del Atún y uno del U.S. National Marine Fisheries Service abordaron un cerquero en uno de sus viajes regulares de pesca para obtener muestras de sangre para los estudios de serología. Además de obtener las muestras de sangre, pudieron marcar algunos atunes aleta amarilla, en su mayoría fuera del ARCAA, y unos pocos barriletes, todos frente al Ecuador.

La cantidad de peces liberados y la cantidad de retornos hasta ahora son las siguientes:

Area de liberación	Fecha de liberación	Aleta amarilla		Barrilete	
		liberados	retornados	liberados	retornados
Crucero 1067 (barco de carnada <i>Invader</i>)					
Islas Revillagigedo	julio	15	1	0	—
Crucero 1068 (cerquero <i>Mary Antoinette</i>)					
Fuera de la costa de México	julio-agosto	3,599	16	0	—
Islas Revillagigedo	agosto	215	1	0	—
Total		3,814	17	0	—
Crucero 1069 (cerquero <i>Gemini</i>)					
Fuera del ARCAA	agosto-octubre	177	1	0	—
Ecuador	noviembre	23	0	48	0
Total		200	1	48	0
Cruceros basados en el Ecuador (barco de carnada)					
Ecuador	noviembre	1	0	0	—
Todos los cruceros					
Total		4,030	19	48	0

Las áreas de liberación de 1 grado de aleta amarilla se presentan en la Figura 18.

Se ha dirigido considerable esfuerzo hacia el análisis de las migraciones del aleta amarilla marcado frente a la costa meridional de México en 1960 y 1969. No existen métodos completamente satisfactorios para el análisis cuantitativo, lo que ha hecho que el estudio sea más difícil. Se han usado tres métodos antiguos, el método de mapa, el método Skellam y el método de Jones, además de un método nuevo, el método de la varianza-covarianza

concebido por el Dr. Brian J. Rothschild del U.S. National Marine Fisheries Service. Cada uno ha sido usado en su forma original y modificado para corregir las diferencias en la distribución espacio-temporal del esfuerzo de pesca. Los métodos del mapa, de Jones y de la varianza-covarianza son útiles y cada uno presenta información complementaria a la de los otros métodos. El método de Skellam parece ser menos útil.

Parece que los desplazamientos de los peces marcados en 1960 hubieran sido fuertemente orientados ya que los peces liberados en marzo-abril frente a Acapulco migraron en su mayoría hacia el noroeste y los peces liberados en agosto frente a Manzanillo se desplazaron en su mayoría hacia el sudeste. Sin embargo, esto fue causado probablemente en su mayor parte por la distribución del esfuerzo de pesca. El esfuerzo se distribuyó más ampliamente en 1970, y parece que los movimientos de los peces liberados en 1969 hubieran sido mucho menos orientados. Los resultados obtenidos según el método varianza-covarianza indicaron, sin embargo, que el desplazamiento de los peces no fue aleatorio. Los peces pequeños liberados en las áreas de Acapulco y en los 10°N - 100°W en 1969 migraron al área de Manzanillo aproximadamente a principios de febrero 1970. Sin embargo, los peces medianos y grandes liberados en las mismas áreas en el mismo año tuvieron la tendencia a migrar al sudeste durante el primer semestre de 1970. Los diagramas preliminares de las áreas de liberación y recaptura de los peces marcados en 1969 se indican en las Figuras 10-13 del Informe Anual de la Comisión de 1970.

El primer borrador de un manuscrito en el que se describen estos estudios ha sido terminado.

Un estudio que trata de los índices de pérdida de las marcas de dardo del aleta amarilla, según se han estimado de los experimentos de marcación doble iniciados durante 1963, 1965 y 1969, fue publicado en la serie de boletines de la Comisión.

Un manuscrito en el que se discuten los métodos para marcar atunes capturados en embarcaciones de cerco y de carnada está casi listo para su publicación. En este manuscrito se describen detalladamente los métodos para marcar peces capturados en embarcaciones de cerco. Los porcentajes de retorno de peces marcados, capturados tanto por cerqueros como barcos de carnada, sujetos a varias combinaciones de tratamientos, fueron probados estadísticamente para determinar los efectos de los tratamientos. Los porcentajes de retorno del aleta amarilla fueron diferentes entre los lances o fechas de liberación, y fueron superiores respecto a los peces con doble marca, peces grandes y peces marcados tan pronto como fue posible durante cada lance. Con relación al barrilete los porcentajes de retorno se diferenciaron entre las fechas de liberación, y fueron superiores para peces con una sola marca y peces marcados en cunas de marcado con plástico.

Los estudios de las migraciones y mortalidad de los peces marcados

frente a la costa meridional de México, frente a la América Central, frente a la boca del Golfo de California y cerca de las Islas Revillagigedo fueron iniciados tarde en el año, y se usarán los métodos de análisis empleados en el estudio mencionado anteriormente de las migraciones de los peces marcados frente a la costa meridional de México en 1960 y 1969, en el Boletín de la Comisión del Atún, Volumen 15, Número 4.

Estudios de la subpoblación

El año pasado, los científicos continuaron con la investigación sobre la aplicación de las técnicas bioquímicas y morfométricas en la estructura poblacional del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental.

Las técnicas bioquímicas han incluido principalmente el uso de sistemas hereditarios proteínicos de la sangre y otros tejidos de esta especie. Aunque se ha examinado un gran número de sistemas, solo los sistemas de transferina y esterase han sido útiles hasta ahora. Los problemas de muestreo asociados a este estudio han sido discutidos en informes anuales anteriores, y por lo tanto no se han de repetir aquí.

Se han examinado grandes cantidades de muestras durante el año, y parece que en algunos casos el sistema de transferina en el aleta amarilla exhibe heterogeneidad en la muestra. Esta heterogeneidad ha sido observada mediante una técnica iterativa, progresiva, para separar los componentes de una muestra individual en grupos de frecuencia de talla específica. La siguiente tabla indica los resultados de tal análisis de dos muestras obtenidas frente a Costa Rica:

Muestra	Intervalo de talla (cm)	N	Frecuencia de Transferrina A	Proporción de mezcla	Fecha de entrada en la pesca de los peces de 40 cm
G-154	64-76	200	0.705	—	junio-septiembre 1972
Subserie 1	64-69	67	0.709	—	agosto-septiembre 1972
Subserie 2	70-76	133	0.703	—	junio-julio 1972
G-155	91-115	174	0.738		julio 1970-marzo 1971
Subserie 1	91-103	85	0.776	1	noviembre 1970-marzo 1971
Subserie 2	104-115	89	0.702	1	julio 1970-noviembre 1970

La muestra de peces pequeños, G-154, cuando se divide en subseries, basadas en la talla, parece que sea homogénea con una media de 0.705 y una amplitud de 0.703-0.709. La segunda muestra, G-155, de peces más grandes parece heterogénea basada en dos subseries, la media en este caso es 0.738 y la amplitud 0.702-0.776.

Con el fin de aumentar la información de una muestra de peces, obtenida para realizar el análisis bioquímico, los científicos han empezado a coleccionar tanto datos morfométricos como genéticos (bioquímicos) de un mismo pez. Se obtuvieron nueve muestras de este tipo durante 1972:

Muestra	Localidad		Nominal	Muestras de sangre	Muestras morfométricas
G-150	25°29'W	113°35'W	Bancos locales	200	184
G-151	2°05'S	81°00'W	Ecuador	286	51
G-152	2°05'S	81°00'W	Ecuador	156	49
G-153			Isla Socorro (carnada)	156	118
G-154	9°00'N	86°20'W	Costa Rica	200	23
G-155	8°00'N	85°20'W	Costa Rica	179	94
G-156	8°14'N	119°33'W	límite del ARCAA	200	44
G-157	18°15'N	110°30'W	frente a Isla Socorro (cerquero)	203	102
G-158	varias		Clipperton zona quebrada	196	50

Se aplicó la técnica iterativa, incremental, a cada una de las nueve muestras para descubrir la heterogeneidad relacionada a la talla. Estas subseries homogéneas se usaron luego para hacer comparaciones entre los componentes morfométricos en varias áreas de pesca.

Se midieron las siguientes características morfológicas en cada atún aleta amarilla (Fig. 19). 1) longitud total (TL), 2) del hocico a la inserción de la 1° aleta dorsal (S-1D), 3) hocico a la inserción de la 2° aleta dorsal (S-2D), 4) hocico a la inserción de la aleta anal (S-A), 5) hocico a la inserción de la aleta ventral, 6) longitud de la cabeza (HL), 7) inserción de la 1° aleta dorsal a la inserción de la 2° aleta dorsal (1D-2D), 8) inserción de la aleta ventral a la inserción de la aleta anal, 9) inserción de la 1° aleta dorsal a la inserción de la aleta anal (1D-A).

Además se usaron en los análisis siguientes varias combinaciones funcionales de las nueve variables originales. Parece que dos de estas variables, transformadas, tienen un efecto potencial en el procedimiento de discriminación discutido más tarde en este informe. Estas son: 1) inserción de la 2° aleta dorsal a la inserción de la aleta anal, 2) área del triángulo cuyos tres lados son a) hocico a la 2° dorsal, b) 2° dorsal a la anal, c) hocico a la anal.

Se realizaron tres series de análisis con los datos morfométricos obtenidos de estas muestras. Primero, por cada individuo muestreado, las medidas usadas morfométricas tuvieron que corregirse con relación a aquellas que se esperaba aparecieran en un pez de longitud total normal. Se hicieron pruebas referentes a la validez de los factores de corrección lineal. Se determinó que dentro del radio observado de las longitudes totales, las correcciones lineales eran apropiadas en cuanto a cada una de las variables morfométricas usadas.

Segundo, se examinó la estructura varianza-covarianza entre las muestras de los datos morfométricos corregidos, mediante la técnica estadística multivariable del análisis canónico. El análisis indicó que las mues-

tras tienden a alcanzar la máxima separación a lo largo de un eje originado por un contraste lineal de dos medidas cortas (hocico a la primera dorsal y primera dorsal a la segunda dorsal) con tres medidas largas (hocico a la 2° dorsal, hocico a la anal, y 1° dorsal a la anal). Parece que exista una inclinación definida norte-sur de las muestras a lo largo de este eje. Las muestras meridionales se distinguen de las muestras del norte por el dominio relativamente más fuerte de las medidas más cortas sobre las medidas más largas. Esta hipótesis se afirma aún más por el hecho que la distancia normalizada entre la 2° aleta dorsal y la aleta anal en las muestras ecuatorianas es claramente más corta que en las muestras septentrionales y las de Costa Rica.

El análisis indicó además que las muestras alcanzaron una separación significativa a lo largo del segundo eje, independiente del primero, que fue originada por un contraste lineal de la longitud de la cabeza a varias dimensiones exteriores del cuerpo. Las muestras del norte y meridionales se distinguieron asimismo de todas las otras muestras a lo largo del segundo eje, reflejando las primeras, en promedio, respecto a las otras muestras, una longitud más corta de la cabeza con relación a las dimensiones exteriores seleccionadas del cuerpo.

En conclusión, la estructura varianza-covarianza entre las muestras fue examinada por medio del análisis de los componentes principales. El análisis indicó que los patrones básicos de crecimiento del aleta amarilla pueden ser diferentes entre los extremos norte y sur de la pesquería, pero los patrones parecen muy uniformes en estas dos regiones. Los resultados del análisis en las muestras tienden a suplementar aquellos obtenidos según el análisis de entre las muestras, informado anteriormente.

Es alentador observar la similitud de los resultados obtenidos con las técnicas bioquímicas y morfométricas. Se proyecta obtener otras muestras en 1973 para obtener comparaciones. Se le dará una importancia especial al muestreo en los extremos norte y sur de la pesquería para evaluar la heterogeneidad observada, hasta ahora, entre estas áreas.

El hecho de que un grupo modal individual en la pesca pueda ser genéticamente heterogéneo según lo sugieren los datos morfométricos y genéticos, crea algunos problemas muy interesantes respecto a la estimación del crecimiento y de la fuerza de la generación anual de los datos frecuencia-talla. Se están evaluando los efectos de tales condiciones.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA DEL ATUN

Pesca con palangre en el Pacífico oriental

Existe a través de todo el Pacífico una pesca palangrera bastante extensiva de atunes y peces espada. Aparentemente en el Pacífico oriental esta flota palangrera pesca como lo hace la pesca epipelágica, sobre las

mismas existencias de atún aleta amarilla. Con el fin de evaluar la interacción que existe entre las dos pesquerías correspondiente al atún aleta amarilla, como también los cambios que puedan ocurrir en las existencias de atunes y peces espada en el Pacífico oriental, se está llevando a cabo un estudio sobre la pesca palangrera japonesa en el área al este de los 130°W. El Dr. Chiomi Shingu del Far Seas Fisheries Research Laboratory de la Oficina Japonesa de Pesquería, ha estado trabajando en este problema con los científicos de la CIAT en la Jolla desde septiembre de 1972. El estudio es esencialmente para poner al corriente y ampliar un trabajo anterior realizado en colaboración entre los científicos japoneses y los de la Comisión. Los investigadores que están encargados de este proyecto están actualmente examinando la distribución geográfica de la captura y esfuerzo, las tendencias de la abundancia aparente y los cambios temporales en la composición de la captura palangrera.

Un estudio preliminar en el que se incluye el pez aguja rayado, azul y negro, pez espada, pez vela y pez aguja corta (short-billed spearfish) para el período 1956-1970, fue terminado a mediados de 1972, y los resultados fueron presentados en el Simposio Internacional de Peces Espada, celebrado en Hawai en agosto. Este estudio será publicado muy pronto en la serie de Informes Especiales del U.S. National Marine Fisheries Service.

Hábitos reproductivos de los atunes

En 1972, se examinaron otras muestras de los ovarios de los atunes aleta amarilla, especialmente del área occidental del ARCAA. Desafortunadamente como la flota ha concentrado su esfuerzo en esta área en el tercer trimestre del año, es difícil comparar los resultados con estudios anteriores en las áreas tradicionales "cercanas al litoral" para las que se tenían muestras mucho mejores.

Respecto al aleta amarilla capturado fuera del ARCAA, se han calculado los índices gonosamátidos de 105 hembras en el segundo trimestre del año, 563 hembras en el tercer trimestre y 118 en el cuarto trimestre. Los porcentajes de hembras de esta especie con índices gonosamátidos de 45 o más (que se considera representan las hembras de atún en una etapa avanzada de madurez sexual) son 15.2%, 27.7% y 19.5% respectivamente. Estos porcentajes son considerablemente superiores (con algunas excepciones dudosas) a aquellos de cualquier trimestre de los estudios anteriores que eran mucho más extensivos. Sin embargo, no es seguro que esto signifique una mayor actividad de desove que en las áreas cercanas a la costa. Las muestras usadas en el estudio anterior provinieron principalmente de barcos de carnada, mientras que las muestras del estudio en curso provienen exclusivamente de embarcaciones de cerco. Además, existen otros cambios significativos en la pesca que pueden haber complicado las cosas.

De todos modos, parece que la madurez sexual del aleta amarilla en el área fuera del ARCAA es más avanzada en el tercer trimestre que en el segundo o cuarto, pero la situación en el primer trimestre se desconoce debido a la completa falta de muestras durante ese período.

Según las muestras obtenidas hasta ahora, parece que la temporada de puesta del aleta amarilla muestreado fuera del ARCAA, es más similar a la del aleta amarilla de las Islas Revillagigedo, Banco de Shimada y costa meridional de México, que la temporada de puesta del aleta amarilla proveniente de la América Central y la Isla Clipperton.

Hábitos alimenticios de los atunes

Los hábitos alimenticios de los atunes en el Pacífico oriental fueron estudiados extensivamente por la Comisión durante el decenio de 1950, cuando la pesca no se había extendido tanto como hoy día hacia mar afuera. Como la composición de la agrupación de peces pelágicos, crustáceos y cefalópodos en las áreas fuera de la costa, recientemente explotadas, se distinguen considerablemente de aquella cerca al litoral, la Comisión empezó a recolectar hace varios años estómagos de atunes de las áreas fuera de la costa para comparar su contenido con aquel del estudio previo.

Hasta ahora los análisis del contenido de los estómagos de unos 2,200 peces indican diferencias marcadas en la clase de alimentos ingeridos por los atunes aleta amarilla en las áreas fuera de la costa, según se comparan con aquellos de aguas costaneras. Aunque el aleta amarilla ingiere peces, crustáceos y cefalópodos en estas dos áreas, la proporción relativa de estas tres categorías de alimento no es la misma. En las aguas fuera de la costa, esta especie ingiere principalmente peces y cefalópodos, formando los crustáceos solo una pequeña parte, mientras que en las aguas costaneras los crustáceos se encuentran con mucho más frecuencia en los estómagos de los aleta amarilla.

Primeras fases del ciclo vital de los peces espada y atunes

En 1972, uno de los científicos de la Comisión participó en un estudio de un grupo de trabajo sobre los huevos, larvas y juveniles de los peces espada, establecido por el Comité de Expertos de la FAO para la Facilitación de la Investigación de los Atunes. Las larvas de los peces espada, otras que no sean las de *Xiphias gladius*, son difíciles de identificar. Los objetivos principales del estudio fueron (i) discutir la condición de la identificación de las larvas, (ii) evaluar los caracteres usados en la identificación, y (iii) establecer las pautas para estudios futuros. Un informe sobre el estudio relativo a éstos y otros tópicos adicionales será preparado para el Comité de Expertos de la FAO para la Facilitación de la Investigación de los Atunes.

Durante 1972, se terminó la labor de identificar las larvas de atún de las recolecciones de zooplankton realizadas durante la expedición EASTRO-

PAC. Se ha presentado gráficamente en dos volúmenes del ATLAS EAS-TROPAC (National Marine Fisheries Service, Circular No. 330) la distribución de las larvas de varios de los cruceros realizados anteriormente. Otro volumen del atlas se encuentra en la imprenta y se están preparando otros más.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL ATUN

Al estimar las funciones de producción de los atunes en el Océano Pacífico oriental, una gran cantidad de variabilidad observada alrededor de las líneas del promedio de captura no puede explicarse completamente como debida a los cambios en el esfuerzo de pesca. Se piensa que alguna parte de esta variabilidad se relaciona a los cambios de las condiciones oceánicas. Con el fin de explicar y pronosticar la parte de variabilidad debida a las condiciones oceanográficas, es necesario tener conocimiento de los océanos y de las interacciones que allí se encuentran. Viene a ser progresivamente evidente que para conocer en gran escala dichos procesos oceánicos, debe obtenerse y analizarse información ambiental en forma corriente.

Proyecto "Little Window"

El proyecto y los objetivos detallados del experimento de calibración de los satélites han sido descritos en el informe anual de 1971. Reanudado brevemente, el Proyecto Little Window 2 (LW-2), fue una investigación internacional cooperativa realizada en el Golfo de California en mayo de 1971, para evaluar las características de los captadores y de los factores de calibración necesarios para convertir las imágenes térmicas infrarrojas de los satélites NASA y NOAA a temperaturas realísticas de la superficie del mar. Las observaciones experimentales obtenidas durante el estudio de 7 días se encuentran todas incluidas en el Informe Interino No. 5 de la Comisión. La gran cantidad de datos y observaciones obtenidas mediante este esfuerzo interdisciplinario hace que el estudio de LW-2 sea el trabajo más completo realizado hasta ahora por los científicos sobre la calibración de los satélites.

El análisis detallado de la mayoría de estos se hizo a fines de 1971 y 1972, y están descritos en un informe publicado en 1972. Uno de los objetivos del estudio fue evaluar la calidad de los datos del satélite NOAA-1 mediante la comparación con las observaciones de la superficie obtenidas por métodos convencionales. Un análisis incluía una correlación espacial de la lectura directa de los datos infrarrojos (direct readout infrared (DRIR)) del satélite, que habían sido recibidos por un receptor de transmisión automática de fotografía (automatic picture transmission (APT)) que archiva en cinta magnetofónica la lectura infrarroja (stored readout infrared (SRIR)) de uno de los sistemas sofisticados de la adquisición de datos del National Environmental Satellite Services (NESS). Debido a que el

mismo explorador (scanner) obtiene información de los datos de salida tanto de la lectura directa (DRIR) como de la archivada (SRIR), las diferencias estadísticas observadas entre las dos series de datos son el resultado de una combinación de factores técnicos, incluyendo varias clases de interferencias ("noise") superimpuestas sobre las series de datos. Una comparación de estos datos provee una estimación sobre el grado en que pueden ser afectados los datos originalmente idénticos debido al procesamiento de los datos y/o las técnicas empleadas de transmisión. Para obtener una estimación de la importancia del margen litoral/mar en la determinación del grado de correlación, se hicieron dos comparaciones. Un análisis empleó los datos que abarcan las márgenes litoral/mar frente a la costa occidental de México y Baja California y el segundo análisis empleó solamente los datos del Golfo de California. La media del coeficiente de correlación para la serie de datos pares de ocho órbitas fue 0.92 con un número medio de observación de $\bar{N} = 6,128$. En contraste la media equivalente al coeficiente de correlación de la serie de datos del Golfo de California, solo produjo 0.24, con $\bar{N} = 664$ observaciones. Los coeficientes pequeños encontrados para las ocho series de datos oceánicos indicaron que lejos del fuerte gradiente termal litoral/mar, la variabilidad horizontal de las temperaturas superficiales del mar tuvo el mismo orden de magnitud que la interferencia ("noise") sobrepuesta de los datos. Debido a las diferencias cumulativas en la serie de datos SRIR y DRIR, las dos clases de datos deben considerarse como fuentes separadas y usarlas de esa manera. Se espera que los cambios subsiguientes en el procesamiento de los datos SRIR y DRIR por NESS mejoren el acuerdo interno, permitiendo de esta manera que estos datos puedan intercambiarse, cuando sea necesario.

En otro análisis basado en correlaciones de pautas, el propósito fue de estimar el error de los datos del satélite debido a la interferencia electrónica, etc. comparando estadísticamente los datos infrarrojos obtenidos a bordo del barco de investigación *David Starr Jordan* del NMFS con un termómetro de radiación de precisión (precision radiation thermometer (PRT)) y los datos de SRIR del vehículo espacial NOAA-1. El índice de error se denomina error cuadrático medio (ecm) y es el ecm de las diferencias en temperatura de las dos series de datos. Basados en los datos del PRT y de seis vuelos del satélite, el ecm fue 1.09°C lo que concuerda muy bien con los valores obtenidos de NESS. Un análisis similar de los datos del PRT obtenidos por el *David Starr Jordan* y el avión produjo un ecm de 0.94°C .

Datos oceanográficos recibidos de los vehículos espaciales

Debido a que parece que los frentes oceánicos juegan un papel importante en la distribución y en el comportamiento de migración de los atunes de alta mar, la posibilidad de vigilar los límites frontales, principales, sobre

una base sinóptica puede suministrar información ambiental por medio de la cual se puede aumentar la precisión del programa administrativo. Por primera vez, en 1971 los científicos de la Comisión empezaron a investigar la posibilidad de usar datos de los satélites para elucidar la localidad y carácter de los frentes superficiales. Durante 1972, se continuó el desarrollo subsiguiente de los programas de cómputo que aumentarían el valor de la intensidad de los gradientes termales e indicarán la localidad de los frentes termales de una manera más gráfica. Un método que parece ser promisorio se ilustra en la Figura 20. Con esta técnica se determina el eje central de un frente, como también los perfiles fríos y calientes del frente. El arreglo dimensional doble de los valores de los gradientes, se enumera luego en forma geográfica. Las regiones que tienen aproximadamente la misma temperatura de agua tienen valores de los gradientes cerca a cero. Se espera que tales técnicas sean convenientes para usarlas cuando se tengan los datos de los satélites en forma más corriente.

Actualmente NESS y National Aeronautics and Space Administration (NASA) pueden suministrar una variedad de información, alguna en forma de cálculo y otra en forma de película, basada en datos infrarrojos y visuales de los satélites. La mayoría de este material está a la disposición de los investigadores interesados cuando hacen una solicitud formal. Sin embargo, debido a la gran cantidad de trabajo que tiene NESS, ellos solamente pueden suministrar semanalmente o mensualmente a las personas que los usan, mapas en gran escala de la temperatura superficial del mar. Debido a la gran diversidad de requisitos respecto a los datos de los satélites (es decir, en términos de abarcamiento, frecuencia, tipo, etc.) es importante obtener una fuente alternativa de datos de los satélites, como es la suministrada por el APT. Aunque el receptor APT se desarrolló originalmente para proveer un método de recepción que no fuera costoso de la imagen infrarroja y visual de una región local, la accesibilidad día a día de estos datos hace que estas observaciones sean una fuente importante de información para muchos estudios locales.

El receptor APT consiste de un radioreceptor de alta frecuencia, un osciloscopio, una grabadora, una antena de localización y, para las personas que deseen recibir imágenes infrarrojas, un adaptador infrarrojo. Cuando se quiera recibir imágenes del satélite se dirige la antena hacia la localidad en el horizonte a donde el satélite pronto ha de aparecer. Luego la antena gira electrónicamente con lentitud, según sea necesario para seguir la trayectoria del satélite a través del firmamento. Al seguir la trayectoria, el satélite puede exponer sobre una base corriente los datos en el osciloscopio y/o puede registrarlos en la grabadora para retransmitir los datos que han de estudiarse a un tiempo más conveniente.

El interés de la Comisión en el sistema receptor APT como instrumento útil en la pesca oceanográfica ha sido para desarrollar más com-

pletamente su capacidad como fuente de datos, mediante (1) modificaciones que dan más flexibilidad al registrar el conjunto de imágenes en la película, (2) el desarrollo de técnicas para la fotodigitalización de la película con el fin de obtener valores representativos de las temperaturas superficiales del mar y (3) el mejoramiento de la maniobra del receptor. Nuestra investigación inicial con el receptor APT ha sido descrita en el Informe Anual de 1971, como también un examen de los métodos usados para mejorar la calidad de las imágenes en las películas y la fotodigitalización. Durante el último año se ha obtenido un progreso considerable en el desarrollo de un sistema que facilitará para que el sistema receptor localice automáticamente un satélite durante su vuelo. Este sistema eliminará la necesidad de tener una persona presente cuando el receptor esté registrando los datos.

El sistema denominado un sistema programable localizador de antena (programmable antenna tracking system (PATS)) consiste de dos partes (véase Fig. 21). La primera parte produce sonidos de audiofrecuencia que han de colocarse en cintas magnéticas. La segunda parte lee estas instrucciones programadas de la cinta magnética y pone en actividad los motores que controlan la rotación de la antena. Antes de que pase el satélite el operador elige una cinta magnética "cassette" en la que se ha registrado antes una serie de instrucciones y la coloca en la grabadora. Se fija un reloj de mando (master clock) para que prenda el receptor APT y el PATS algunos minutos antes de que pase por encima el satélite. Cuando el satélite aparece sobre el horizonte se leen las instrucciones registradas en la cinta y se activan los motores de localización que controlan la rotación de la antena. (La información del satélite se registra en la grabadora del APT para ser retransmitida más tarde). Las instrucciones que han sido pre-registradas, pueden colocarse en la cinta durante una sesión de localización controlada manualmente de una pasada del satélite, que tenga una inclinación similar orbital, o según la información de la posición secuencial tabulada para la órbita del satélite a través del firmamento. La compacidad del sistema se debe al uso de los circuitos de transistores y pequeños relevadores. El costo del PATS es considerablemente inferior al de los sistemas regenerativos de localización usados en grandes antenas móviles.

Experimento de afloramiento costero

Durante los últimos 10 años, se ha renovado el interés y la actividad sobre el estudio de las interrelaciones complejas entre los niveles tróficos primario y secundario, y el ambiente que rodea las zonas costeras de afloramiento. Una amplia labor ha sido llevada a cabo por el International Biological Program (IBP) en la que los científicos de la Comisión participaron durante la Expedición Piquero de Scripps Institution of Oceanography (véase Informes Anuales de 1970 y 1971). Recientemente este interés en ecosistemas marinos ha encontrado estímulo y apoyo en el International

Decade of Oceanic Exploration (IDOE) recientemente iniciado, apoyado por el National Science Foundation.

El Programa de Análisis de los Ecosistemas del Afloramiento Costero tiene como objetivo principal el desarrollo de modelos de simulación del ecosistema de afloramiento, basado en submodelos realísticos de la dinámica física de la circulación y otros submodelos que describen la química de la nutrición en la zona costera de afloramiento. Debido a la necesidad de comprender la circulación en las zonas costeras de afloramiento, se proyectó un Experimento de Afloramiento Costero (Coastal Upwelling Experiment (CUE-1)) que fue terminado en agosto de 1972, en la aguas costeras frente a Oregon. Otros estudios más extensos y completos de los ecosistemas de afloramiento costero están en varias etapas de planeamiento para Baja California, el noroeste del Africa y Perú. Reconociendo que las zonas costeras de afloramiento en los océanos del orbe suministran la mayor parte de toda la productividad biológica de los océanos, los científicos de la Comisión participaron en CUE-I tomando un número limitado de medidas de las corrientes cercanas a la superficie y subsuperficiales en la zona costera de afloramiento en dos ocasiones en agosto de 1972. Los resultados de localizar y seguir el progreso de las anclas flotantes en el agua durante el primer crucero se presentan en la Figura 22. El movimiento del agua cerca al litoral es hacia el norte, mientras que el agua fuera de la costa se mueve hacia el ecuador. En contraste, el agua subsuperficial se dirige hacia el litoral a una velocidad apreciable. Un límite frontal, evidente según la convergencia de las líneas de contorno de la temperatura, salinidad o densidad (σ_t o σ_ρ), se relaciona a menudo con el afloramiento activo y tiene un papel importante en la dinámica de la circulación vertical y horizontal. El carácter del límite frontal durante el primer crucero puede verse en la Figura 23, junto con la localización de las anclas flotantes. En el recuadro superior las líneas 25.5 y 26.0 σ_t (sigma-t) contornean el frente cuando se curvan hacia la superficie. Una inversión termal que se extiende desde la costa cerca a la superficie hasta los 30-40 m de profundidad, aproximadamente 4 millas fuera de la costa, es una evidencia directa que el agua acaba de aflorarse y se está moviendo fuera de la costa y hundiéndose. Los datos de estos estudios forman la base para construir el siguiente modelo descriptivo de la circulación. La circulación horizontal en la zona de afloramiento costero consiste de dos ejes de la corriente, paralelos el uno al otro y a la costa. El agua cercana a la costa se mueve hacia el polo durante el proceso del afloramiento, y se mueve también fuera de la costa hacia el frente. El agua fuera del litoral del frente se desplaza hacia el ecuador y más lejos fuera de la costa mientras el agua más profunda se dirige a la costa. El frente converge con el agua aflorada que fluye debajo del frente y fuera hacia el mar. La circulación varía según los vientos de superficie y pueden producir un nuevo ciclo de afloramiento en 2 o 3 días después de que comienzan los vientos favorables.

El barrilete y la temperatura del mar

Se cree que el barrilete capturado en el océano Pacífico oriental desova en el Pacífico central. Como la cantidad de larvas de barrilete en una región de puesta aumenta con la temperatura, los años cálidos en el Pacífico central pueden dar como resultado índices superiores de la abundancia aparente en las pesquerías del Pacífico oriental. Se cree que los peces tengan de 1 a 2 años de edad cuando se reclutan, así que las variaciones en el desove o supervivencia de las larvas puede reflejarse en la pesca aproximadamente año y medio más tarde.

Se supone que las variaciones de la temperatura durante la temporada más fría tiene el mayor efecto sobre la duración de la temporada de desove o sobre las condiciones para la supervivencia de las larvas. Entre los 180° y 130°, donde se concentra el desove, las temperaturas a lo largo del ecuador son más bajas durante noviembre hasta febrero. Consecuentemente este período se seleccionó para calcular las anomalías anuales de temperatura (ΔT) que han de correlacionarse con los índices de la abundancia del barrilete al año siguiente (es decir, los datos del barrilete en 1972 con ΔT de noviembre 1970 a febrero 1971). Se usaron también dos estaciones isleñas en el Pacífico central cerca al ecuador: Isla Cantón (que ha funcionado desde 1950 hasta 1968) y la Isla Christmas (desde 1955). Las temperaturas en estas estaciones fueron medidas diariamente en contraste a las temperaturas ecuatoriales que fueron obtenidas irregularmente de unos pocos barcos mercantes que pasaban por esa región. La estación meteorológica de San Cristóbal, Galápagos (1954), está localizada lejos al este de la zona de desove, pero las temperaturas del período frío (junio-diciembre) registradas allí se encuentran altamente correlacionadas con aquellas de las estaciones del Pacífico central y a lo largo del ecuador. La amplitud de las variaciones estacionales de temperatura en San Cristóbal es muy superior, y por eso, puede proveer un índice mejor de las condiciones oceánicas que las del Pacífico central, donde los procesos atmosféricos y oceánicos en gran escala se encuentran representados por pequeñas fluctuaciones estacionales de temperatura que ocasionalmente quedan ocultos debido a los efectos locales. Parece que exista un desfaseamiento de los eventos oceánicos que proceden hacia el oeste desde el Pacífico oriental hasta el Pacífico central, lo que explica la diferencia en la sincronización. En relación a la abundancia del barrilete, la temperatura en San Cristóbal puede verse como un índice adicional de la temperatura del Pacífico central.

La hipótesis que ha de probarse es que las temperaturas superficiales del mar en las áreas de desove están relacionadas a la abundancia del barrilete en las áreas de pesca. Sin embargo se desconocen los factores causantes, aunque estos puedan incluir influencias en el éxito de desove en la supervivencia de huevos y larvas, en la sobrevivencia y migraciones de los jóvenes, o en la combinación de estos y otros factores. Los resultados de las pruebas de correlación se presentan en las Tablas 7-10. El coeficiente

de determinación (r^2) representa la proporción de variabilidad de los índices de abundancia explicados por la relación. Los períodos de tiempo varían debido a la disponibilidad de los datos de temperatura y a los grados de confiabilidad de los varios grupos de los datos de pesca. Los datos de los barcos de carnada se agrupan de A a E en orden descendente de confiabilidad (explicados en la parte inferior de la Tabla 7).

La Tabla 7 presenta los resultados de las pruebas de correlación de los índices de la abundancia (C/E = captura por unidad de esfuerzo) del barrilete por barcos de carnada y cerqueros de todas las áreas al este de los $150^\circ W$, con índices de temperatura superficial del mar (ΔT) y presión atmosférica al nivel del mar (ΔP) en Darwin (costa norte de Australia, octubre-marzo) aproximadamente año y medio antes. La temperatura ecuatorial del mar (180° - $80^\circ W$, 0° - $10^\circ S$, julio-junio) deducida según la pluviosidad de las Islas del Pacífico central y la presión de Darwin se usaron porque antes de 1949 no existían suficientes datos de la temperatura en el Pacífico central ecuatorial. Los datos de pluviosidad y presión se necesitaron para usar al máximo los datos cronológicos de los barcos de carnada, volviendo hasta 1934. Sin embargo, probablemente no se encuentran lo suficientemente relacionados a los sucesos en la región de desove para convertirse en buenos índices de las variaciones allí. La presión de Darwin es un índice de la "Oscilación Meridional", una fluctuación de la circulación atmosférica que se refleja en la variación de las diferencias de presión entre la célula de alta presión de la Isla de Pascua y la célula de baja presión de Djakarta (donde la estación de Darwin tiene los datos más confiables). Cuando la presión es anormalmente alta en la Isla de Pascua, es anormalmente baja en Darwin, lo cual da como resultado agua superficial más fría y muy poca lluvia en la zona ecuatorial. Lo contrario resulta en aguas más cálidas, incluyendo "El Niño" en casos extremos, y aumento de pluviosidad. Los coeficientes de correlación (r) en la Tabla 7 son todos estadísticamente significativos. Con relación a los datos desde 1951, en los que el esfuerzo está basado en los cuadernos de bitácora, los valores r^2 varían de 0.34 a 0.64 con un promedio de 0.50, indicando que aproximadamente la mitad de la variación en la C/E puede atribuirse a las variaciones de temperatura.

Existen ciertos problemas al usar la captura por unidad de esfuerzo del barrilete como un índice de la abundancia relativa debido a que el esfuerzo de pesca se dirige tanto hacia al aleta amarilla como al barrilete. La proporción de esfuerzo que se dirige al barrilete varía entre los años. La forma más sencilla para evitar el problema es considerar solamente las capturas, y corregir la tendencia ascendente, atribuida al aumento de la capacidad de la flota, por medio del cálculo de las razones de desviación anual (la desviación de la línea de tendencia dividida por el valor de la línea de tendencia). Los resultados de las pruebas de correlación de las razones de desviación de los índices de la captura total y temperatura se

presentan en la Tabla 8. Dos de las tres pruebas son significativas, aunque los valores r^2 son bajos (0.29 y 0.36).

Un modo mejor de reducir al mínimo el efecto del esfuerzo sobre el aleta amarilla es mediante la exclusión de las áreas donde el esfuerzo registrado o la C/E del barrilete fueron comúnmente bajos, y calcular los índices de abundancia según los datos de las áreas restantes, designadas como áreas de barrilete. Después de excluir dichas áreas, quedaron 15 áreas de 5° donde una alta proporción de esfuerzo actualmente fue para el barrilete. Los datos de las 15 áreas fueron procesados de dos maneras para obtener índices diferentes: la primera (C/E), que incluye el efecto de la concentración de los barcos en los peces, se obtiene al dividir la captura total registrada por el esfuerzo total registrado en el año en las áreas seleccionadas; la segunda reduce al mínimo el efecto de concentración al promediar trimestralmente la media de los valores de la C/E de cada área de 5°. Se indican en la Tabla 9 los resultados de las pruebas de correlación de estos índices de las temperaturas del mar y los datos de la C/E de los cerqueros durante 1961-72. Todas las correlaciones son significativas. Para la C/E, los valores r^2 fluctúan de 0.51 a 0.59; el promedio de la C/E, considerado el índice más confiable, produce valores más bajos, fluctuando de 0.37 a 0.44. La Figura 24 ilustra la relación entre el promedio de la C/E y ΔT a lo largo del ecuador.

Otro método para reducir al mínimo el efecto del esfuerzo sobre el aleta amarilla en los índices de abundancia del barrilete, es el de Joseph y Calkins (1969, Boletín 13(1) de la CIAT). Está basado en la exclusión variable, de cada año, de las áreas de 1° donde la proporción del barrilete en las capturas es baja con relación al aleta amarilla. Se calcularon dos índices: la captura por unidad de esfuerzo de áreas seleccionadas de 1° (C/E) y el índice de abundancia ponderado (U..). Estos fueron probados contra los datos de la temperatura del mar, y los resultados se presentan en la Tabla 10 (los índices de 1972 no han sido aún calculados). Las correlaciones son significativas en tres o cuatro células, pero en los años de los barcos de carnada las correlaciones que corresponden al U.. se aproximan a cero. Esta diferencia puede explicarse, en parte, por el hecho de que la cantidad de áreas de barrilete con relación a la cantidad total de áreas que han sido pescadas durante el período 1951-65, fue muy alta en 1956 y relativamente baja en 1959, y el U.. se pondera de acuerdo a esta proporción.

De las 31 pruebas de la relación hipotética entre varios índices de la abundancia del barrilete y los de la temperatura del mar y la presión atmosférica año y medio antes, 28 son significativas. Únicamente para las embarcaciones de cerco fueron significativas todas las 15, con valores r^2 fluctuando de 0.37 a 0.63 con una media de 0.47. La correspondencia de estos resultados apoya la hipótesis de que existe una relación entre la

abundancia del barrilete en el Pacífico oriental y la temperatura del mar en el Pacífico central ecuatorial.

Sin embargo, es muy posible que la temperatura en sí misma no sea el factor causante, principal, pero puede solamente reflejar las fluctuaciones en intensidad y carácter de las corrientes ecuatoriales y las zonas asociadas de convergencia y divergencia. Estas variables pueden influir en el transporte o migración y sobrevivencia de los peces jóvenes que entran en las áreas de pesca del Pacífico oriental de las áreas de desove del Pacífico central. La abundancia de las larvas parece estar relacionada a la temperatura del mar, así que un número de factores interrelacionados puede influir en el reclutamiento debido a los efectos sobre el desove, sobrevivencia, transporte o migración.

El atún aleta amarilla y la temperatura del mar

Se probaron varios índices de la abundancia del atún aleta amarilla contra las temperaturas de la superficie del mar, en las áreas principales de pesca en el ARCAA, para ver si existía alguna relación. Los trabajos anteriores no han indicado correlación alguna, pero se pensó que valdría la pena volver a probar usando los datos más recientes. Se consideraron solamente los años de las embarcaciones de cerco desde 1961-72. Con la intención de compensar los efectos de la reglamentación en el esfuerzo, se calcularon los índices de la abundancia y temperatura de los 6 primeros meses solamente. Ninguna de las correlaciones fue significativa. Los resultados de los análisis anteriores por lo tanto quedaron justificados, es decir, las fluctuaciones anuales independientes de la pesca, de la abundancia aparente del aleta amarilla, no se relacionan a las temperaturas actuales de la superficie del mar en las regiones de pesca.

Distribución fuera del ARCAA del atún aleta amarilla

En 1972, se comenzó una investigación de la distribución de las capturas de aleta amarilla fuera del ARCAA. Desde 1970, varios de los grandes cerqueros han pescado en esta área después de la clausura de la pesca irrestricta del aleta amarilla en el ARCAA. La mayoría de las capturas se distribuyen en una zona latitudinal centralizada a lo largo de los 10°N entre los 7°N y 13°N, extendiéndose entre el límite del área reglamentaria a los 120°W y los 140°W. La mayor parte del esfuerzo se realiza de mayo o junio a noviembre. La captura por unidad de esfuerzo durante 1970 y 1971, fue entre 8 y 10 toneladas por día durante junio-septiembre y se redujo a 4 toneladas por día en el período octubre-noviembre.

Tres variables que en parte pueden influir en esta distribución zonal de las capturas del aleta amarilla son el tiempo, la distribución de los delfines y las condiciones oceanográficas. Los pescadores no pueden calar sus redes debido al fuerte oleaje cuando los vientos exceden aproximada-

mente 15 nudos. Durante la temporada de pesca la zona intertropical de convergencia donde los vientos son débiles y variables, se localiza cerca a los 10°N entre los vientos alisios de nordeste y sudeste donde el oleaje comúnmente es muy fuerte para calar las redes. Como la mayoría de los lances se realiza sobre delfines, su distribución debe también determinar la de la captura del aleta amarilla. La zona de pesca se ubica a lo largo del extremo septentrional de la contracorriente ecuatorial, que es una región de divergencia, afloramiento y productividad. Puede que tanto los delfines como los aleta amarilla se congregan allí debido al abastecimiento posible de alimentos.

Se continuará con la investigación de las interrelaciones del aleta amarilla, delfines, condiciones meteorológicas y oceanográficas en esta área fuera de la costa, para tratar de comprender el porqué la pesca es buena en esta zona latitudinal pero aparentemente pobre al norte y sur.

CONDICION DE LAS EXISTENCIAS DEL ATUN ALETA AMARILLA EN 1972 Y PERSPECTIVAS PARA 1973

ATUN ALETA AMARILLA

Por medio de los trabajos anteriores, el personal de la Comisión pudo obtener las estadísticas de captura y esfuerzo de la pesca de atún aleta amarilla y barrilete en el Pacífico oriental desde 1934. Se ha continuado con esta serie de datos y se mantiene al corriente por medio de un programa de recolección de datos de los cuadernos de bitácora. Además, se han obtenido los datos sobre la composición de talla de la captura desde 1954.

Estos datos se utilizaron en modelos matemáticos para pronosticar el efecto que tiene la explotación sobre la abundancia del atún aleta amarilla. Se estimó que las existencias de esta especie en el Pacífico oriental pueden, en promedio, sostener una producción máxima de unas 95,000 toneladas cortas ($\pm 10,000$ toneladas) con un esfuerzo de pesca de aproximadamente 35,000 días, medido en unidades normales de barcos de carnada. Antes de 1960, la pesca nunca excedió este límite máximo. Sin embargo, en 1960 y 1961 cuando los barcos de la flota fueron reacondicionados de barcos de carnada a embarcaciones con redes de cerco y por lo tanto aumentaron su potencia pesquera por un factor cerca al doble, la captura ascendió a 122,000 y 116,000 toneladas cortas respectivamente. Basados en el modelo se estimó que durante 1962 la abundancia del aleta amarilla debía reducirse fuertemente y aún si el esfuerzo permanecía alto la captura debía también reducirse. Esto en realidad sucedió y durante 1962 y 1963, aún con más esfuerzo, la captura se redujo aproximadamente a unas 80,000 toneladas y el avalúo de la abundancia del aleta amarilla se redujo correspondientemente. Basados en este modelo y en los sucesos pronosticables de pesca, fue que los investigadores de la Comisión recomen-

daron que la pesca del aleta amarilla del Pacífico oriental debía administrarse para prevenir más sobreexplotación.

Implícito a las suposiciones que se relacionan al uso de modelos matemáticos fue que las existencias de aleta amarilla explotadas en el área de pesca eran distintas e independientes de las existencias de los peces que se encuentran más allá del área de pesca. Los datos que fueron disponibles antes de 1960, que se relacionan a la estructura de las existencias, sugirieron que los peces explotados por la pesca eran diferentes a los del Pacífico central. La evidencia fue de dos tipos: (1) los datos morfométricos que sugirieron una partición aproximadamente a los 125-130°W de longitud; y (2) los datos de marcación que indicaron que no hubo recapturas en el Pacífico central de peces marcados en el Pacífico oriental. Aunque los datos sugirieron una separación de las existencias, no fueron determinativos, y no fue posible aclarar exactamente la naturaleza genética de la estructura de la población. Sin embargo, los resultados de los estudios en ese tiempo, considerados junto con la distribución geográfica de la pesca epipelágica de altura y la manera en que se podía pronosticar la reacción a la explotación del aleta amarilla en el área de pesca, sugirieron una división empírica entre los peces del Pacífico oriental y los del oeste. Consecuentemente, fue conveniente en ese entonces, según el punto de vista de la administración pesquera, considerar como una unidad administrativa a los atunes aleta amarilla que viven cerca al litoral (según se aplica a los modelos de población usados por la Comisión) compuestos de poblaciones de peces separadas de aquellas del oeste.

Aunque la Comisión recomendó las medidas administrativas para controlar la pesca del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental por primera vez en 1961, no fue posible que los países participantes cumplieran estas recomendaciones hasta 1966. En esa época se estableció una cuota de captura que se aplicó en el ARCAA. La pesca ha estado bajo administración desde 1966.

El modelo logístico, que fue usado para calcular la producción máxima sostenible y el esfuerzo necesario para obtenerlo, parece que pronosticó bastante bien la condición de pesca durante los años anteriores al programa administrativo. Después de 1965 sin embargo, las observaciones de pesca empezaron a desviarse bastante de los valores pronosticados por el modelo. Estas desviaciones son evidentes si se examinan las estadísticas de la CPDNP presentadas en la Figura 5. Estos datos indican una tendencia general ascendente en la CPDNP desde 1965 hasta 1968, seguida por una nivelación. Si las existencias estuvieron de acuerdo a los pronósticos del modelo, la CPDNP debía haber continuado baja desde 1965 hasta 1968. El aumento desde 1966 en la CPDNP puede ser el resultado de cambios reales en la abundancia del atún aleta amarilla que se encuentra disponible a la flota de superficie que maniobra en la ARCAA, o puede solamente

reflejar los cambios aparentes causados por factores diferentes a los de un cambio real en su abundancia. La determinación de ésto es importantísima, ya que si los cambios son reales, cambiarán las estimaciones de la producción continuada de las existencias del aleta amarilla.

Los científicos han examinado un número de factores que pueden contribuir tanto a los cambios de la abundancia aparente como real. Respecto a los cambios aparentes los investigadores han estudiado los cambios en la eficiencia, los cambios ambientales, la reducción de la temporada de pesca, los efectos de la interacción aleta amarilla-barrilete en la estrategia de pesca y los efectos de la contaminación de mercurio. Con relación a los cambios reales, los científicos han examinado las alteraciones en la estructura de tamaño de la captura, los cambios ambientales y la expansión geográfica de pesca. Con excepción de los cambios ambientales, se han evaluado los efectos que todos estos factores han tenido sobre la abundancia. Se supone que el efecto de los cambios ambientales se compensa sobre un período a largo plazo. La mayoría de esta información ha sido presentada en publicaciones y documentos preliminares de la Comisión.

Parece que la expansión geográfica de pesca es el cambio más importante que ha ocurrido durante los últimos años. Durante la época de los barcos de carnada, la flota atunera se distribuía desde Baja California al norte de Chile. Con excepción de algunas áreas lejos de la costa como las Islas Galápagos y Revillagigedo, la pesca se encontraba limitada a unos pocos cientos de millas a lo largo de la costa. Durante este período los barcos cerqueros eran mucho menos abundantes que ahora y limitaban sus maniobras generalmente a las áreas septentrionales de pesca. Entre 1959 y 1961, la flota se convirtió rápidamente a la pesca con redes de cerco y a fines de 1960 los barcos reacondicionados habían extendido sus maniobras a todas las áreas de la pesca con carnada. Estas áreas históricas se presentan en la Figura 1 como áreas estriadas, y de ahora en adelante se refiere a ellas como Area A1.

A medida que la capacidad de la flota aumentó, la competencia se intensificó y los barcos atuneros empezaron a recorrer áreas más alejadas de la costa. En 1964, la flota maniobraba regularmente por lo menos 150 millas mar adentro, más que antes, y en 1969 alcanzó el límite del ARCAA. El área cerca a la costa está representada en la Figura 1 mediante puntos y se denomina Area A2. La flota ha continuado su desarrollo, y actualmente tiene una capacidad de unas 130,000 toneladas cortas, en comparación a 42,000 toneladas cortas en 1962. La pesca en el Area A2 continuó durante 1970-1972 (Fig. 25).

Esta expansión de las áreas de pesca hacia alta mar suscita ciertas preguntas importantes relativas a la estructura de las existencias del aleta amarilla y su efecto en las estimaciones de la producción potencial sostenible. Si la flota, a medida que se desplaza mar adentro, empieza a

explotar peces anteriormente inexplotados, entonces podría esperarse que aumentara el rendimiento potencial sostenible. Sin embargo, si los peces capturados en alta mar forman parte de las mismas existencias que han sido capturadas cerca a la costa y se mezclan completa y rápidamente en toda el área, entonces no se esperaría que la producción potencial aumentara demasiado de manera continuada. Si la situación real se ubica entre estas dos posibilidades, e.d., si se encuentran dos existencias con mezcla parcial, el aumento de la producción potencial correspondería inversamente al grado de mezcla.

Debido a la importancia de este problema referente a la estructura de la población del aleta amarilla, los científicos han acelerado su investigación en esta área. Los resultados hasta ahora de este trabajo han sido examinados en capítulos anteriores de este informe. Esta investigación, especialmente la marcación, tiene un gran significado ya que demuestra que el aleta amarilla que se encuentra en el ARCAA se entremezcla con los que se encuentran fuera de esta área. Aunque el grado de mezcla entre estas áreas no parece que sea mucho ni rápido, es evidente que los peces dentro y fuera del ARCAA no pueden considerarse como existencias completamente separadas. Debe recordarse, sin embargo, que estos resultados de marcación no pueden considerarse que reflejen la estructura genética, pero solamente la estructura de las existencias en términos de la pesca.

En vista de los grandes cambios que han ocurrido desde que tuvo lugar el programa administrativo, y los cambios inesperados coincidentes en el índice de la abundancia del aleta amarilla y de ahí la dificultad en estimar la producción potencial sostenible de la pesca; se decidió en 1969 experimentar con la pesca de tal manera que produjera nueva información que pudiera guiar a la resolución del problema. Con ésto en mente, la Comisión en su reunión de 1968 solicitó que los investigadores presentaran nuevamente en la reunión de 1969 propuestas específicas de programas experimentales de sobrepesca, designados para averiguar empíricamente la producción máxima sostenible del aleta amarilla. Para cumplir con esta solicitud los investigadores presentaron esquemas alternativos de pesca experimental.

El esquema determinado, recomendado por los científicos y aceptado por la Comisión, consistió en una cuota de 120,000 toneladas cortas por año para que rigiera durante 1969, 1970 y 1971. Se acordó que si el promedio anual de la CPDNP calculado sobre una base anual y determinado en unidades de la Clase 3 de cerqueros, se reducía a menos de 3 toneladas cortas en cualquier época antes de la terminación del período de 3 años, la captura sería reducida con el fin de que correspondiera al nivel corriente de la producción sostenible de esa época. La exposición razonada para escoger este esquema particular se ha detallado en informes anuales anteriores de la Comisión.

En la columna 2 de la Tabla 11, se indican los valores esperados de la CPDNP bajo el programa propuesto experimental de pesca. Si los parámetros del modelo logístico, según se estimaron al principio del experimento, fueran verdaderamente correctos entonces el índice de abundancia debería haber descendido substancialmente en 1971 bajo el patrón de pesca actualmente realizado.

La captura durante los 2 primeros años del experimento de 3 años, 1969 y 1970, excedió la cuota original de 120,000 toneladas cortas (columna 4). La CPDNP (columna 3) durante estos 2 años no se redujo como hubiera podido esperarse según el modelo, pero permaneció aproximadamente a 6.0 toneladas por día, a pesar de que la captura durante 1970 fue de 142,700 toneladas cortas, la captura más alta en la historia de la pesquería. En 1971, la Comisión fijó una cuota de 120,000 toneladas cortas con la opción de hacer dos incrementos de 10,000 toneladas cortas cada uno, si las existencias indicaban que dicha acción era justificable. La pesca de aleta amarilla empezó lenta durante 1971, y continuó así durante el primer semestre del año. A causa de esto, no se aumentó la cuota mediante los dos incrementos de 10,000 toneladas. La captura de atún aleta amarilla durante 1971 alcanzó unas 114,000 toneladas cortas en el ARCAA y la CPDNP fue de 4.1 toneladas, una reducción del 32% respecto a 1970. Esta reducción en la abundancia se esperaba basados en el modelo y, si era real, indicaba sobrepesca de las existencias, el objetivo de las cuotas experimentales. Sin embargo, dos factores muy importantes se desarrollaron durante 1971 los cuales pueden por lo menos parcialmente ser responsables por la CPDNP baja. Estos fueron el efecto del mercurio en la estrategia de pesca y la abundancia inusualmente alta de barrilete durante la temporada comúnmente mejor del atún aleta amarilla. Una discusión sobre esto fue presentada en el Informe Anual del año pasado.

Debido a la fuerte posibilidad de que la CPDNP baja durante 1971 pueda haber sido solamente una reducción aparente de la abundancia, la Comisión decidió continuar con la pesca experimental durante otro año y fijó la cuota de captura en 120,000 toneladas cortas de aleta amarilla para 1972. Sin embargo, autorizó al Director de Investigaciones que la aumentara mediante dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno si, durante 1972, las existencias indicaban que tal acción era justificable. Al principio de la pesca durante 1972, la CPDNP fue alto en relación a 1971. Permaneció alto durante las primeras semanas de la temporada, y basados en esto, el Director de Investigaciones aumentó primero la cuota de 120,000 a 130,000 toneladas cortas y luego a 140,000 toneladas cortas.

La captura del aleta amarilla en 1972, fue de 152,000 toneladas cortas, unas 12,000 toneladas más que la cuota, y la captura de barrilete fue de 35,600 toneladas cortas, la captura de barrilete más pobre que se haya registrado desde 1945.

Además de las capturas logradas en el ARCAA, la flota de superficie ha maniobrado más bien extensivamente durante los últimos años en el área al oeste del ARCAA, pero al este de los 150°W (área blanca designada A3 en la Fig. 1). Las capturas durante esos años se presentan en la columna 6 de la Tabla 11. Debido a la dificultad de los procedimientos informativos, existe alguna duda acerca de si la proporción de captura registrada proveniente del área exterior del ARCAA durante 1968 y 1969, actualmente se originó en esa área. Sin embargo, desde 1970 la localidad de las capturas ha sido informada correctamente. En 1972 la captura total de atún aleta amarilla del Area A3, sumó cerca de 45,000 toneladas cortas (columna 6). Las distribuciones de estas capturas por cuadrados de un grado en 1972 se presentan en la Figura 25. Las capturas de barrilete en el Area A3 no son grandes y nunca han excedido 6,000 toneladas (columna 11).

La información obtenida durante los 4 años de pesca experimental ha demostrado que las estimaciones anteriores de producción, basadas en la pesca de la región cercana a la costa (A1), probablemente no representan toda el ARCAA. Si en 1968 las estimaciones de los parámetros del modelo usado para formular el programa experimental representaron efectivamente la situación actual de pesca, entonces las existencias del aleta amarilla estarían extremadamente pobres y las capturas por unidad de esfuerzo serían significativamente inferiores a la que son actualmente. Naturalmente, estas conclusiones están basadas en la suposición que hayan existido condiciones promedio ambientales durante el período de 1969-1972. El hecho de que los índices de la abundancia hayan permanecido altos durante 1972, afrontando las grandes capturas, sugiere fuertemente que la producción potencial es probablemente superior a la indicada por las estimaciones más antiguas. Se ha empleado un número de diferentes métodos analíticos con la intención de determinar esta proporción.

Una forma del enfoque analítico general, se refiere a la aplicación de los modelos generales de producción a las existencias del aleta amarilla del ARCAA. En esta categoría se usaron tres esquemas diferentes de estimación. El primero utiliza solamente los datos de captura y del esfuerzo observado en toda el ARCAA para estimar los parámetros del modelo general de producción. La estimación del promedio de la producción máxima sostenible (PPMS) en este caso fue de 115,000 toneladas cortas de aleta amarilla. Lo más probable es que esta estimación sea muy baja debido a que los niveles de la captura observada en la pesca desde 1969 (que ha tenido un promedio de unas 134,000 toneladas cortas) han debido reducir la abundancia de la población y la captura a un nivel extremadamente bajo de acuerdo a los parámetros del modelo.

Con relación al segundo enfoque general de producción, la pesca en el ARCAA fue dividida en dos partes, Area A1 (el área histórica) y A2 (el área recientemente explotada) según se indica en la Figura 1. Se estimaron

los parámetros del modelo de producción para cada una de las áreas. Si se supone que ocurre una mezcla instantánea y completa entre los peces de las dos áreas entonces se estima que el PPMS sea aproximadamente 90,000 toneladas cortas para ambas áreas combinadas. Si, por otra parte, se consideran los peces de las dos áreas como subpoblaciones separadas y distintas sin que ocurra intercambio entre ellas, entonces se estima que pueden sostener entre ellas un PPMS aproximadamente de 170,000 toneladas cortas.

Conocemos según los datos de marcación que ninguna de estas suposiciones es válida. Es decir, no existe mezcla completa ni completo aislamiento entre las Areas A1 y A2. Por lo tanto el grado en el que el PPMS está representado por la situación de la mezcla completa (90,000 toneladas) o ninguna mezcla (170,000 toneladas) será determinado por la proporción actual de mezcla de los peces de ambas áreas. Desafortunadamente los datos de marcación no son todavía adecuados para estimar acertadamente las proporciones de mezcla.

Se realizó un tercer análisis general de producción en el que la CPDNP durante los dos primeros trimestres fueron usados como un índice de la abundancia de las existencias, y las capturas de los dos últimos trimestres fueron usadas para estimar los cambios en el tamaño de las existencias durante el segundo semestre del año. Esta modificación se desarrolló para evaluar el efecto sobre la estimación de una temporada de veda. En este caso se estimó que el PPMS era entre 140,000 y 150,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla.

En resumen, las estimaciones de los tres casos fluctúan entre 90,000 y 170,000 toneladas cortas. En el I Caso la estimación de 115,000 toneladas cortas es probablemente baja porque no toma completamente en cuenta la expansión de la distribución de pesca. En el II Caso, la estimación de unas 90,000 toneladas cortas es ciertamente muy baja debido a que los datos de marcación no indican una mezcla completa instantánea. Asimismo la estimación de 170,000 toneladas es probablemente demasiado alta debido a que las existencias no se encuentran completamente aisladas la una de la otra, porque se ha demostrado que ocurre alguna mezcla. La estimación de 140,000-150,000 toneladas es difícil de evaluar, aunque los parámetros del modelo en este caso pronostican bastante bien las capturas. Aunque se presentan otros análisis más adelante sobre este problema, una evaluación final dependerá de los resultados de la pesca futura.

La otra categoría de los enfoques generales analíticos se refiere a la aplicación de los modelos de la estructura de la edad. Se emplearon los datos de captura, esfuerzo y composición de talla de los años 1962 a 1971 para estimar la mortalidad edad-específica por la pesca y el número de reclutas que entró a la pesca en cada año durante ese período. El reclutamiento fue dividido en dos grupos denominados grupo X y grupo Y,

basados en la fecha de entrada en la pesca. La técnica de Murphy de estimar los índices de mortalidad (Tabla 12) y la abundancia de la generación del mismo año (Tabla 5) fue usada para realizar estas estimaciones.

La información sobre los índices de mortalidad y reclutamiento fue utilizada con los modelos del rendimiento por recluta para calcular la producción de un grupo de peces que pasa por la pesquería bajo varias estrategias de pesca, para poder determinar si el aumento observado en las capturas en años recientes puede ser explicado por los cambios en los índices de mortalidad de edad-específica o por el aumento en el reclutamiento. Se realizaron dos análisis separados, descritos más adelante.

En el primero se supuso que el reclutamiento era constante durante el período 1962-1971. Se basaron los niveles supuestos en las estimaciones observadas, indicadas en la Tabla 5. Se empleó el valor de 26,200,000 para el reclutamiento del grupo X y 10,879,000 para el grupo Y; se calcularon estos valores según el reclutamiento promedio durante 1962-1971. Se calculó la producción anual mediante el uso del patrón anterior (1959-1965) de la mortalidad de pesca (F) de edad específica, para cada grupo (Tabla 12). Los valores del patrón anterior de F fueron 33,850 toneladas del grupo Y, 80,500 toneladas del grupo X y 12,700 toneladas que no pudieron identificarse como pertenecientes a ninguno de estos grupos. Esto produce un rendimiento teórico de 127,050 toneladas cortas de atún aleta amarilla en el ARCAA con un reclutamiento constante de 37,070,000 de peces de esta especie y un vector- F de edad específica según se observó durante el período 1959-1965. Esto se compara con un promedio observado de captura de esta especie de 88,600 toneladas cortas para el período 1962-1965. La diferencia entre los dos valores de 88.6 y 127.0 puede atribuirse en su mayor parte a que las estimaciones del reclutamiento promedio se encuentran sesgadas en forma ascendente en los últimos años.

Se emplearon entonces los mismos niveles de reclutamiento constante para producir capturas teóricas, utilizando los patrones recientes (1966-1971) de F de edad específica (Tabla 12). El resultado de este análisis pronosticó un promedio de captura de 36,500 toneladas de atún aleta amarilla para el grupo Y, 86,200 toneladas de esta especie para el grupo X y 2,500 toneladas sin identificar, produciendo una captura total teórica de 125,200 toneladas cortas de atún aleta amarilla bajo esta estrategia de pesca. Se compara esto con un promedio de captura observado de esta especie de unas 130,000 toneladas cortas correspondiente al período de 1968. Las capturas de 1966 y 1967 no se emplearon en los cálculos de los promedios debido a que este fue un período transitorio entre la pesca cerca y fuera del litoral.

Al comparar el promedio de captura del período anterior (1962-1965) de 88,600 toneladas con el promedio de captura de 130,000 toneladas del último período (1968-1971), se indica un aumento aproximadamente del

47%. Al comparar las capturas teóricas producidas bajo los primeros patrones observados de F con los últimos, no se indica ningún aumento en la producción. Según este análisis se supone que si el reclutamiento de pesca hubiera sido constante durante el período desde 1962, una diferencia en la mortalidad de pesca (F) de edad específica no podría explicar el aumento observado en las capturas durante los últimos años. Por lo tanto el aumento en las capturas tiene que ser el resultado de algún otro factor, probablemente del aumento en el reclutamiento.

En el segundo análisis, en el que deseábamos evaluar el aumento del reclutamiento, permitimos que el reclutamiento variara en lugar de mantenerlo continuo. Se supuso que en el período anterior el promedio de reclutamiento era de 19,600,000 peces para el grupo X y 8,100,000 peces para el grupo Y, como se anotó anteriormente. En el último período, estos valores fueron de 32,800,000 peces para el grupo X y 13,500,000 peces para el grupo Y. Estos niveles de reclutamiento fueron luego expuestos a la serie anterior (1959-1965) de los valores de F , de edad específica (Tabla 12). La captura teórica producida en este caso fue de 25,600 toneladas cortas para el grupo Y, 61,900 para el grupo X y 12,700 toneladas sin identificar, produciendo un total de 100,200.

Con el fin de evaluar los niveles recientes de reclutamiento en términos de la serie reciente de F de edad específica, utilizamos el promedio de los valores de reclutamiento de los grupos X e Y durante el período 1966-1971. Estos fueron 32,800,000 y 13,500,000 peces respectivamente. Estos valores de reclutamiento fueron luego expuestos a la última serie (1965-1971) de los valores de F de edad específica y se calcularon capturas teóricas. Estas fueron 46,500 toneladas cortas para el grupo Y, 106,100 toneladas para el grupo X y 2,500 toneladas sin identificar suministrando un promedio total teórica anual de 155,100. Esto se compara con un promedio anual observado de captura de 130,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla para el período desde 1968. El aumento en la captura teórica de 100,200 a 155,100 representa un 55% de aumento en la producción. El aumento observado en la producción durante este mismo período fue del 47%.

Al comparar los resultados de los dos análisis, es aparente que el aumento reciente observado en la producción de pesca debe ser explicado por el aumento en el reclutamiento. Estos aumentos en el reclutamiento pueden ser el resultado de un número de factores: (i) un cambio en las condiciones naturales del océano que aumentó la producción de las existencias de peces que siempre han sido accesibles a la pesquería; (ii) un aumento en el reclutamiento como función del tamaño de las poblaciones reducidas por la explotación; e (iii) un cambio en la accesibilidad de una porción de las existencias que no era antes accesible, debido a un cambio en la distribución de pesca. De estos tres factores, (iii) parece que sea el más factible, basados en la marcación y en otra información.

Basados en estos análisis y suponiendo que el reclutamiento no será reducido a los niveles actuales de explotación, parece que las existencias de atún aleta amarilla en el ARCAA podrán soportar una producción al mismo nivel o un poco más alto que el de los últimos años, posiblemente entre las 125,000 a 155,000 toneladas cortas.

El personal de la Comisión realizó otro análisis referente a los modelos de la estructura de la edad usando un modelo calculador de simulación llamado TUNPØP, que es un modelo general de la computadora para simular la población atunera y determinar la producción. Básicamente se concibió para poder obtener la información referente a la estructura poblacional del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental y para estudiar la producción bajo varios esquemas administrativos. Sin embargo, también ha demostrado su utilidad para evaluar las estimaciones de los parámetros de la población del atún aleta amarilla del Pacífico oriental y para evaluar el efecto de un patrón variable de pesca. Una descripción de este modelo y su aplicación en el estudio de la dinámica de pesca del atún aleta amarilla se presenta en este informe bajo el capítulo titulado "Estudios de simulación de la computadora." El análisis corroboró los resultados obtenidos en los estudios de la estructura de la edad discutidos anteriormente.

Estos análisis no suministran estimaciones precisas del PPMS, pero sugieren que las existencias que se están explotando actualmente son probablemente más grandes y capaces de sostener un PPMS superior al de las existencias explotadas antes de la expansión fuera de la costa de la pesquería. Además el aumento en las capturas en los últimos años no ha demostrado claramente que hay sobrepesca, y como el objetivo del programa experimental de pesca es efectuar una sobrepesca ligera del recurso, sería prudente continuar con el programa experimental de pesca durante 1973.

BARRILETE

El atún barrilete aparece en casi todas las aguas tropicales del Océano Pacífico. En años recientes ha formado el componente individual más grande de la captura mundial de todos los atunes y peces afines, y en 1971 formó aproximadamente el 42% de la captura total de atunes del Océano Pacífico.

La estructura de las existencias de atún barrilete que habita el Océano Pacífico no se conoce aún bien, aunque la evidencia actual sugiere que existen por lo menos dos subpoblaciones diferentes. Una subpoblación es dominante en el Pacífico occidental al oeste de los 170°E, mientras que la otra es dominante al oriente de ese meridiano.

En el Océano Pacífico oriental el barrilete se encuentra abundantemente solo estacionalmente. No desovan en el Pacífico oriental pero emigran desde el Pacífico central a esta área al oeste de los 130°W, aproxi-

madamente cuando tienen año o año y medio de edad. Cuando alcanzan aproximadamente de 2 a 2 años y medio de edad se encuentran muy pocos en el Pacífico oriental.

La pesca de barrilete en el Pacífico oriental se concentra en dos áreas. El área principal se encuentra al sur entre los 5°N y 10°S, mientras que el área secundaria se encuentra al norte entre los 20°N y 25°N. Las capturas y la abundancia en el área meridional son generalmente el doble a las del área septentrional.

La abundancia y la captura de atún barrilete varía mucho de un año a otro. Esta variabilidad no parece estar relacionada a la intensidad de pesca sobre lo que se denominaría población progenitora, pero parece más bien ser el resultado de factores naturales. No se conoce si la variabilidad natural representa cambios en la abundancia real de todas las existencias o refleja solamente cambios en la disponibilidad de una porción de un tamaño constante de población.

La captura de barrilete en el ARCAA durante 1972 fue aproximadamente de 35,600 toneladas cortas, la captura más baja registrada desde 1945 (Tabla 1). Esta captura fue precedida, en 1971, por la segunda captura más alta en la historia de pesca. Se observa en la Figura 6 que presenta la CPDNP de barrilete desde 1960 hasta 1972 una variabilidad similar en la abundancia aparente del barrilete tanto en las áreas de pesca del norte como del sur.

Es muy importante comprender esta variabilidad y pronosticar su efecto sobre la captura, porque si llega a ser necesario que se controle la captura del barrilete, se necesitaría tal conocimiento para administrar propiamente esta pesca. Con este fin los científicos han mantenido un programa activo de investigación sobre esta especie según lo permiten las limitaciones fiscales. Parte de esta investigación se refiere al pronóstico de la abundancia y captura del barrilete; los resultados de este trabajo fueron informados en un capítulo anterior de este informe. Los modelos desarrollados por los investigadores han tenido un éxito moderado al explicar la variabilidad en la captura y abundancia del barrilete, pudiendo explicar aproximadamente la mitad de la variabilidad observada. Si estos modelos son válidos y representan adecuadamente la relación entre las condiciones ambientales y la abundancia de esta especie, entonces debe ser posible pronosticar, dentro de los límites, la abundancia del barrilete un año antes al año de captura.

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>
Bruce M. Chatwin, B.A. (British Columbia)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
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>
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)	
<i>Oceanography</i>	— <i>Oceanografía</i>

Associate Scientists — Científicos Asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i> (San Pedro, California)
Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Robert C. Francis, Ph.D. (Washington)	
<i>Biology: population dynamics</i>	— <i>Biología: dinámica de poblaciones</i>
Christopher T. Psaropulos, A.B. (San Diego State)	
<i>Statistics</i>	— <i>Estadísticas</i>
Gary D. Sharp, Ph.D. (California)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

*Todo el personal se halla estacionado en La Jolla, a no ser que se haya anotado de otra manera.

Chiomi Shingu, Ph.D. (Kyushu)

Biology

—*Biología*

(From September 22, 1972 —Desde el 22 de septiembre 1972)

Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)

Biology: population dynamics

—*Biología: dinámica de poblaciones*

Assistant Scientists — Científicos Auxiliares

Jon S. Cole, B.S. (Washington)

Biology

—*Biología*

(Puerto Rico)

Walter Ritter O., B.S. (Univ. Autónoma, Guerrero, México)

Biology

—*Biología*

TECHNICAL — TECNICO

Javier Barandiarán, B.A.C. (Univ. Puerto Rico)

Waterfront contact: laboratory technician

—*Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*

Larry D. Bloch

Waterfront contact: laboratory technician

—*Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*

(To September 12, 1972 —Hasta el 12 de septiembre 1972)

(San Pedro, California)

Patrick L. Boylan

Waterfront contact: laboratory technician

—*Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*

(To May 31, 1972 —Hasta el 31 de mayo 1972)

Richard J. Busch

Laboratory technician

—*Técnico de laboratorio*

Julio Carranza

Waterfront contact: laboratory technician

—*Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*

(Peru)

Nannette Y. Clark

Statistical clerk

—*Técnica en estadísticas*

John DeBeer, B.A. (California)

Laboratory technician

—*Técnico de laboratorio*

Mike E. Freese

Waterfront contact: laboratory technician

—*Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*

(From September 22, 1972 —Desde 22 de septiembre 1972)

(San Pedro, California)

- Daniel K. Green, B.S. (Syracuse)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (From April 17, 1972 —Desde 17 de abril 1972)
- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Puerto Rico)
- Frederick A. Jurick, B.A. (Humboldt)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (From November 8, 1972 —Desde 8 de noviembre 1972)
- C. Anibal Orbes A.
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Ecuador)
- Sueichi Oshita
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (San Pedro, California)
- Vaughn M. Silva
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- Robert W. Wagner
Laboratory technician (oceanography)
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

- Theodore C. Duffield
Bookkeeper and administrative assistant
 —Contador y asistente administrativo
- Lucy Dupart
Bilingual secretary —Secretaria bilingüe
- Jean A. Holmberg
Switchboard operator —Telefonista
- Fanny Miller
Bilingual secretary to Director —Secretaria bilingüe del Director
 (To January 31, 1972 —Hasta el 31 de enero 1972)
- Regina A. Newman
Bilingual secretary to Director —Secretaria bilingüe del Director
 (From February 2, 1972 —Desde el 2 de febrero 1972)

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

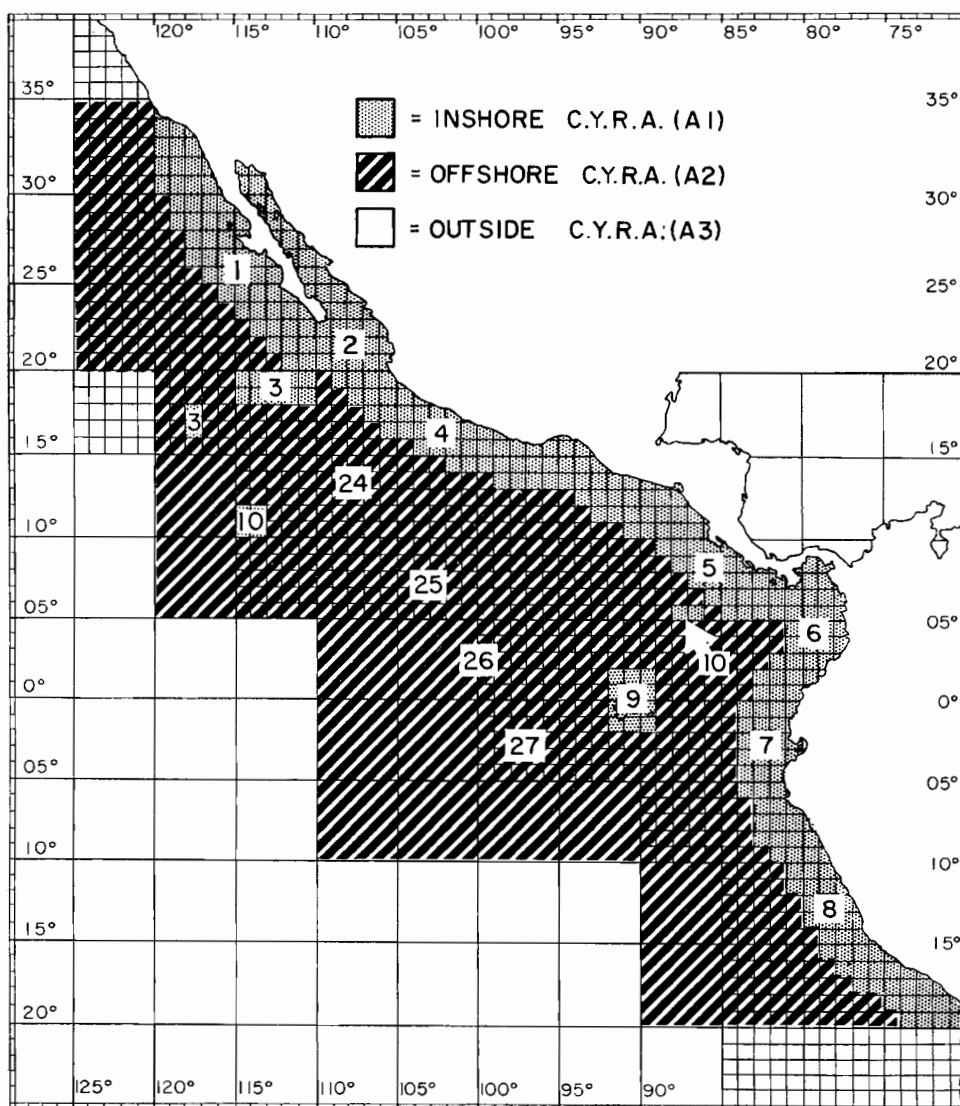
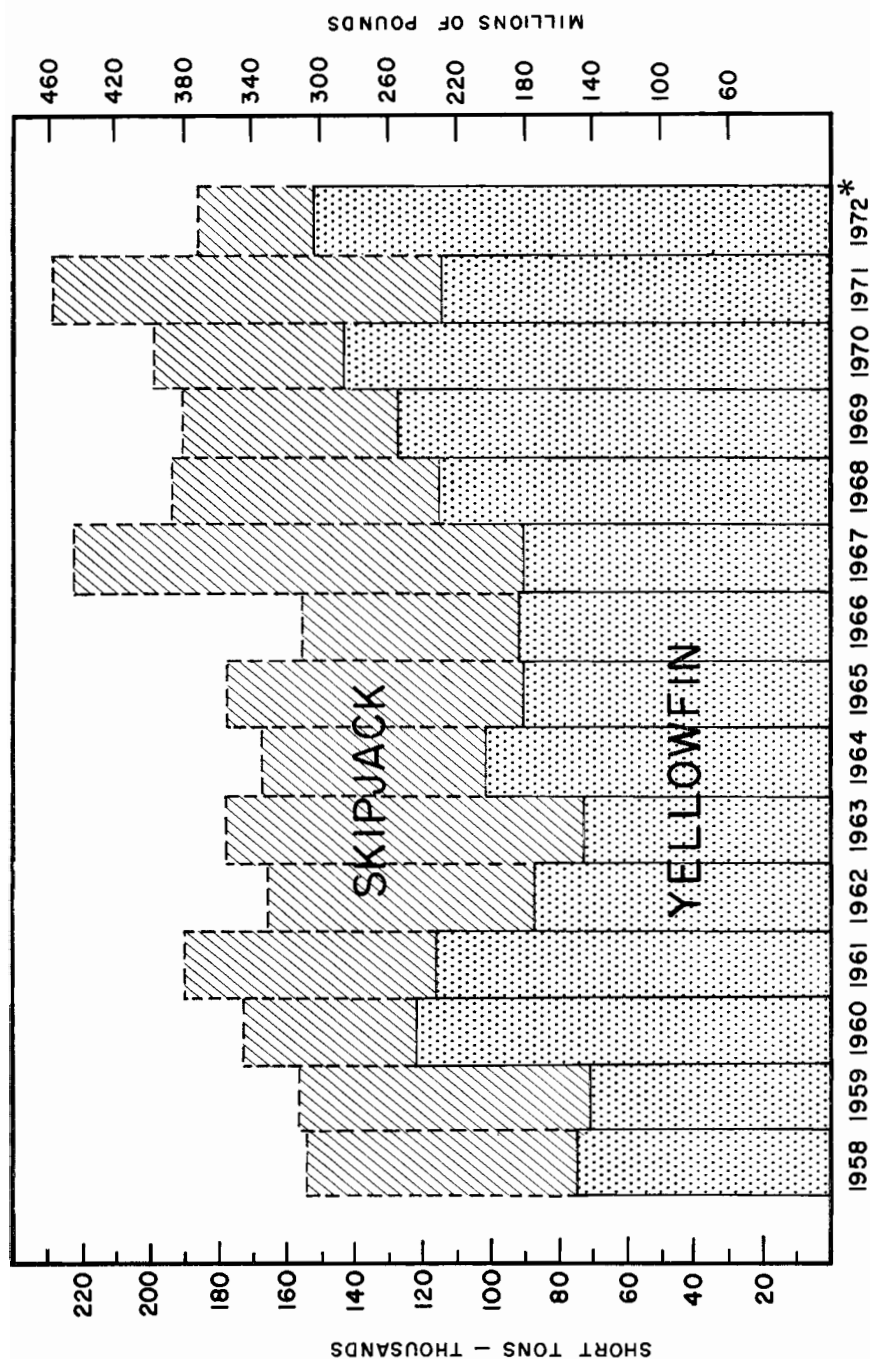


FIGURE 1. The eastern Pacific Ocean showing the historic area, A1, of the fishery for yellowfin tuna (striated) and more recently fished region within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) referred to as Area A2 (shaded) and area outside of CYRA which is referred to as Area A3. The numbers within the blocked area represent sampling locations for length-frequency information.

FIGURA 1. El Océano Pacífico oriental en el que se indica el área histórica A1 (estriada) de la pesca de atún aleta amarilla, y la región más recientemente explotada en el Área Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA) indicada como Área A2 (sombreada) y la área fuera del ARCAA la cuál se indica como Área A3. Las cifras en las áreas delineadas representan localidades de muestreo referentes a la información frecuencia-talla.



*PRELIMINARY ESTIMATES

FIGURE 2. Combined species catch, 1958-1972, in the CYRA.

FIGURA 2. Captura de especies combinadas, 1958-1972, en el ARCAA.

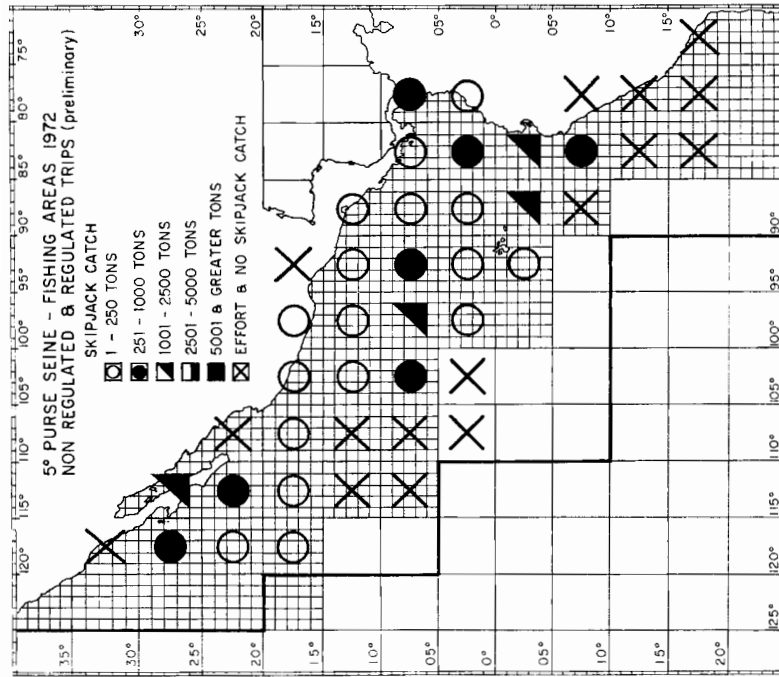


FIGURE 4. Distribution by 5° areas of skipjack catches by purse seiners during 1972, regulated and non-regulated trips.

FIGURA 4. Distribución por áreas de 5° de las capturas de barrilete logradas por cerqueros durante 1972 (viajes combinados reglamentados y sin reglamentar).

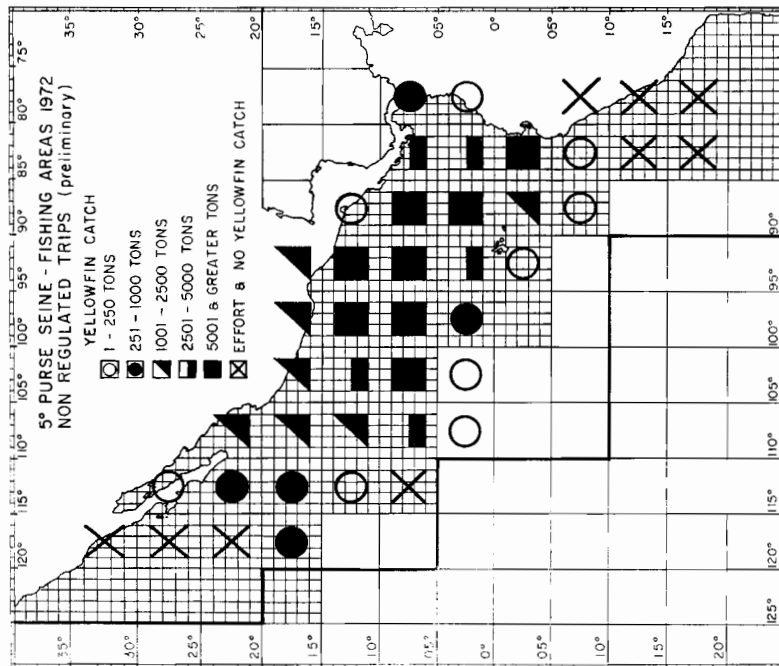


FIGURE 3. Distribution by 5° areas of yellowfin catches by purse seiners during 1972, non-regulated trips only.

FIGURA 3. Distribución por áreas de 5° de las capturas de atún aleta amarilla logradas por cerqueros durante 1972 (solamente en viajes sin reglamentar).

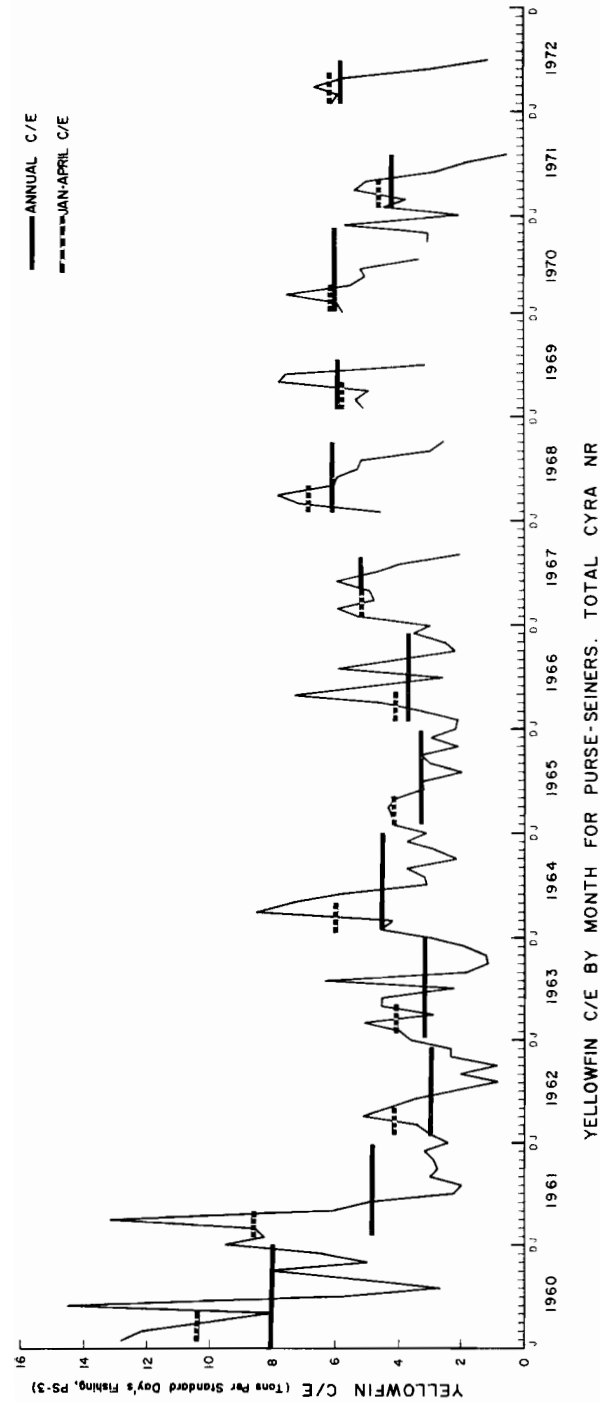


FIGURE 5. Yellowfin catch per standard day's fishing (purse-seine Class-3 units) in the CYRA, by month, 1960-1972.

FIGURA 5. Captura de aleta amarilla por día normal de pesca (unidades de la Clase 3 de cerqueros) en el ARCAA, por meses, 1960-1972.

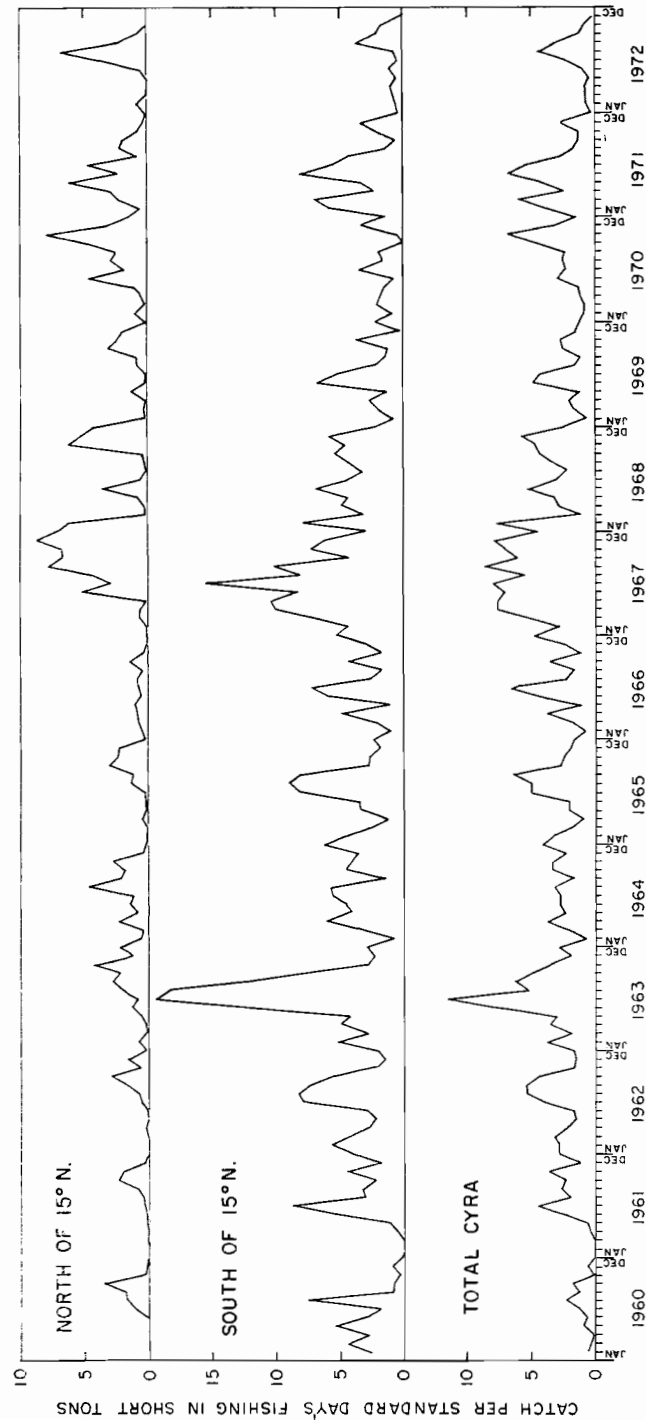
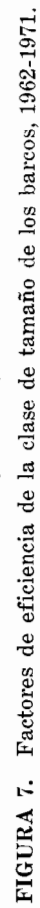


FIGURE 6. Skipjack catch per standard day's fishing (purse-seine Class-3 units) in the CYRA, by months, 1960-1972.

FIGURA 6. Captura de barrilete por día normal de pesca (por unidades de la Clase 3 de cerqueros) en el ARCAA, por meses, 1960-1972.



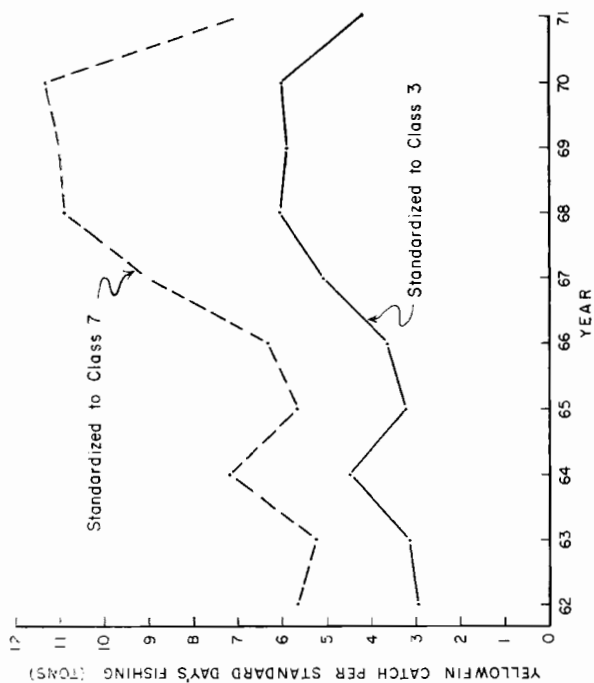


FIGURE 8. Yellowfin catch per standard day's fishing, 1962-1971, standardized to Class-3 purse seiner (solid line) and to Class-7 purse seiner (broken line).

FIGURA 8. Captura de aleta amarilla por día normal de pesca, 1962-1971, normalizada a la Clase 3 de cerqueros (línea sólida) y a la Clase 7 de cerqueros (línea interrumpida).

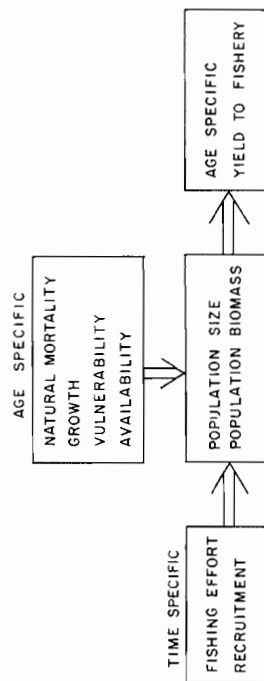


FIGURE 9. Basic structure of TUNPØP
FIGURA 9. Estructura básica de TUNPØP

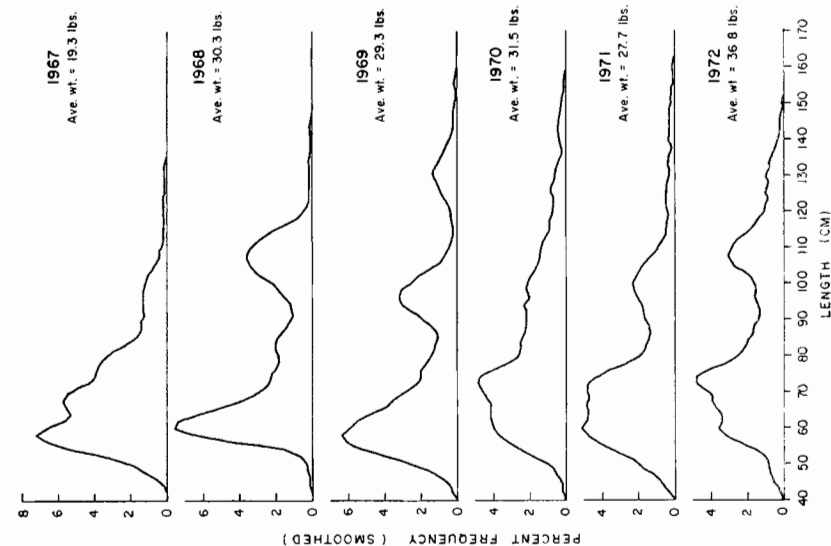


FIGURE 11. Length-frequency distribution of all yellowfin tuna samples taken in the CYRA, 1967-1972.

FIGURA 11. Distribución frecuencia-talla de todas las muestras de atún aleta amarilla, capturado en el ARCAA, 1967-1972.

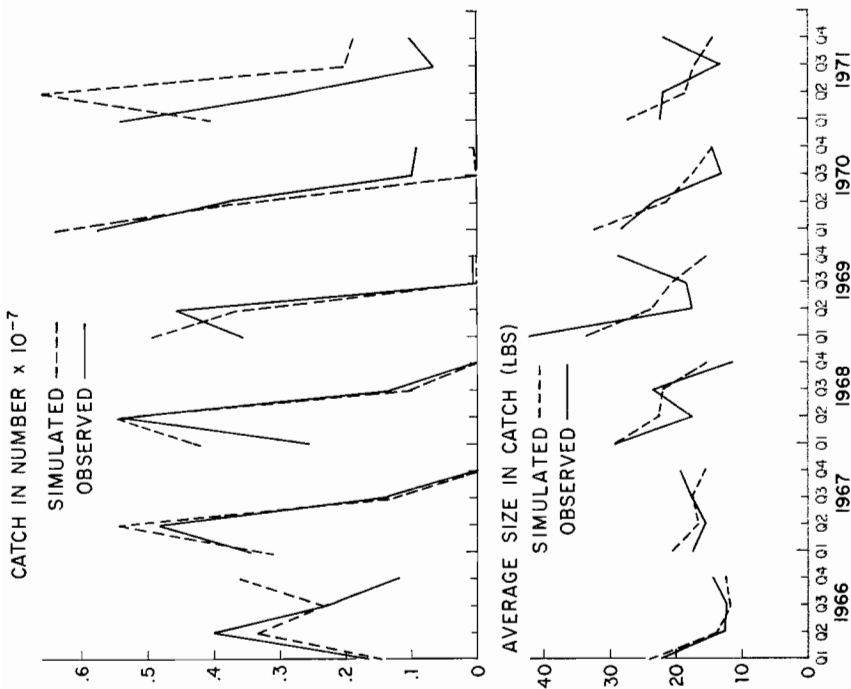


FIGURE 10. Simulated and observed catch in numbers and average size in the catch.

FIGURA 10. Captura en números, observada y simulada, y promedio de talla en la captura.

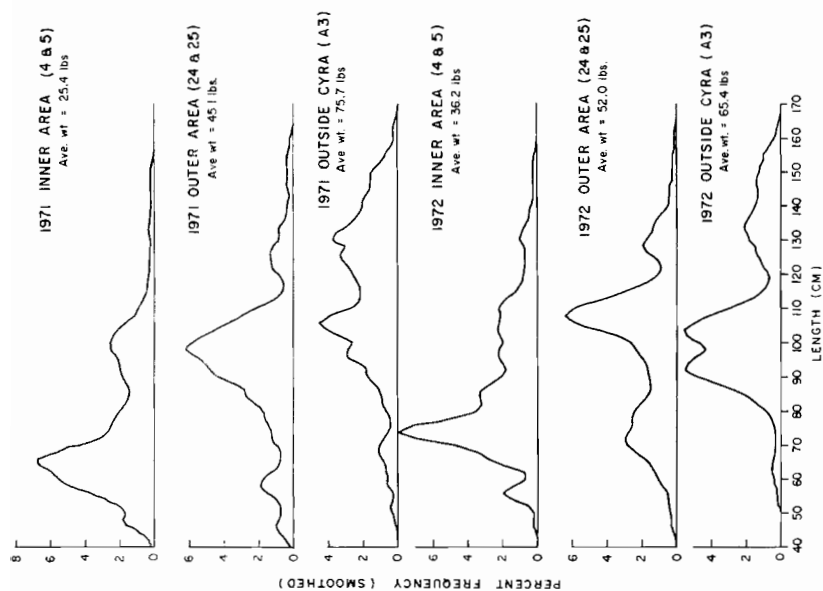


FIGURE 12. Length-frequency distributions of yellowfin in the inner area (Areas 4 and 5), outer area (Areas 24 and 25) of the central region of the CYRA and in the area west of the CYRA (A3), 1970-1972.

FIGURA 12. Distribuciones frecuencia-talla de aleta amarilla en el área cerca a la costa (Áreas 4 y 5), en el área fuera de la costa (Áreas 24 y 25) de la región central, y en el área al oeste del ARCAA (A3), 1970-1972.

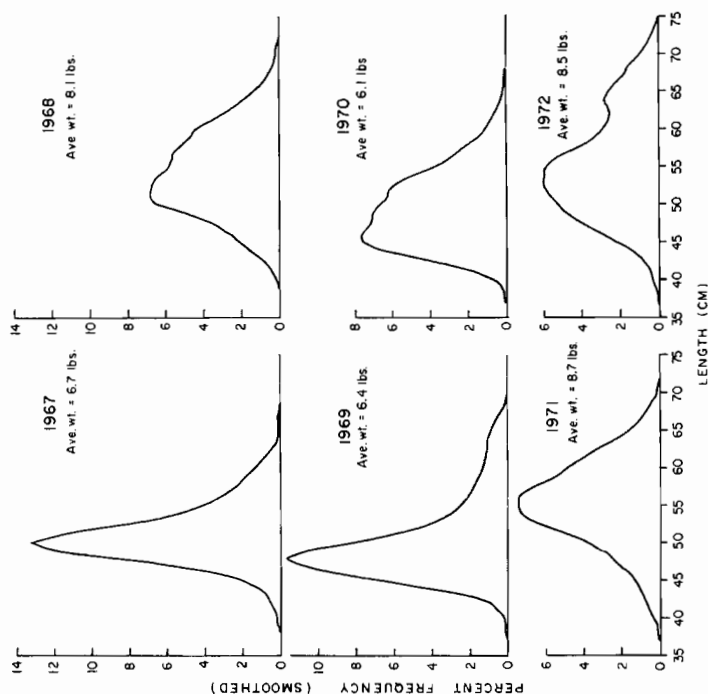


FIGURE 13. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1966-1972.

FIGURA 13. Distribuciones frecuencia-talla de barriletes muestreados en el Océano Pacífico oriental, 1966-1972.

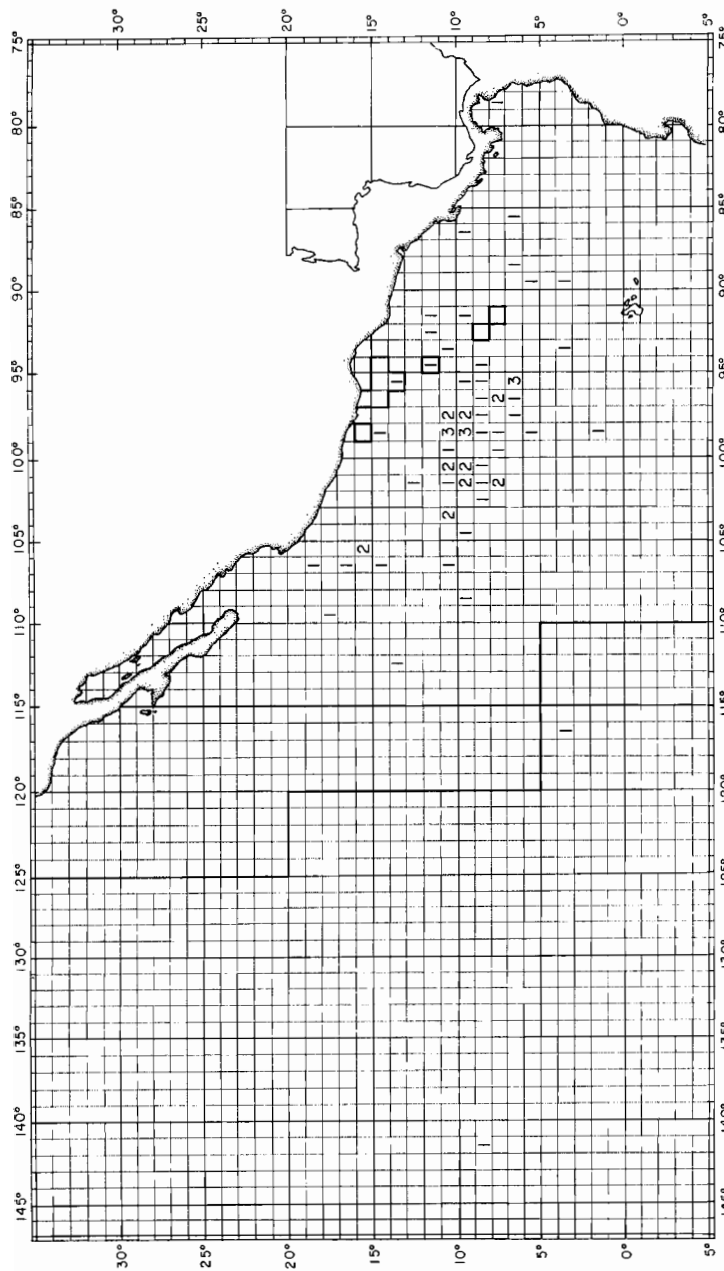


FIGURE 14. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for yellowfin released outside the CYRA during 1971.

FIGURA 14. Áreas de liberación (áreas delineadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas numeradas) correspondientes a los atunes aleta amarilla liberados fuera del ARCAA durante 1971.

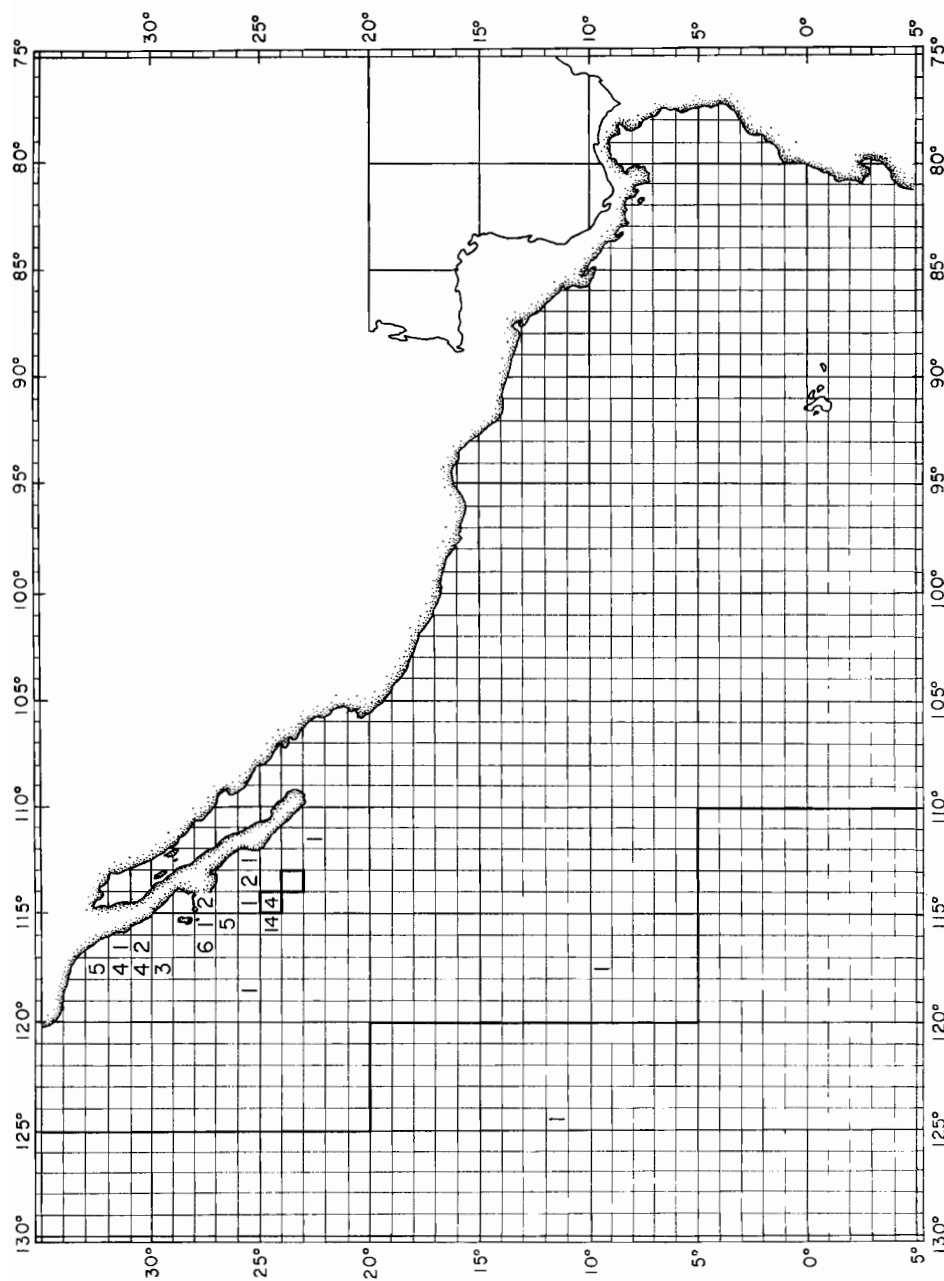


FIGURE 15. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for yellowfin released off Baja California during 1971.

FIGURA 15. Áreas de liberación (áreas delineadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas numeradas) correspondientes a los atunes aleta amarilla liberados frente a Baja California durante 1971.

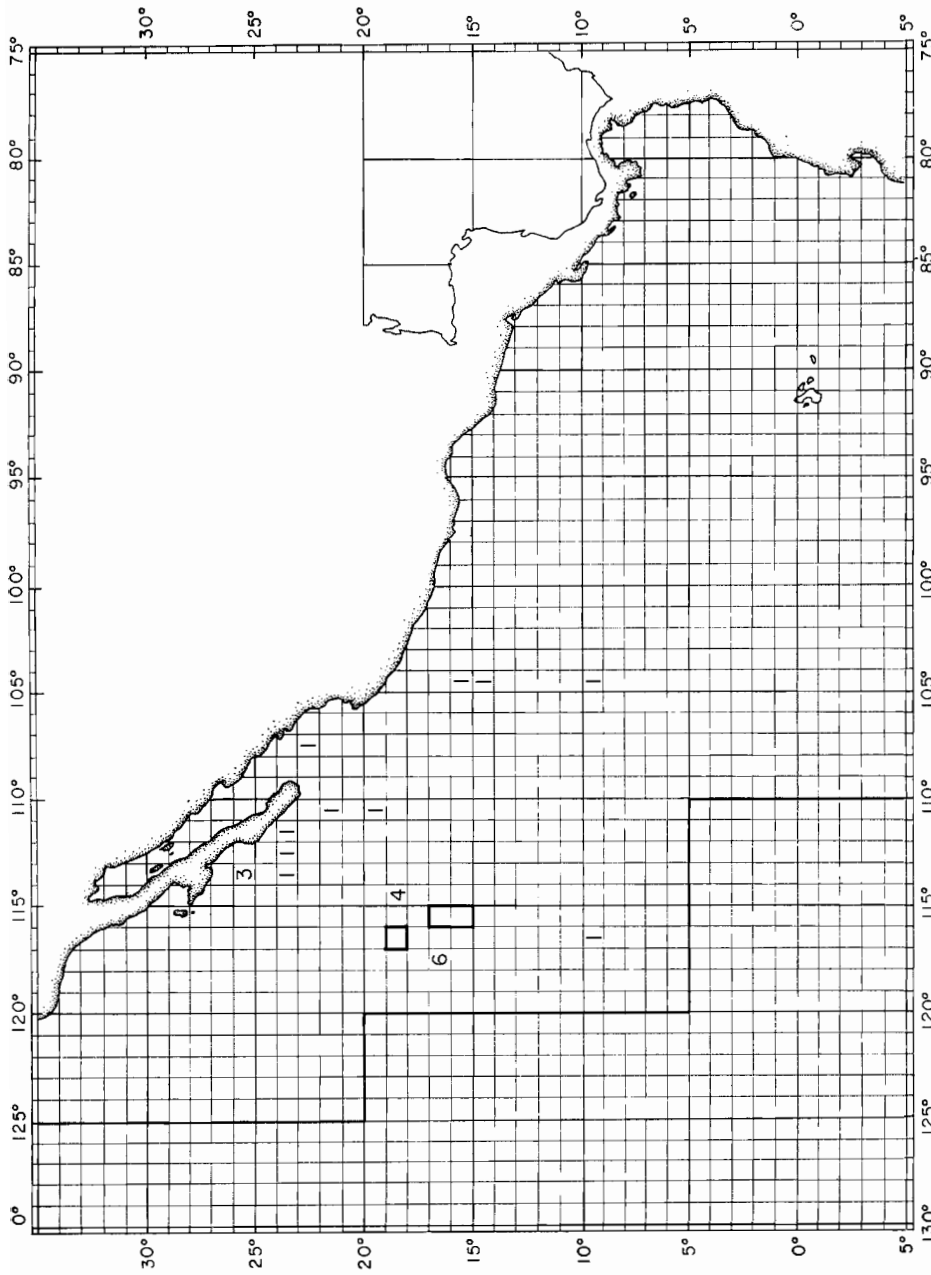


FIGURE 16. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for yellowfin released southwest of the Revillagigedo Islands during 1971.

FIGURA 16. Áreas de liberación (áreas delineadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas numeradas) correspondientes a los atunes aleta amarilla liberados al sudoeste de las Islas Revillagigedo durante 1971.

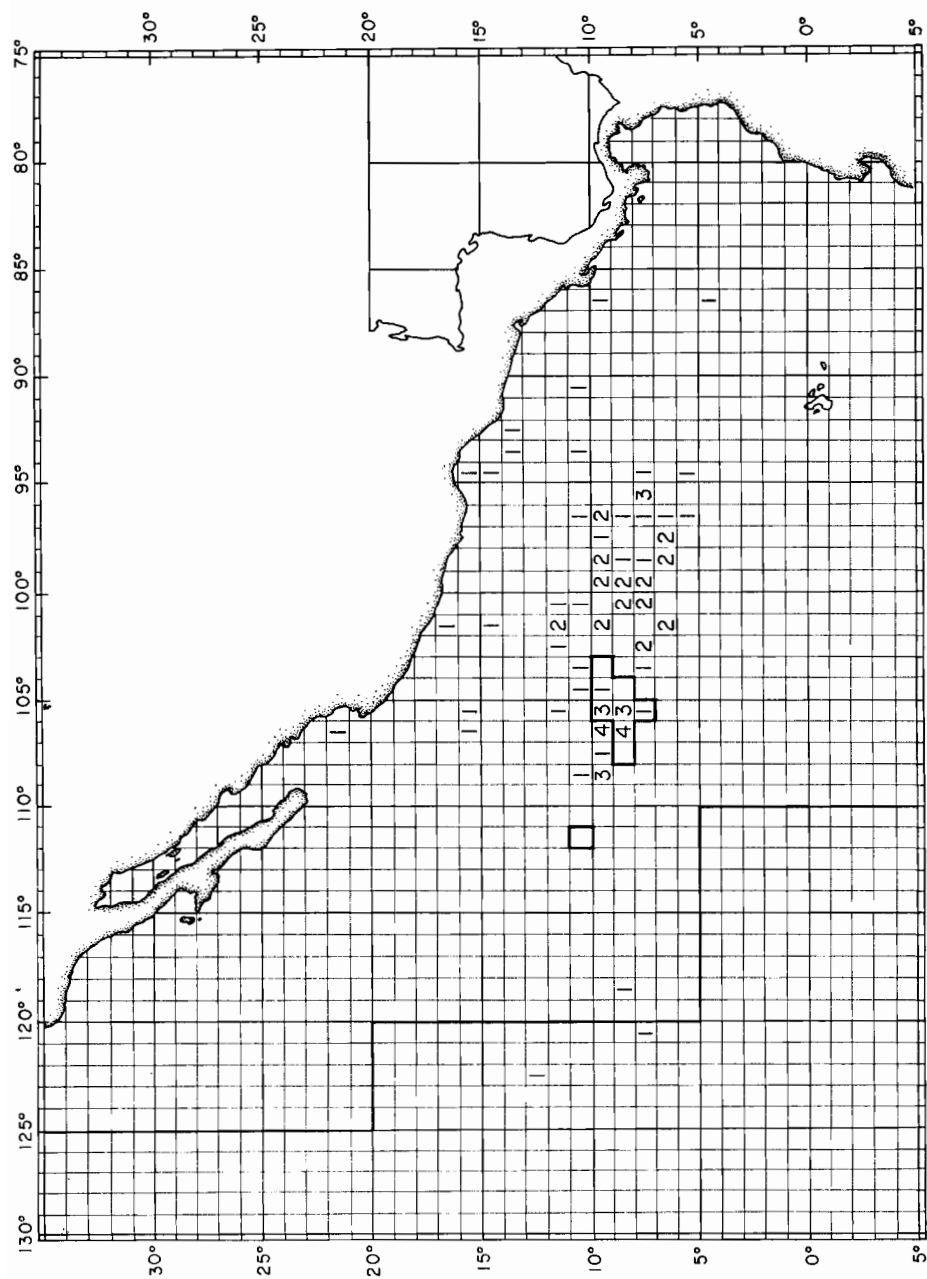


FIGURE 17. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for yellowfin released offshore off Mexico during 1971.

FIGURA 17. Áreas de liberación (áreas delineadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas numeradas) correspondientes a los atunes aleta amarilla liberados fuera de la costa de México durante 1971.

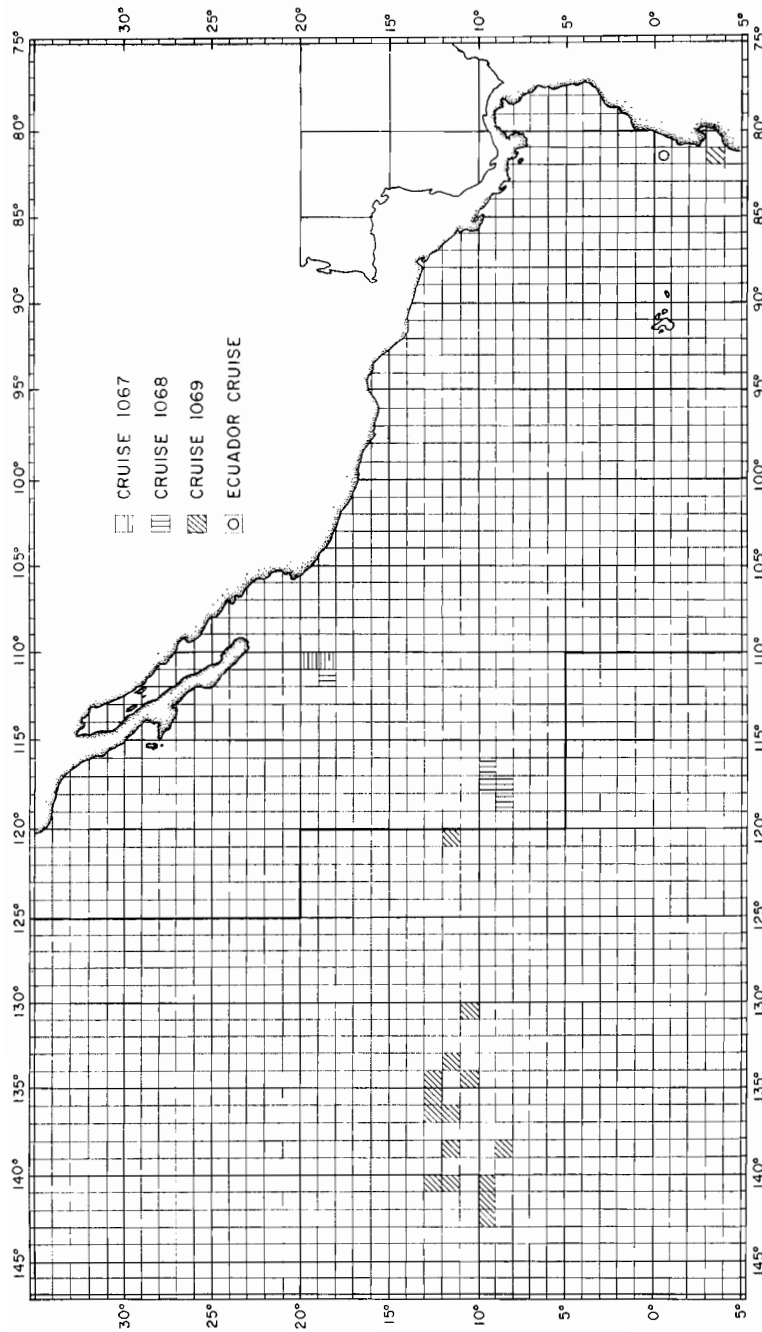


FIGURE 18. Locations in which tagged yellowfin were released during 1972.

FIGURA 18. Localidades en las que se liberaron atunes aleta amarilla marcados en 1972.

Yellowfin Tuna Morphometrics

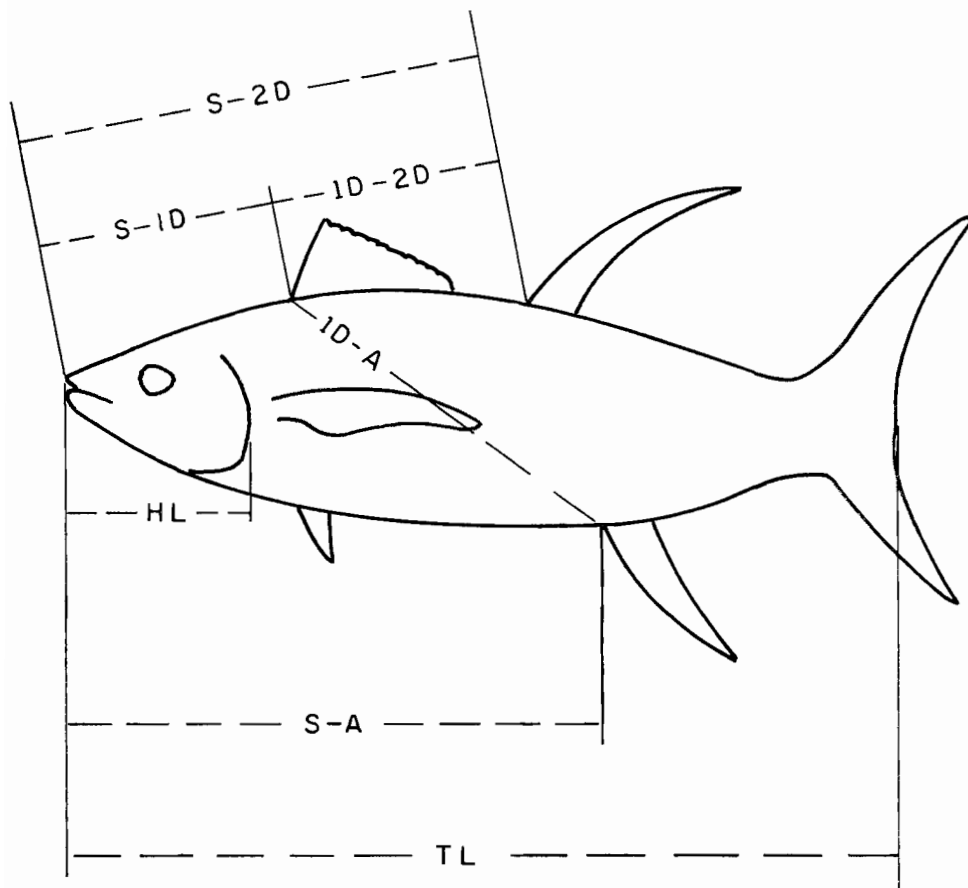


FIGURE 19. Measured characteristics for yellowfin tuna morphometric study.

FIGURA 19. Características medidas para el estudio morfométrico del atún aleta amarilla.

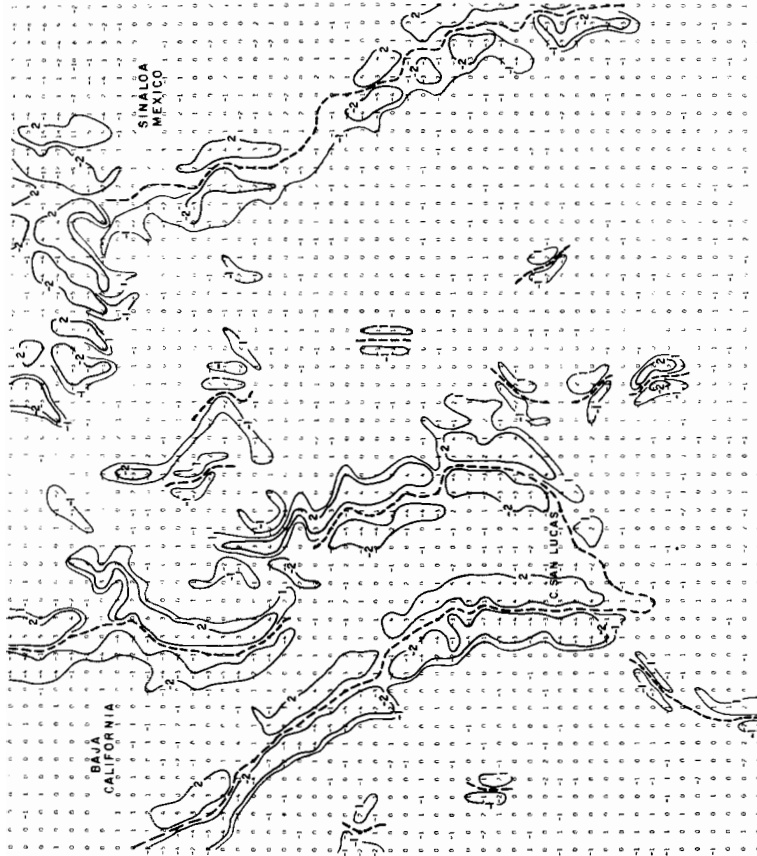


FIGURE 20. Gradient • Gradient map ($X.1^{\circ}C$) for southern parts of Baja California and the Gulf of California, showing areas containing thermal fronts. The land-sea margin and axes of frontal features are shown by heavy dashed lines. Positive and negative regions on either side of the frontal axes represent the warm and cold side of the fronts, respectively.

FIGURA 20. Mapa gradient • gradient ($X.1^{\circ}C$) de las partes meridionales de Baja California y del Golfo de California, en el que se indican las áreas que tienen frentes termales. El margen litoral/mar y los ejes de las características frontales se presentan por medio de líneas gruesas a puntos. Las regiones positivas y negativas a cada lado de los ejes frontales representan respectivamente los perfiles cálidos y fríos de los frentes.

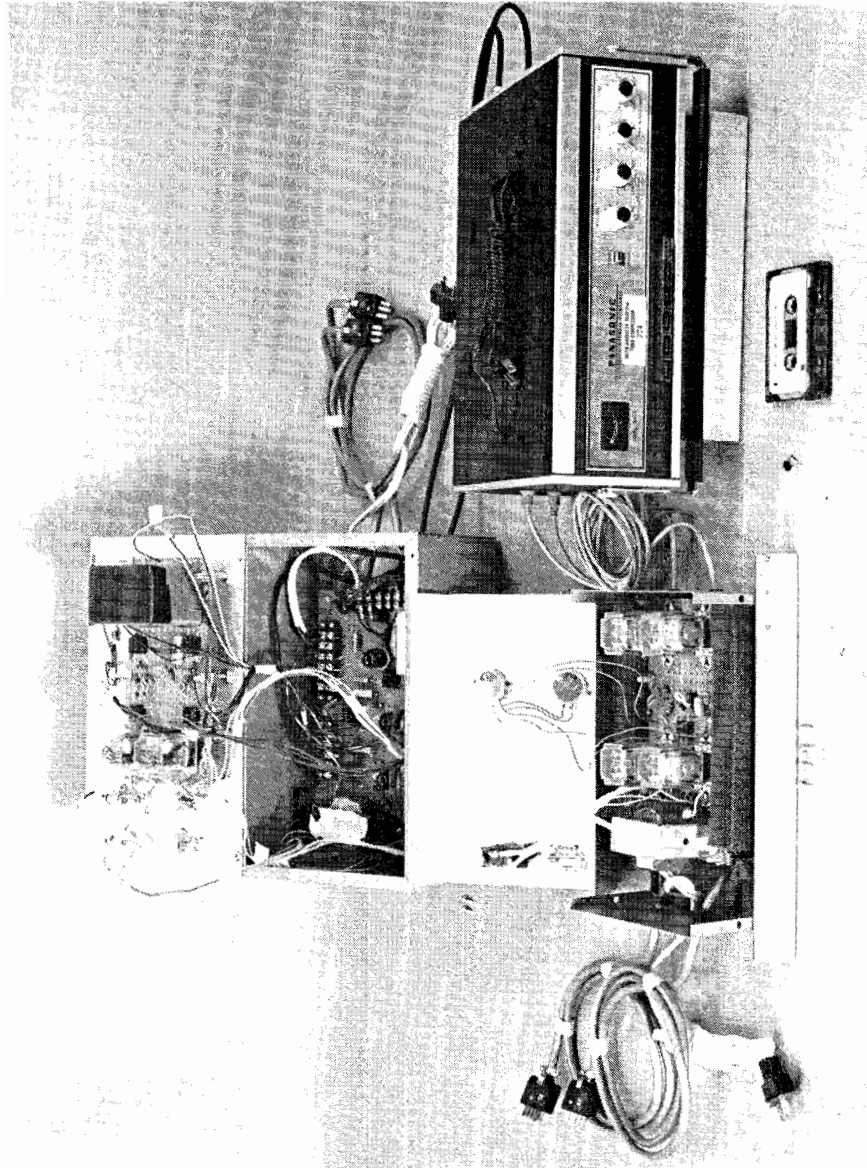


FIGURE 21. Photograph of Programmable Antenna Tracking System (PATS).

FIGURA 21. Fotografía del Sistema Programable Localizador de Antena (PATS).

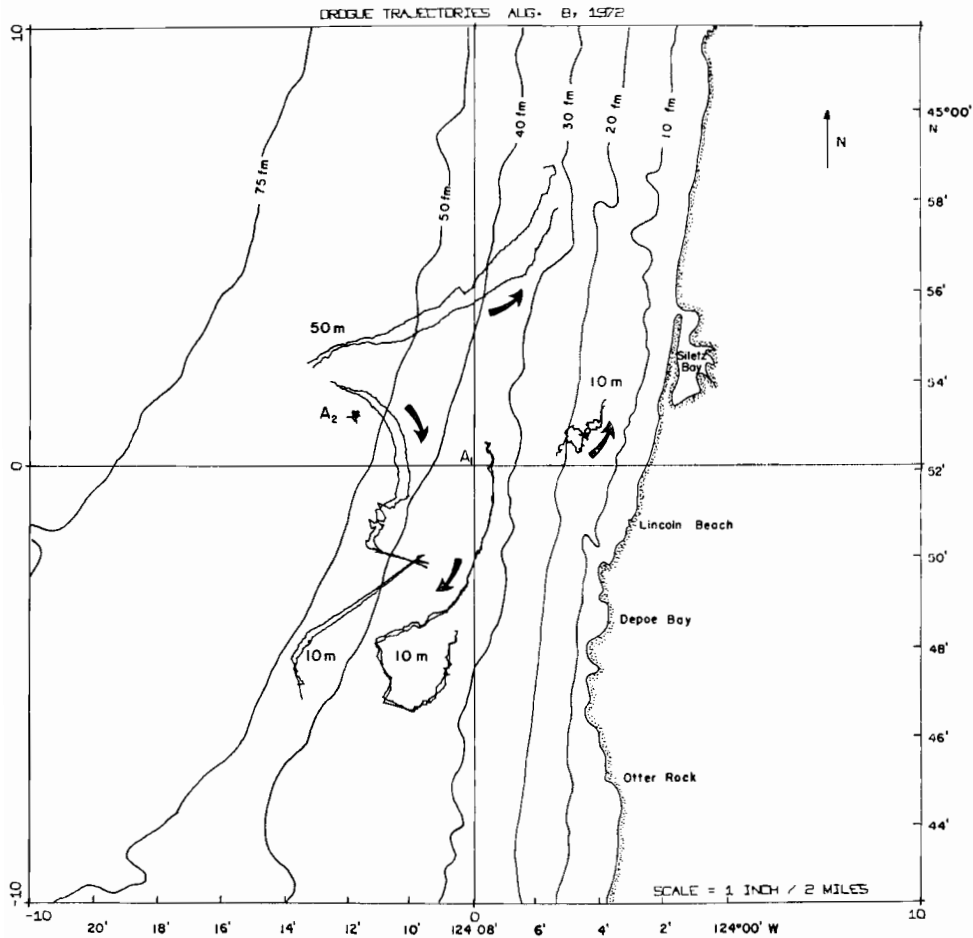


FIGURE 22. Water motion inferred from float motions during CUE-1, 8-9 August 1972. Arrows adjacent to the paired drogue trajectories indicate general motion of currents. Numbers beside trajectories represent depth of measurements. Anchors are denoted by the letter A.

FIGURA 22. Movimiento del agua derivado del movimiento de las anclas flotantes durante CUE-I, 8-9 de agosto 1972. Las flechas adyacentes a las trayectorias pares de las anclas flotantes indican el movimiento general de las corrientes. Las cifras al lado de las trayectorias representan la profundidad de las medidas. Las anclas se señalan con la letra A.

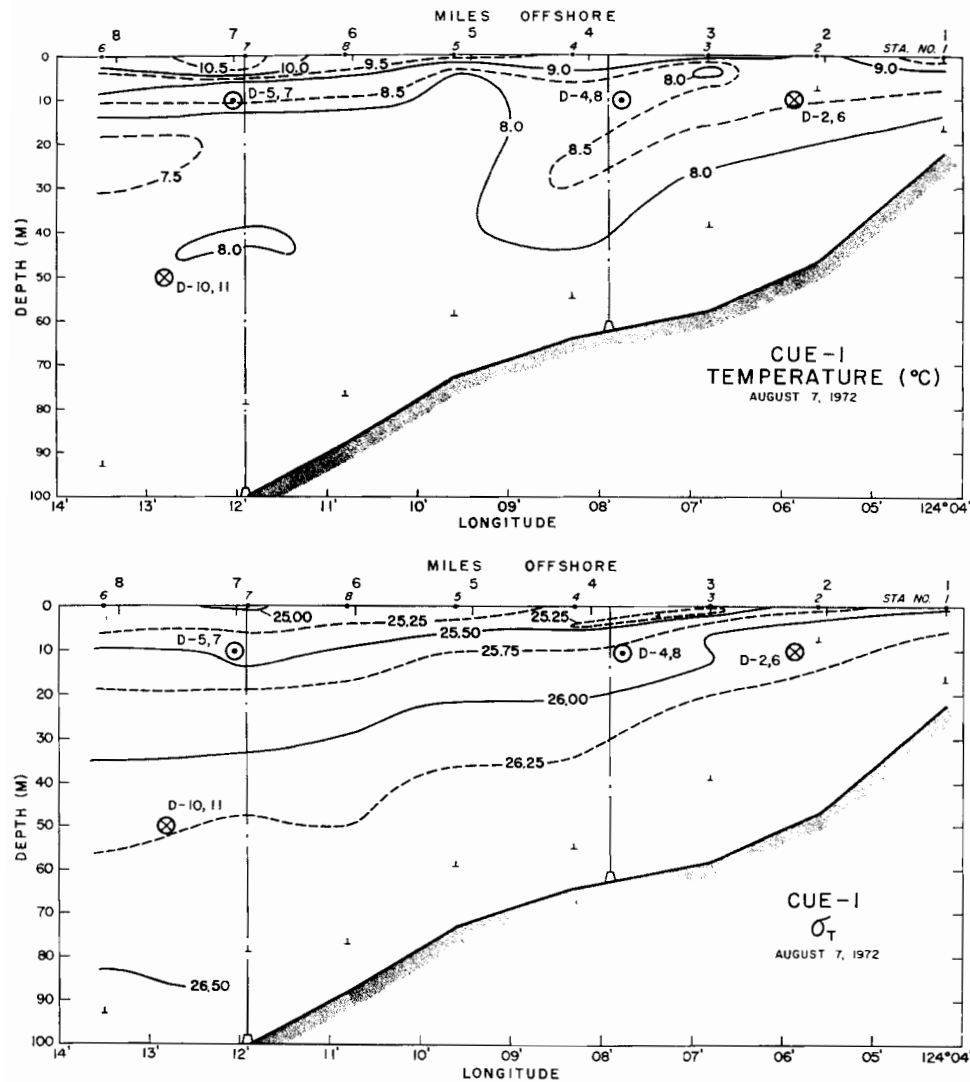


FIGURE 23. Vertical distribution of density (σ_t) and temperature during CUE-1. The circles in both panels indicate the initial position of the floats. Drogue floats are very effective indicators of water speed and direction in frontal regions where horizontal divergence in the circulation commonly occurs.

FIGURA 23. Distribución vertical de la densidad (σ_t) y temperatura durante CUE-I. Los círculos en ambos recuadros indican la posición inicial de las anclas flotantes. Las anclas flotantes son indicadores muy efectivos de la velocidad y dirección del agua en las regiones frontales donde la divergencia horizontal ocurre comúnmente en la circulación.

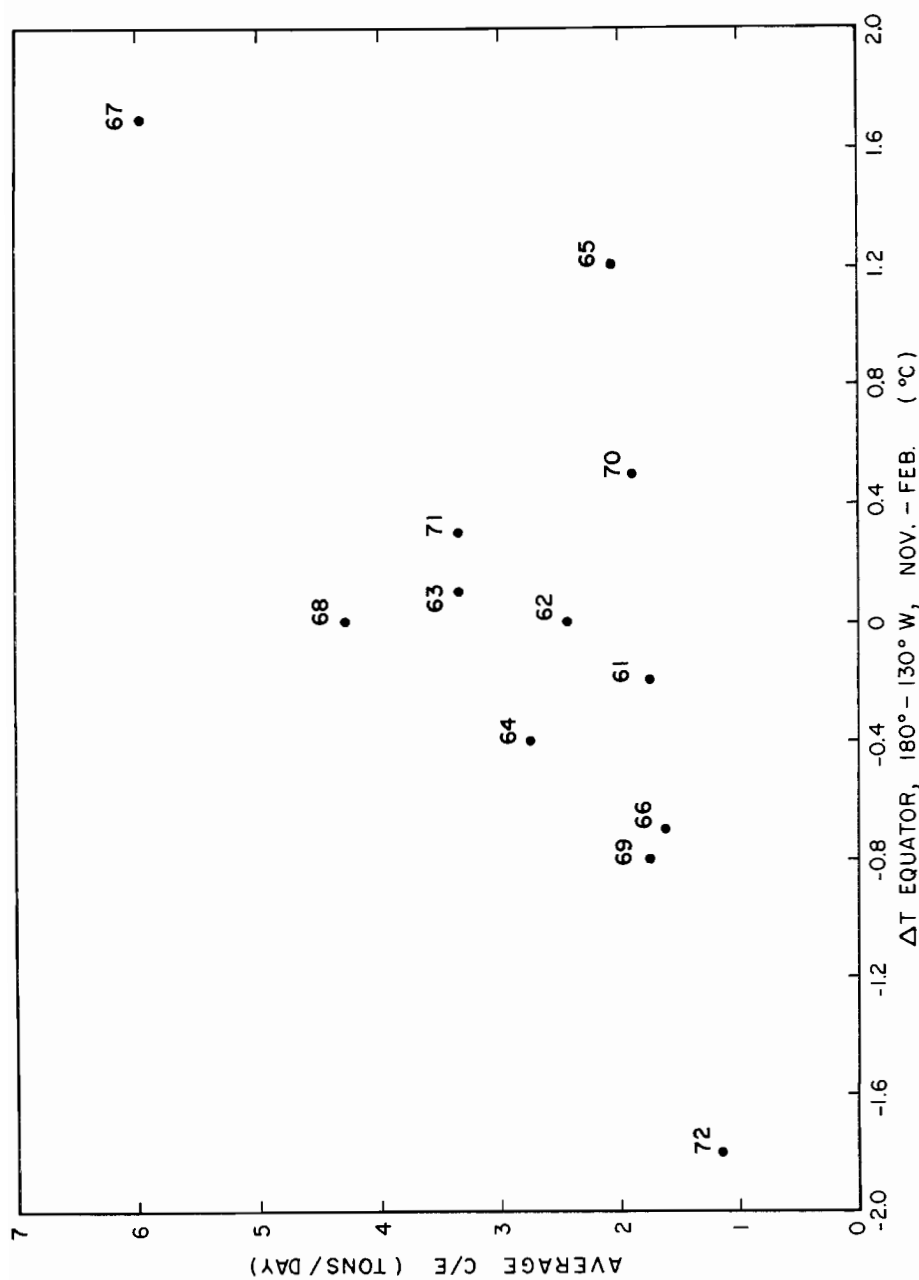


FIGURE 24. Plot of annual index of skipjack abundance (average C/E) in 15 selected 5° areas and deviation of sea-surface temperature (ΔT) along the equator between 180° and 130°W during November-February (1961-1972) approximately 1½ years earlier (*i.e.*, skipjack in 1972 and ΔT during November 1970-February 1971). $r = 0.66$, $P \leq 0.05$, $r^2 = 0.44$.

FIGURA 24. Representación gráfica del índice anual de la abundancia del barrilete (promedio de C/E) en 15 áreas seleccionadas de 5°, y desviación de la temperatura de la superficie del mar (ΔT) paralela al ecuador entre los 180° y 130°W durante noviembre-febrero (1961-1972) aproximadamente año y medio antes (es decir, abundancia de barrilete en 1972 y temperatura superficial del mar (ΔT) durante noviembre 1970-febrero 1971). $r = 0.66$, $P \leq 0.05$, $r^2 = 0.44$.

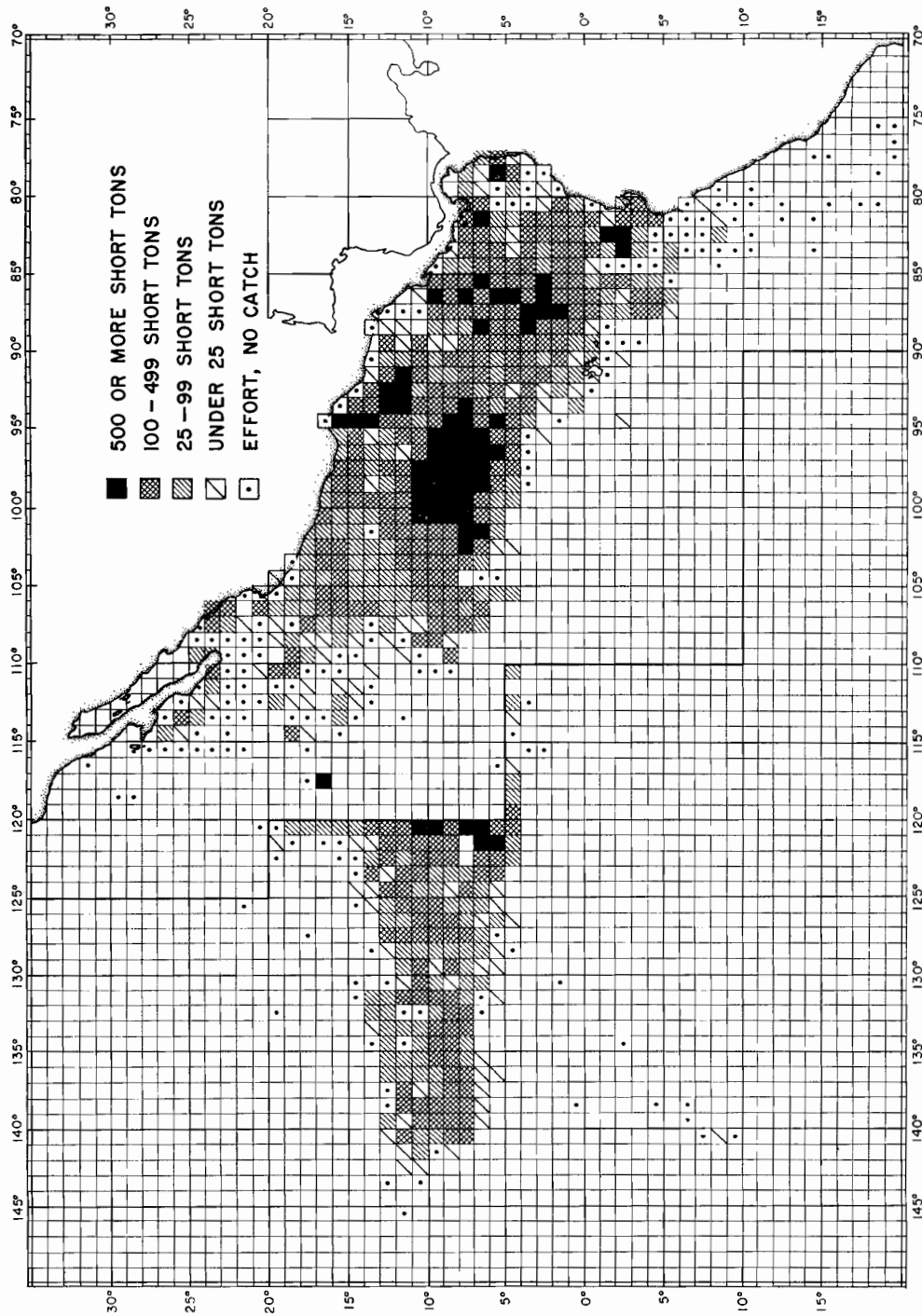


FIGURE 25. One-degree areas where yellowfin tuna were captured by purse-seine vessels during 1972 within and beyond the CYRA.

FIGURA 25. Areas de un grado en las que el atún aleta amarilla fue capturado por embarcaciones de cerco durante 1972 en el ARCAA y más allá.

TABLE 1. Catch (1958-1972), and landings (1945-1972) of yellowfin and skipjack tuna in the CYRA, in millions of pounds.
 TABLA 1. Captura (1958-1972) y desembarques (1945-1972) de atún aleta amarilla y de barrilete en el ARCAA, en millones de libras.

Year Año	Total catch from the CYRA Capturas totales provenientes del ARCAA			Total landings from the CYRA Desembarques totales provenientes del ARCAA			
	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Total	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Not identified by species No identificados por especies	Percent yellowfin Porcentaje aleta amarilla
1945				89.2	34.0	—	123.2
1946				129.7	42.5	—	172.2
1947				160.1	53.5	—	213.6
1948				200.3	61.5	7.3	269.1
1949				192.5	81.0	9.2	282.7
1950				224.8	129.3	—	354.1
1951				183.7	121.1	3.7	308.5
1952				192.2	90.8	4.5	287.5
1953				138.9	133.7	1.6	274.2
1954				138.6	173.7	1.5	313.8
1955				140.9	128.0	—	268.9
1956				177.0	150.3	—	327.3
1957				163.0	128.3	1.3	292.6
1958	148.4	161.1	309.5	149.9	164.9	0.4	315.2
1959	140.5	174.1	314.6	145.4	177.6	—	323.0
1960	244.3	103.0	347.3	234.2	110.5	0.7	345.4
1961	230.9	152.7	383.6	239.8	143.1	—	382.9
1962	174.1	156.8	330.9	172.5	161.4	—	333.9
1963	145.5	212.2	357.7	144.3	205.1	—	349.4
1964	203.9	130.6	334.5	197.7	125.2	—	322.9
1965	180.1	172.2	352.3	188.7	185.9	—	374.6
1966	182.3	133.1	315.4	187.9	132.4	—	320.3
1967	179.3	265.0	444.3	180.8	269.8	—	450.6
1968	229.2	155.4	384.6	229.1	155.3	—	384.4
1969	253.0	128.4	381.4	253.4	129.2	—	382.6
1970	285.4	110.8	396.2	284.2	110.4	—	394.6
1971	226.3	226.5	452.8	227.0	227.2	—	454.2
1972*	304.1	71.2	375.3	296.9	69.5	—	366.4

*Preliminary — preliminar

TABLE 2. Logged yellowfin and skipjack tuna catch by major areas of the CYRA, in thousands of short tons 1969-1972.
 TABLA 2. Capturas registradas de atún aleta amarilla y de barrilete por áreas principales del ARCAA, en miles de toneladas cortas, 1969-1972.

Yellowfin — Atún aleta amarilla									
Area of catch Area de captura	1969 NR	1969 R	1970 NR	1970 R	1971 NR	1971 R	1972* NR	1972* R	
North of 20°N Al norte de los 20°N	14.6	8.7	19.9	9.4	9.4	4.9	4.1	3.9	
15°-20°N	11.7	0.7	27.5	0.8	8.9	0.5	9.6	1.6	
10°-15°N	28.4	0.1	23.3	0.2	13.6	1.2	22.5	0.2	
5°-10°N	38.6	0.3	31.7	0.2	32.9	1.5	58.6	0.6	
0° - 5°N	5.2	0.3	2.6	0.0	8.8	0.2	17.4	0.1	
South of 0° Al sur de los 0°	3.3	2.2	8.2	2.8	12.5	3.7	8.2	0.4	
Total	101.8	12.3	113.3	13.4	86.1	12.0	120.4	6.8	
Skipjack — Barrilete									
North of 20°N Al norte de los 20°N	1.7	6.9	4.0	18.7	13.6	5.7	1.2	5.5	
15°-20°N	0.4	1.5	1.8	2.7	1.2	0.3	0.4	0.1	
10°-15°N	2.1	0.0	2.1	0.3	4.4	1.0	0.2	0.0	
5°-10°N	4.6	0.5	2.4	0.2	20.3	4.8	3.7	0.1	
0° - 5°N	0.4	2.2	0.2	0.1	1.2	2.8	1.2	0.1	
South of 0° Al sur de los 0°	6.7	13.5	4.9	2.1	32.3	4.6	3.8	0.7	
Total	15.9	24.6	15.4	24.1	73.0	19.2	10.5	6.5	

NR = non-regulated—sin reglamentación

R = regulated—reglamentado

* = preliminary—preliminar

TABLE 3. Number of tuna fishing vessels operating in the CYRA by flag, gear, size class and capacity during 1972.

TABLA 3. Número de barcos pesqueros atuneros que maniobran en el ARCAA por bandera nacional, arte, clase de tamaño y capacidad de acarreo durante 1972.

FLAG BANDERA	GEAR ARTE	SIZE CLASS — CLASE DE TAMAÑO						Total number of vessels Número total de barcos	Total capacity in short tons Capacidad total en toneladas cortas
		1	2	3	4	5	6		
Bermuda	Seiner					2			
Costa Rica	Seiner		1		2	1			
Canada	Jig	1							
Mexico	Baitboat			1					
(Total, Bermuda, Costa Rica, Canada and Mexico)								8	1,786
Canada	Seiner				3		5	8	5,361
Ecuador	Seiner		5	4		2		11	1,551
	Baitboat	53		2				55	1,760
	Bolichera	4						4	100
France	Seiner					2	1	3	1,670
Japan*	Seiner					1	1	2	1,078
Mexico	Seiner			2	7	2	3	14	4,849
Panama	Seiner					1	4	5	2,721
Peru	Seiner		1		4			5	1,131
Spain	Seiner						4	4	4,957
U.S.A.	Seiner			15	18	14	80	127	82,019
	Baitboat	13	20	15	4			52	4,762
	Jig	73	2					75	1,992
All flags	Seiner		7	21	34	25	98	185	
Todas las	Baitboat	66	20	18	4			108	
banderas	Bolichera	4						4	
	Jig	74	2					76	
Total		144	29	39	38	25	98	373	
Capacity of vessels by size-class (short tons)									
Capacidad de barcos por clase de tamaño (toneladas cortas)									
Size	Class	1	2	3	4	5	6		
All flags	Seiner		555	3,458	8,796	8,812	85,347		106,968
Todas las	Baitboat	1,940	1,369	2,405	938				6,652
banderas	Bolichera	100							100
	Jig	1,889	128						2,017
Total		3,929	2,052	5,863	9,734	8,812	85,347		115,737

*The number of Japanese longline vessels operating in the CYRA each month during 1972 varied from 17 to 34. Information concerning their capacities is not available.

*El número de barcos palangreros japoneses que maniobraron en el ARCAA durante 1972 fluctuó de 17 a 34. No se dispone de la información sobre la capacidad de acarreo.

TABLE 4. Catch per day's fishing (in pounds), by species, year and vessel size-class for U.S. based (including Puerto Rico) vessels during non-regulated trips.

TABLA 4. Captura por día de pesca (en libras) por especies, año y clase de tamaño del barco, correspondiente a barcos con base en los Estados Unidos (Puerto Rico inclusive) durante viajes no reglamentados.

BAITBOATS — BARCOS DE CARNADA							
Class Clase	Yellowfin — Atún aleta amarilla			Skipjack — Barrilete			1972*
	1969	1970	1971	1972*	1969	1970	1971
1	4,598	1,969	1,522	2,853	274	1,110	2,044
2	7,711	2,392	2,209	5,116	1,216	2,846	5,421
3	8,367	5,817	2,463	5,547	2,578	4,808	10,582
4	11,498	6,108	5,334	6,988	2,602	5,040	8,538
5	*	*	—	—	*	*	—
6	—	—	—	—	—	—	—
Standardized to Class 4—standardizados a la Clase 4	10,643	6,624	4,397	8,417	2,809	4,968	10,081
							3,006
PURSE SEINERS — BARCOS CERQUEROS							
1	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—
3	15,485	15,741	7,219	8,736	1,291	1,017	3,602
4	16,146	14,884	7,468	8,774	1,594	1,534	4,665
5	24,382	18,893	8,812	14,263	1,574	2,290	8,168
6	33,748	31,100	20,612	31,855	5,701	2,887	17,039
Standardized to Class 3—standardizados a la Clase 3	17,777	16,508	10,428	18,175	2,270	1,594	8,537
							1,498

*Only one vessel in this size class—Un solo barco de esta clase de tamaño

TABLE 5. Estimates of yellowfin tuna recruits (millions of fish) to the fishery.

TABLA 5. Estimaciones de los reclutas de atún aleta amarilla (millones de peces) a la pesquería.

	Year Año	X Group Grupo X	Y Group Grupo Y
	1962	20.3	12.1
Early period	1963	25.6	8.2
Primera época	1964	11.9	2.2
	1965	20.6 (19.6)	9.8 (8.1)
	1966	53.1	12.2
	1967	37.0	8.3
Late period	1968	30.7	7.9
Ultima época	1969	27.0	7.8
	1970	31.0	17.9
	1971	38.3 (32.8)	19.8 (12.3)
Overall average Promedio global		26.2	10.8

TABLE 6. Results of simulations to predict catches from yellowfin tuna population in the CYRA under differing fishing strategies.

TABLA 6. Resultados de los programas de simulación para pronosticar las capturas de la población de atún aleta amarilla en el ARCAA, bajo diferentes estrategias de pesca.

AVERAGE CATCH (Thousands of short tons) CAPTURA PROMEDIO (Miles de toneladas cortas)			
	Early Period Primer Periodo	Late Period Ultimo Periodo	Percentage change Porcentaje de cambio
Observed Observada	75.0	120.0	60
Run 1 1 Serie	95.0	105.0	11
Run 2 2 Serie	80.0	130.0	63
MEAN WEIGHT IN CATCH (pounds) PESO MEDIO DE LA CAPTURA (libras)			
	Early Period Primer Periodo	Late Period Ultimo Periodo	Percentage change Porcentaje de cambio
Observed Observada	17.5	23.8	36
Run 1 1 Serie	17.4	23.5	35
Run 2 2 Serie	17.5	23.9	36

TABLE 7. Coefficients of correlation (r) and determination (r^2) for annual indices of apparent skipjack abundance (C/E) east of 150°W and indices of temperature (ΔT) and atmospheric pressure (ΔP) approximately 1½ years earlier. Fishery data for 1972 are preliminary.

TABLA 7. Coeficientes de correlación (r) y determinación (r^2) de los índices anuales de la abundancia aparente del barrilete (C/E) al este de los 150°W, e índices de temperatura (ΔT) y de la presión atmosférica (ΔP) aproximadamente año y medio antes. Los datos de pesca de 1972 son preliminares.

Group	Fishing years	Temperature or pressure index	r	r^2	P
Grupo	Años de pesca	Índice de temperatura o de presión	r	r^2	P
Baitboats A	1951-59	ΔT Equator, 180°-130°W	0.77	0.59	*
Barcos de carnada	1952-59	ΔT Canton Is.	0.75	0.56	*
Baitboats B	1951-72	ΔT Equator, 180°-130°W	0.67	0.44	**
Baitboats B	1952-69	ΔT Canton Is.	0.58	0.34	*
Baitboats B	1957-72	ΔT Christmas Is.	0.77	0.59	**
Baitboats B	1956-72	ΔT San Cristobal	0.80	0.64	**
Baitboats C	1934-50	ΔT^+ 180°-80°W, 0°-10°S	0.60	0.35	*
Baitboats D	1934-59	ΔP Darwin	0.48	0.23	*
Baitboats E	1934-72	ΔP Darwin	0.48	0.23	**
Seiners Cerqueros	1961-72	ΔT Equator, 180°-130°W	0.74	0.55	**
Seiners Cerqueros	1961-72	ΔT Christmas Is.	0.65	0.43	*
Seiners Cerqueros	1961-72	ΔT San Cristobal	0.65	0.43	*

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; +Derived from rainfall; A—Years when baitboats predominate and effort is based on logbooks and standardized to Class-4 days; B—All years with effort based on logbooks and standardized to Class-4 days; C—Years with effort derived from day's absence and standardized to Class-3 days; D—Years when baitboats predominate (1934-50 effort from day's absence, Class-3 days converted to Class-4 days); E—All years from 1934 on (same conversions as in D).

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; +Derivada según la pluviosidad; A—Años en los que predominaron los barcos de carnada y el esfuerzo se encuentra basado en los cuadernos de bitácora y normalizado a días de la Clase 4 de barcos; B—Todos los años con el esfuerzo basado en los cuadernos de bitácora y normalizado a días de la Clase 4 de barcos; C—Años con el esfuerzo derivado de los días de ausencia y normalizado a días de la Clase 3 de barcos; D—Años en los que predominaron los barcos de carnada (el esfuerzo de 1934-50 se deriva según los días de ausencia, los días de la Clase 3 de barcos convertidos a días de la Clase 4 de barcos); E—Todos los años desde 1934 en adelante (transformación igual a D).

TABLE 8. Coefficients of correlation (r) and determination (r^2) for deviation ratios of total catches of skipjack east of 150°W by baitboats and seiners, and temperature indices (ΔT) approximately 1½ years earlier. Fishery data for 1972 are preliminary.

TABLA 8. Coeficientes de correlación (r) y determinación (r^2) de las razones de la desviación de todas las capturas de barrilete al este de los 150°W, de los barcos de carnada y cerqueros, e índices de temperatura (ΔT) aproximadamente año y medio antes. Los datos de pesca de 1972 son preliminares.

Fishing years	Temperature index	r	r^2	P
Años de pesca	Índice de temperatura	r	r^2	P
1951-1972	ΔT Equator, 180°-130°W	0.54	0.29	**
1957-1972	ΔT Christmas Is.	0.47		n.s.
1956-1972	ΔT S. Cristobal	0.60	0.36	*

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; n.s.—not significant
—no es significativo

TABLE 9. Coefficients of correlation (r) and determination (r^2) for annual indices of apparent abundance of skipjack caught by seiners (1961-72) in 15 selected 5° areas and temperature indices (ΔT) approximately 1½ years earlier. Fishery data for 1972 are preliminary.

TABLA 9. Coeficientes de correlación (r) y determinación (r^2) de los índices anuales de la abundancia aparente del barrilete capturado por embarcaciones de cerco (1961-72), en 15 áreas seleccionadas de 5° e índices de temperatura (ΔT) aproximadamente año y medio antes. Los datos de pesca de 1972 son preliminares.

Temperature index Índice de temperatura	C/E			Average C/E		
	r	r^2	P	r	r^2	P
ΔT Equator, 180°-130°W	0.77	0.59	**	0.66	0.44	*
ΔT Christmas Is.	0.71	0.51	**	0.60	0.37	*
ΔT S. Cristobal	0.73	0.53	**	0.63	0.39	*

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; C/E—Total logged catch divided by total logged effort in the 15 areas; Average C/E—the average of the catch-per-effort values for each area.

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; C/E—Captura total registrada dividida por el esfuerzo total registrado en las 15 áreas; Average C/E—promedio de los valores de la captura por esfuerzo en cada área.

TABLE 10. Coefficients of correlation (r) and determination (r^2) for indices of apparent abundance of skipjack obtained by the Joseph and Calkins method based on selected 1° areas and temperature indices 1½ years earlier.

TABLA 10. Coeficientes de correlación (r) y determinación (r^2) de los índices de la abundancia aparente del barrilete obtenidos por el método de Joseph y Calkins, basado en áreas seleccionadas de 1° e índices de temperatura año y medio antes.

	Fishing years Años de pesca	Temperature index Índice de temperatura	C/E		U..				
			r	r ²	r	r ²	P		
Baitboats Barcos de carnada	1951-59	ΔT	Equator, 180°-130°W	0.79	0.63	*	0.01	n.s.	
Baitboats Barcos de carnada	1952-59	ΔT	Canton Is.	0.75	0.56	*	0.03	n.s.	
Seiners Cerqueros	1961-71	ΔT	Equator, 180°-130°W	0.65	0.42	*	0.69	0.48	*
Seiners Cerqueros	1961-71	ΔT	Christmas Is.	0.63	0.40	*	0.70	0.49	*
Seiners Cerqueros	1961-71	ΔT	S. Cristobal	0.66	0.43	*	0.79	0.63	**

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; n.s.—not significant; C/E—unweighted index of abundance.

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; n.s.—no es significativo; C/E—índice de abundancia sin ponderar.

U..—Weighted index of abundance.

U..—Índice ponderado de abundancia.

TABLE 11. Catches and CPSDF of yellowfin tuna and skipjack in the eastern Pacific Ocean.
 TABLA 11. Capturas y CPDNP de atún aleta amarilla y barrilete (listado) en el Océano Pacífico oriental.

Year (1)	YELLOWFIN ATUN ALETA AMARILLA						SKIPJACK BARRILETE				YF + SJ AAA + B	
	Inside CYRA En el ARCAA		Outside CYRA Fuera del ARCAA		Inside CYRA En el ARCAA		Outside CYRA Fuera del ARCAA		Total		Grand Total Catch** (13)	
	Expected CPSDF* (2)	Observed CPSDF* (3)	Catch** (4)	Observed CPSDF* (5)	Catch** (6)	Total Catch** (7)	Observed CPSDF* (8)	Catch** (9)	Observed CPSDF* (10)	Catch** (11)		Total
1968	—	6.1	114.6	—	1.2	115.8	6.3	77.7	—	—	77.7	193.5
1969	5.1	6.0	126.5	7.8	18.9	145.4	2.6	64.2	0.6	1.0	64.8	210.2
1970	4.0	6.0	142.7	4.6	30.0	172.7	2.1	55.4	1.5	6.4	71.8	244.5
1971	3.0	4.1	114.2	5.0	22.1	136.3	8.9	115.2	0.3	1.2	116.4	252.7
1972	—	5.6	152.0	5.0	45.0	197.0	0.7	35.6	—	1.2	36.8	33.8
Mean	4.0	5.6	130.0	5.6	23.4	153.4	4.1	69.6	0.8	2.5	73.5	226.9

*Short tons—toneladas cortas

**Thousands of short tons—miles de toneladas cortas

TABLE 12. Average instantaneous fishing mortality rates for X and Y groups of yellowfin tuna, by quarterly age, in the fishery.**TABLA 12.** Promedio de los índices instantáneos de mortalidad de pesca, de los grupos X e Y de atún aleta amarilla, por edad trimestral, en la pesquería.

Quarter	X Group Grupo X		Y Group Grupo Y	
	59-65	66-71	59-65	66-71
1	.05	.02	0.0	0.0
2	.24	.12	0.0	0.0
3	.57	.13	.02	.01
4	.45	.11	.02	.01
5	1.11	.65	.23	.38
6	1.84	.64	.58	.80
7	.59	.20	.45	.78
8	.97	.22	.53	.32
9	1.24	1.55	1.44	2.37
10	.89	1.07	1.90	2.08
11	.50	.07	.54	.05
12	.50	.06	.43	.05
13	.36	1.09	.82	1.41
14	.36	.75	.64	1.02
15	.10	.01	.10	.01
16	.10	.01	.10	.01
17	0.0	.60	.0	.47
18	0.0	.42	.0	.42