
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1974

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

La Jolla, California

1975

CONTENTS—INDICE

ENGLISH VERSION—VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
COMMISSION MEETINGS	7
ADMINISTRATION	16
Budget	16
Financial statement	17
Inter-agency cooperation	20
Field offices	21
PUBLICATIONS AND REPORTS	21
THE FISHERY IN 1974	24
Résumé	24
Statistics of catch and landings	25
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean	27
RESEARCH IN 1974	28
Abundance of tunas and success of fishing	28
Population structure and migrations	36
Other aspects of tuna biology	44
Oceanography and tuna ecology	52
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1974 AND OUTLOOK FOR 1975 .	55
Yellowfin	55
Skipjack	64

VERSION EN ESPAÑOL—SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION	67
REUNIONES DE LA COMISION	67
ADMINISTRACION	78
Presupuesto	78
Declaración financiera	78
Colaboración entre entidades afines	81
Oficinas regionales	82
PUBLICACIONES E INFORMES	83
LA PESCA EN 1974	85
Resumen	85
Estadísticas de captura y desembarque	86
La flota atunera del Océano Pacífico oriental	88
INVESTIGACION EN 1974	89
Abundancia de atunes y resultados de pesca	89
Estructura de población y migración	99
Otros aspectos de la biología atunera	107
Oceanografía y ecología atunera	116
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1974 y	
PERSPECTIVAS PARA 1975	119
Atún aleta amarilla	120
Barrilete	129
APPENDIX I—APENDICE I	
STAFF—PERSONAL	132
 APPENDIX II—APENDICE II	
FIGURES AND TABLES—FIGURAS Y TABLAS	136

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 B.....1958-
Milton H. López G.....1965-
Eduardo Beeche T.....1969-1971
Francisco Terán Valls.....1971-

UNITED STATES OF AMERICA

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

PANAMA

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

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
Amin Zarur M.....1968-
Arturo Díaz R.....1970-
Joaquin Mercado F.....1970-
Pedro Mercado S.....1970-

CANADA

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

JAPAN

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

FRANCE

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

NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla.....1973-
Antonio Flores Arana.....1973-

*Deceased in service April 10, 1961

*Murió en servicio activo el 10 de abril de 1961

†Deceased in service April 26, 1965

†Murió en servicio activo el 26 de abril de 1965

‡Deceased in service December 18, 1968

‡Murió en servicio activo el 18 de diciembre de 1968

§Deceased in service May 5, 1973

§Murió en servicio activo el 5 de mayo de 1973

ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1974

INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission operates under the authority and direction of a convention originally entered into by the Republic of Costa Rica and the United States of America. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970, and France and Nicaragua in 1973. In 1967 Ecuador gave notice of her intent to withdraw from the Commission, and this became effective in 1968.

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

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

The scientific program is now in its 24th year. The results of its research are published by the Commission in its Bulletin series in English and Spanish, its two official languages. Reviews of each year's operations and activities are reported upon in its annual report, also in two languages. Other studies are published in outside scientific journals and trade journals. By the end of 1974 the Commission's staff had published 106 bulletins, 147 articles in outside journals, and 23 annual reports. All scientific and annual reports have been given world-wide distribution, and thus have been made available for the critical scrutiny of a wide section of the world's scientific community.

COMMISSION MEETINGS

The Commission held its 29th meeting on November 12, 13, 14, and 16, 1973, in Washington, D.C., U.S.A. Action by the Commission on the staff's recommendation for a total catch quota for yellowfin tuna in the Commission's yellowfin regulatory area (CYRA) presented at this meeting was not taken, but deferred until after meetings of an *ad hoc* inter-governmental group could agree on and submit to the Commission recommendations concerning methods of implementing the yellowfin conservation program during 1974. Inter-governmental meetings held in late 1973 and early 1974 resulted in agreement

on methods of implementing the Commission's quota recommendation. The Commission approved the following resolution for the conservation of yellowfin tuna by a mail vote on May 18, 1974.

RESOLUTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission

Taking note that the catch of yellowfin tuna during 1973, although the greatest ever removed from the yellowfin stock within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), reduced only slightly the apparent abundance of yellowfin tuna, and

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

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

Noting further that the experimental fishing program has operated successfully since its inception, and

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

Concludes that it is desirable to continue during 1974 at a higher level the experimental fishing program for yellowfin tuna, and

Taking note of the resolution from the 15th Inter-Governmental Meeting on the Conservation of Yellowfin Tuna, which recommends certain management measures to the Commission,

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

- 1) Establish the annual catch limit (quota) on the total catch of yellowfin tuna for the calendar year of 1974 at 175,000 short tons from the CYRA defined in the resolution adopted by the Commission on May 17 of 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 begins January 1, 1974, with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the return of the vessels to port.
- 4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1974 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 175,000, 185,000 or 195,000 short tons, if the Director of Investigations so determines that such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special 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 for tuna in the CYRA after the closure date for the yellowfin tuna fishery to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in catches of other species in the CYRA on each trip commenced during such closed season. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch of yellowfin tuna shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels; provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by all such vessels of a country so permitted shall not exceed 15 percent of the combined total catch taken by such vessels during the period these vessels are permitted to land incidental catches of yellowfin tuna.
- 6) Permit 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, bigeye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, black skipjack, bonito, billfishes and sharks.
- 8) Permit, during the closed season for 1974, the newly-constructed vessels of those members of the Commission which are developing countries and whose fisheries are in the early stage of development (that is, whose tuna catch in the Convention Area in 1970 did not exceed 12,000 short tons and whose total fish catch in 1969 did not exceed 400,000 metric tons) and which entered the fishery for yellowfin tuna in the Convention Area for the first time under the flag of such country during the closed season in 1971 or during 1972 and which, because of characteristics such as size, gear or fishing techniques, present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until such vessels have taken in the aggregate 8,000 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 8,000 short tons of yellowfin tuna, provided that if the aggregate catch of yellowfin tuna as determined by the Director of Investigations during the open season (including the last unrestricted trip) of the tuna fishing vessels of any such developing countries should exceed 6,000 short tons, the allocation of 8,000 short tons of yellowfin tuna available to the above-described vessels of such country during the closed season shall be reduced by the amount that the open-season catch of yellowfin tuna exceeds 6,000 short tons.
 - a) those vessels that shall enjoy the above special allocation are defined in addition to the above as:
 - 1) those vessels which had an individual catch per capacity ton for 1973 of less than 75% of the average catch per capacity ton of all vessels in comparable Commission size classes engaged in the Convention Area in 1972, as determined by Commission statistics of catch per capacity ton and gross earnings as published in Commission documents and
 - 2) which are designated by name in an official memorandum from the flag government to the Director of Investigations
 - b) During the 1974 season, if a vessel of a qualified country which is not included in the provision of paragraph a) sub-paragraph 1) experiences problems of the nature above-described or a similar nature, that country may substitute such vessel for any other vessel which was so qualified and designated for the purpose of exercising the benefit of the above-described provision and immediately notify the Director of Investigations of the substitution and the nature of the special problem which made the new vessel eligible.
- 9) a) In order not to curtail their fisheries, those countries whose govern-

ments 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 canning facilities until such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during 1974 reaches 1,000 short tons.
- 10) For 1974 only, in order to avoid congestion of unloading and processing facilities around the date of the season closure and the danger that vessels may put to sea without adequate preparations, any vessel which completes its trip before the closure or which is in port at the closure and completed a trip in the CYRA during 1973 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 1974 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.

The 30th meeting of the Commission was held in Ottawa, Ontario, Canada, on October 28, 29, and 31, 1974. Each member country was represented by one or more of its regular commissioners. In addition, there were advisors from several of the member countries and observers from Ecuador, El Salvador, the Republic of Korea, Netherlands Antilles, Peru, and the International Commission for the Conservation of Atlantic Tuna (ICCAT).

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

- 1. Opening of the meeting
- 2. Consideration and adoption of the agenda
- 3. Review of current research
- 4. Review of the work of the ICCAT

5. The 1974 fishing year
6. Condition of the yellowfin stock and quota for 1975
7. A discussion of the present system for closing the fishery
8. The porpoise-tuna relationship and associated problems
9. Recommended research program and budget for fiscal year 1976-1977
10. Place and date of the next meeting
11. Election of officers
12. Other business
13. Adjournment.

The Commission took the following actions:

- (1) Agreed to the continuation of the experimental fishing program in 1975, with a quota of 175,000 short tons of yellowfin tuna for the Commission's yellowfin regulatory area (CYRA), but authorized the Director of Investigations to increase this limit in two successive increments 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 days fishing, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA would be curtailed so as not to exceed the then current estimate of the equilibrium yield.
- (3) Agreed that a special meeting of the Commission would be held in La Jolla, California, U.S.A., on March 3, 1975, to review the status of the yellowfin stock.
- (4) Agreed to a proposed budget of \$1,128,950 for the fiscal year of 1976-1977.
- (5) Agreed to hold the next meeting of the Commission in Paris, France, on October 13-17, 1975.
- (6) Elected Mr. Robert Letaconnoux of France and Mr. Gilberto Bergman Padilla of Nicaragua as chairman and secretary respectively, of the Commission for 1975.
- (7) Passed the following resolution for the conservation of yellowfin tuna:

RESOLUTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission

Taking note that the catch of yellowfin tuna within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) during 1974 will be very close to that of 1973, which was the highest ever removed from the yellowfin stock in that area, and

Noting further that the very high catches in 1973 and 1974 did not reduce sharply the apparent abundance of yellowfin tuna, and

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

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

Recognizing that the experimental fishing program has not clearly demonstrated levels of catch beyond this theoretical maximum, but that changes in the size structure of the catch suggest the possibility of reduced catches during 1975, and

Being advised that the effects of overfishing during 1975 would involve economic risks for the industry but not risks of irreparable biological damage to the stock of yellowfin,

Concludes that it is desirable to continue during 1975 the experimental fishing program of yellowfin tuna, and

Taking note of the resolution from the 16th Inter-Governmental Meeting on the Conservation of Yellowfin Tuna, which recommends certain management measures to the Commission,

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

- 1) Establish the annual catch limit (quota) on the total catch of yellowfin tuna for the calendar year of 1975 at 175,000 short tons from the 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 begins

January 1, 1975, with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the return of the vessels to port.

- 4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1975 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 175,000, 185,000 or 195,000 short tons, if the Director of Investigations so determines that such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special allowances provided for in Items 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 for tuna in the CYRA after the closure date for the yellowfin tuna fishery to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in catches of other species in the CYRA on each trip commenced during such closed season. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch of yellowfin tuna shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by all such vessels of a country so permitted shall not exceed 15 percent of the combined total catch taken by such vessels during the period these vessels are permitted to land incidental catches of yellowfin tuna.
- 6) Permit 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, bigeye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, black skipjack, bonito, billfishes and sharks.
- 8) Permit, during the closed season for 1975, the newly-constructed vessels of those members of the Commission which are developing countries and whose fisheries are in the early stage of development (that is, whose tuna catch in the Convention Area in 1970 did not exceed 12,000 short tons and whose total fish catch in 1969 did not exceed 400,000 metric tons) and which entered the fishery for yellowfin tuna in the Convention Area for

the first time under the flag of such country during the closed season in 1971 or during 1972 and which, because of characteristics such as size, gear or fishing techniques, present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until such vessels have taken in the aggregate 10,000 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 10,000 short tons of yellowfin tuna provided that, if the aggregate catch of yellowfin tuna, as determined by the Director of Investigations, during the open season (including the last unrestricted trip) of the tuna fishing vessels of any such developing countries should exceed 6,000 short tons, the allocation of 10,000 short tons of yellowfin tuna available to the above described vessels of such country during the closed season shall be reduced by the amount that the open-season catch of yellowfin tuna exceeds 6,000 short tons.

- a) Those vessels that shall enjoy the above special allocation are defined in addition to the above as:
 - 1) those vessels which had an individual catch per capacity ton for 1974 of less than 75% of the average catch per capacity ton of all vessels in comparable Commission size classes engaged in the fishery in the Convention Area in 1973, as determined by Commission statistics of catch per capacity ton and gross earnings as published in Commission documents; and
 - 2) which are designated by name in an official memorandum from the flag government to the Director of Investigations.
 - b) During the 1975 season, if a vessel of a qualified country which is not included in the provision of paragraph a) (sub-paragraph 1) experiences problems of the nature above-described or a similar nature, that country may substitute such vessel for any other vessel which was so qualified and designated for the purpose of exercising the benefit of the above-described provision and immediately notify the Director of Investigations of the substitution and the nature of the special problem which made the new vessel eligible.
- 9) a) In order not to curtail their fisheries, those countries whose governments accept the Commission's recommendations, but whose fisheries of yellowfin tuna are not of significance, will be exempted of their obligations of compliance with the restrictive measures.
- b) Under present conditions, and according to the information available, an annual capture of 1,000 tons of yellowfin tuna is the upper limit to enjoy said exemption.
 - c) After the closure of the yellowfin tuna fishery, the governments of the contracting parties and cooperating countries may permit their vessels to land yellowfin tuna without restriction in any country described in paragraph a) and b) above which has canning facilities until

such time as the total amount of yellowfin tuna landed in such country during 1975 reaches 1,000 short tons.

- 10) For 1975 only, in order to avoid congestion of unloading and processing facilities around the date of the season closure and the danger that vessels may put to sea without adequate preparations, any vessel which completes its trip before the closure or which is in port at the closure and completed a trip in the CYRA during 1974 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 1975 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) Call a special meeting of the Commission to begin on the first Monday of March, 1975, in La Jolla, California, for the purpose of receiving a report from the Director of Investigations with regard to the age composition of the catch and any other related matters he believes appropriate, in order to determine whether the stocks would be seriously damaged by fishing at the level of the quota agreed at the 1974 annual meeting. If the Director of Investigations finds evidence that the stocks may be seriously damaged he may suggest emergency measures he believes necessary to reduce the catch. Any recommendations adopted at this special meeting which the Commission agrees should be taken on an emergency basis shall take effect on a date specified by the Commission as necessary for the conservation of the stock, but in no event less than 10 days from the date on the communication from the Director of Investigations of such measures to the contracting governments, unless prior to the date on which the measure is to take effect any contracting government communicates its disapproval.
- 13) 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, regard-

less of the probability of obtaining such funding, while the second should be an austerity version designed to maintain the research at current or slightly augmented levels. The latter budget would be used by government officials when presenting the budget for government approval if the former (recommended) budget was unacceptable. In keeping with these instructions, two budgets were prepared for the fiscal year 1974-1975.

The recommended research program, estimated to cost \$1,324,437, 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 \$790,549, an increase of \$51,501 over the austerity budget for Fiscal year 1973-1974. The increase was needed to match an impending U.S. Government pay raise and in-grade increases.

In November it was learned that the U.S. contribution to the Commission in fiscal year 1974-1975 would be \$709,000, thus setting the total budget at \$789,947.

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 fiscal year 1973-1974 follows:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Sources and Disposition of Funds

1 July 1973 to 30 June 1974

U.S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance (including unliquidated obligations) July 1, 1973	\$132,782.12*
U.S.A.	581,500.00
Mexico	8,544.00
Canada	12,409.00
Japan	13,985.00
Costa Rica	4,199.75
Panama	500.00
France	913.00
Nicaragua	500.00
Other receipts	7,390.59
TOTAL	\$762,723.46

* The unexpended balance includes \$28,970.65 of unpaid commitments.

TUNA COMMISSION

Disposition of funds

Advances		\$ 45,888.80
Project expenditures		
1) By projects		
A. Administrative expenses	\$120,097.56	
B. Research on bait species		
C. Collection, compilation, and analysis		
of catch statistics	127,144.14	
D. Tuna biology	233,412.41	
E. Oceanography	577.80	
F. Tuna tagging	38,367.00	
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation	40,864.10	
2) By budget objects		
01 Salaries	449,114.75	
02 Travel	26,630.89	
03 Transportation of things	645.50	
04 Communications	4,495.23	
05 Rents and utilities	1,344.00	
06 Printing and binding	9,796.18	
07 Contractual services	15,748.35	
08 Supplies and materials	8,062.85	
09 Equipment	6,430.42	
13 Rewards for tags	1,124.00	
15 Employer's contribution to U.S.		
social security	19,286.53	
16 Life insurance	1,146.34	
17 Employer's contribution to		
pension plan	3,966.11	
18 Disability insurance	1,396.36	
19 Employer's contribution to group		
insurance	5,803.44	
21 Workmen's compensation	3,444.18	
22 Unemployment insurance	2,162.27	
23 California state disability insurance	- 134.29	
		<u>\$560,463.01</u>
Purchase of soles (for operations in Peru)	9,000.00	
Purchase of sucres (for operations in Ecuador)	8,500.00	
Cash in bank	136,961.12	
Cash on hand	<u>150.00</u>	
	137,111.12	
Less reserves		
Group insurance	- 647.59	
Pension	<u>- 687.94</u>	
	- 1,335.53	\$138,446.65
Deposits	<u>425.00</u>	
TOTAL		\$762,723.46

COSTA RICAN COLON ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance July 1, 1973	¢	637.21
Cash in bank	¢	<u>637.21</u>
TOTAL	¢	637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance July 1, 1973	S/. 19,431.85
Purchase of sucres with dollars	<u>210,675.00</u>
TOTAL	230,106.85

Disposition of funds

Advances	12,400.00
Project expenditures	
1) By project	
G. Rapid collection of catch statistics	
for regulation	S/. 98,838.68
2) By budget objects	
01 Salaries	97,294.43
02 Travel	1,534.25
07 Contractual services	<u>10.00</u>
	98,838.68
Cash in bank	<u>118,868.17</u>
TOTAL	230,106.85

PERUVIAN SOL ACCOUNT

Sources of funds

Unexpended balance July 1, 1973	S/o. 79,149.86
Purchase of soles with dollars	<u>390,420.00</u>
TOTAL	S/o. 469,569.86

Disposition of funds

Advances	S/o. 15,600.00
Project expenditures	
1) By project	
Rapid collection of catch statistics	
for regulation	S/o. 363,551.14
2) By budget object	
01 Salaries	274,574.00
02 Travel	40,571.84
04 Communications	1,894.67
05 Rents and utilities	25,500.00
06 Printing and reproduction	120.00
07 Contractual services	1,884.55
08 Supplies and materials	1,283.00
15 Employer's contribution to	
social security	<u>17,723.08</u>
	363,551.14
Cash in bank	<u>90,418.72</u>
TOTAL	S/o. 469,569.86

INTER-AGENCY COOPERATION

Throughout the Commission's existence its staff has maintained close working relationships with a number of international, national, and intranational organizations throughout the world. This is particularly necessary because of the international distribution of the tuna resources and the international nature of the fisheries. Such inter-agency cooperation is likewise necessary if the staff is to stay abreast of the rapid developments taking place in fisheries science and oceanography. A few of the staff's activities along these lines are described below.

The very cordial and productive relationship which has existed between the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas and the Commission continued during 1974. As a result of this cooperation there has been a mutually beneficial exchange of ideas and information.

The close professional relationship which has been developed in the past with the Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California at Ensenada, Mexico, was maintained during 1974. During the year the staff continued its seminar series on fisheries biology, population dynamics, mathematics, and oceanography presented to the students and faculty of the University, and this series is to continue during 1975.

Practically all of the Commission's oceanographic research is done in cooperation with other organizations. Especially noteworthy among these are the study of primary productivity in and near the Gulf of Guayaquil sponsored by the Organization of American States and executed by the Instituto Nacional de Pesca de Ecuador, the School of Oceanography of Oregon State University, and the Commission, and the Coastal Upwelling Ecosystems Analysis programs, MESCAL 2, off the west coast of Baja California, and JOINT 1, off the northwest coast of Africa. These are described in greater detail in the research sections in this annual report and that for 1973.

The close working relationship between scientists of the Fisheries Agency of Japan and of the Commission continued during 1974. In May a Commission scientist returned to La Jolla, after spending about a year working at the Far Seas Fisheries Research Laboratory at Shimizu, Japan, and in November a scientist from that laboratory arrived in La Jolla for about one year of work at the Commission headquarters. These two scientists are studying the fishery for yellowfin on a Pacific-wide basis, particularly the interaction between longline gear and surface gear.

The Commission's headquarters are located on the campus of Scripps Institution of Oceanography in La Jolla, California, one of the major world centers for the study of marine sciences and the headquarters for many state and federal agencies involved in fisheries, oceanography, and ancillary sciences. This provides the scientific staff of the Commission with an excellent opportunity to maintain frequent contact with scientists of the many organizations in the area. Such contact has resulted in a mutual exchange of information and ideas, and

provides a most productive milieu for carrying forward the Commission's research.

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

FIELD OFFICES

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

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

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

One technician is stationed in Panama, where he collects logbook records of vessels which transfer their catches to freezer vessels in that country and of vessels which pass through the Panama Canal to fish in the Atlantic Ocean after having fished in the eastern Pacific Ocean.

The Commission's staff in Manta, Ecuador, was increased in 1974 from one to two persons. Ecuador's sizeable tuna industry is centered in Manta, and Salinas and Guayaquil, the other two principal ports, are fairly accessible to that port. The single staff member who has been stationed in Manta since the mid-1960's has concentrated his efforts chiefly on the collection of catch statistical data, but with another person there it is now possible to devote more effort to such things as tagging, collection of blood and morphometric samples, and studies of bait-fish.

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.

PUBLICATIONS AND REPORTS

The prompt and complete publication of research results is one of the most important elements of the Commission's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community, and the public at large are currently informed of the research findings by the

Commission's scientific staff. The publication of basic data, methods of analysis, and the conclusions therefrom affords an opportunity for critical review by other researchers, and thus insures the soundness of the conclusions reached by the Commission's staff, as well as enlisting the interest of other scientists in the Commission's research.

The Commission publishes the research of its staff, and of cooperating scientists, in its Bulletin series. During 1974, three additional publications were issued in this series, in English and Spanish:

Vol. 16, No. 1—Migrations of yellowfin tuna tagged off the southern coast of Mexico in 1960 and 1969, *by* William H. Bayliff and Brian J. Rothschild.

Vol. 16, No. 2—A review of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970, *by* Chiomi Shingu, Patrick K. Tomlinson and Clifford L. Peterson.

Vol. 16, No. 3—TUNPØP, a computer simulation model of the yellowfin tuna population and the surface tuna fishery of the eastern Pacific Ocean, *by* Robert C. Francis.

One additional Commission Internal Report was also prepared in 1974:

No. 8—Further estimates of the rates of mortality of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *by* William H. Bayliff.

In addition to these bulletins and the internal report, 12 papers by staff members were published in other periodicals:

- 133.* Joseph, James. 1973. Review of "The Fish Resources of the Ocean" compiled and edited by J.A. Gulland, Fishing News Ltd., 1971. Amer. Fish. Soc., Trans., 102 (2): 500-501.
- 134.* Peterson, C.L., W.L. Klawe, and G.D. Sharp. 1973. Mercury in tunas: a review. U.S., Fish. Bull, 71 (3): 603-613.
135. Joseph, James. 1974. Scientific management of the world stocks of tunas, billfishes, and related species. Fish. Res. Bd. Canada, Jour., 30 (12): 2471-2482.
136. Joseph, James. 1974. Management of tuna fisheries, past, present and future. The Fishermen's News—Pacific Fisheries Review, 30 (3): 33-35, 37, 39-41, 43, 49.
137. Stevenson, Merritt, Richard Garvine, and Bruce Wyatt. 1974. Drogue measurements and related hydrography: August 7-11 and August 23-26, 1972, [in English and Spanish]. Univ. of Wash., CUEA Tech. Rep., 5, Univ. of Wash. Ref. M74-9: 58 pp.
138. Stevenson, Merritt R., Richard W. Garvine, and Bruce Wyatt. 1974. Lagrangian measurements in a coastal upwelling zone off Oregon. Jour. Phys. Oceanog. 4 (3): 321-336.

* Inadvertently omitted in the Commission's 1973 Annual Report

139. Stevenson, Merritt. 1974. Measurements of currents in a coastal upwelling zone with parachute drogues. *Exposure*, 2 (3): 8-11.
140. Stevenson, Merritt R., Forrest R. Miller, and Robert W. Wagner. 1974. Design of an inexpensive programmable antenna tracking system. SPOC Tech. Rep. Grant No. 04-4-158-28. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., La Jolla: 18 pp.
141. Stevenson, Merritt R., and Forrest R. Miller. 1974. Application of satellite data to study oceanic fronts in the eastern Pacific. SPOC Final Rep. Grant No. 04-3-158-59. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., La Jolla: 111 pp.
142. Joseph, James, and Witold L. Klawe. 1974. The living pelagic resources of the Americas. *Ocean Devel. International Law Jour.* 2 (1): 37-64. (Note: This paper was presented at the Inter-American meeting on "Science and Man in the Americas" in 1973 at Mexico City.)
143. Joseph, James, Witold L. Klawe, and Craig J. Orange. 1974. A review of the longline fishery for billfishes in the eastern Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675:309-331.
144. Matsumoto, V.M., E. Kh. Al'strom, S. Dzhons, V.L. Klawe, V. Dzh. Richards and S. Ueianagi [Matsumoto, W.M., E.H. Ahlstrom, S. Jones, W.L. Klawe, W.J. Richards, and S. Ueyanagi]. 1973. K voprosu ob identifikatsii lichinok tuntsov, v chastnosti roda *Thunnus* [On the problem of larval tuna identification particularly in the genus *Thunnus*]. *Trudy AtlantNIRO*, 53:12-23. [in Russian].
145. Francis, Robert C. 1974. Relationship of fishing mortality to natural mortality at the level of maximum sustainable yield under the logistic production model. *Fish. Res. Bd. Canada, Jour.*, 31 (9): 1539-1542.
146. Joseph, J., and M.R. Stevenson. 1974. A review of some possible uses of remote sensing techniques in fishery research and commercial fisheries. In *COSPAR: approaches to earth survey problems through use of space techniques*. Akademie-Verlag, Berlin: 75-100.
147. Joseph, James and T.P. Chen (editors). 1974. Report of the U.S.-China cooperative science program workshop on marine biology and fisheries. National Science Council, ROC, and National Science Foundation, USA: 51 pp.

THE FISHERY IN 1974**RESUME**

During 1974 vessels of 13 nations (Bermuda, Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, France, Japan, Mexico, Netherlands Antilles, Panama, Peru, Spain, and U.S.A.) fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack tuna, along with small quantities of other tunas. The three primary types of gear used to make the catches, in order of importance, were purse seine, pole and line, and longline.

Because of heavy exploitation the yellowfin tuna fishery has been under international management since 1966, but it has not been demonstrated that there is a need to implement conservation measures for the other species of 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 continued it during 1972 and 1973. A quota of 120,000 tons, with a provision for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each, was established for 1972. For 1973 the quota was increased to 130,000 tons, with three increments of 10,000 tons each, but these were not implemented.

At its 29th meeting, held in November 1973, the Commission expressed again its desire to continue the experimental fishing program. It established a quota of 175,000 tons of yellowfin, and made provisions for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each if such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also again established a special allowance of 6,000 tons for small vessels, a 15% incidental catch allowance, and an 8,000-ton allowance for newly-constructed vessels of countries which met certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin.

From 1965 through 1973 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tuna in the CYRA increased from about 47,000 to 138,000 tons, and by the end of 1974 this had increased to 153,000 tons. During 1974 this fleet captured 189,450 tons of yellowfin and 84,100 tons of skipjack from the CYRA. The catch of yellowfin was the largest taken from the CYRA in the history of the fishery. The 1974 skipjack catch was about 36,700 tons greater than that of 1973, and nearly 17,000 tons above the average catch during the previous five years. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 41,700 tons of yellowfin, 2,850 tons of

skipjack, and 20 tons of bigeye. Also in 1974 about 24 vessels which had participated in the CYRA fishery fished in the eastern Atlantic Ocean and caught 7,265 tons of yellowfin, 20,182 tons of skipjack, and 831 tons of bigeye.

As required by the Commission's resolution, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the expected catch by vessels which are in port or at sea 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 1974 was at 0001 hours on March 18. The corresponding dates for the previous years were September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969, March 23, 1970, April 9, 1971, March 5, 1972, and March 8, 1973.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

The annual catches of yellowfin and skipjack tunas from the CYRA during 1958-1974 are shown in Table 1 and Figure 2. The preliminary estimate of the yellowfin catch in 1974 is 378.9 million pounds (189,451 short tons), which is the highest catch ever made in the CYRA. This is 19.5 million pounds greater than the 1973 catch and 93.0 million pounds greater than the average annual catch of the previous five years. Included in this catch are 6.9 million pounds (3,471 tons) captured in the experimental fishing area E1 (Figure 1) during regulated trips and 80 tons during non-regulated trips. The preliminary estimate of the 1974 skipjack catch from the CYRA is 168.2 million pounds (84,124 tons), which is about 73.4 million pounds greater than the 1973 catch and 41.6 million pounds above the average catch of the previous five years. The 1974 catch of skipjack in the CYRA includes 1.5 million pounds (733 tons) captured in Area E1 during regulated trips and 20 tons during non-regulated trips. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1974 was 547.1 million pounds (273,575 tons). This is 92.9 million pounds above the 1973 catch and 134.6 million pounds above the average catch of the combined species of the previous five years.

The purse-seine fleets operating west of the CYRA and east of 150°W during 1974 captured 83.4 million pounds (41,686 tons) of yellowfin and 5.7 million pounds (2,848 tons) of skipjack. U.S.-flag purse seiners captured about 99.6 percent of the tunas taken in this area, (not including catches by longline vessels). The catches of yellowfin and skipjack from the CYRA by flag of vessel, in terms of percent of the total catch during 1974, were as follows:

Flag	Yellowfin	Skipjack
Canada	4.7	5.6
Ecuador	5.2	10.0
Japan	0.5	0.4
Mexico	9.3	5.0
Panama	4.3	5.5
Peru	0.9	1.2

* All tonnages referred to in this report are short tons unless indicated otherwise.

U.S.A.	68.0	60.3
Bermuda, Costa Rica, France, Netherlands Antilles, and Spain	7.1	12.0

The 1° areas within and outside the CYRA that were fished by purse seiners during 1974 are shown in Figures 3 and 4. In Figure 3 are shown the areas which produced yellowfin during non-regulated trips inside the CYRA, in E1 during non-regulated and regulated trips, and the entire fishing year outside the CYRA. The major yellowfin catch areas within the CYRA during 1974 were off Central America and in the Gulf of California. The logged catches in the most productive 1° areas, indicated by solid shading in Figure 3, were 64,993 tons of yellowfin and 29,294 tons of skipjack. This is about 34 percent of the total yellowfin and skipjack catch from the CYRA. The 1° area with the largest combined-species logged catch (4,176 tons) is 0-10-085-03, about 80 miles west of Cape Velas, Costa Rica. The vessels fishing west of the CYRA had their highest catches between 8°N and 11°N and 133°W and 141°W. The catch between 120°W and 125°W was considerably reduced relative to previous years.

The catches of skipjack by purse seiners during the same trips as described for yellowfin in 1974 are shown in Figure 4. The skipjack production was the greatest between about 4°N and 13°N within about 600 miles of the coast. During 1974 skipjack were captured further offshore than usual. The production in the Peru-Ecuador region was low during most of 1974, but during the last two months of the year the catch from this area increased. The logged skipjack catch from west of the CYRA is low, as in previous years, but the fish that were caught were taken further west, between 8°N and 10°N and 130°W and 143°W. Much of the skipjack taken in this area was captured from schools associated with floating logs.

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 1945-1974 are shown in Table 1. The preliminary estimates of the 1974 landings are 376.0 million pounds (187,988 tons) of yellowfin and 164.4 million pounds (82,182 tons) of skipjack. During 1974 the amount of tunas captured in one calendar year and delivered the next year was again small, since most vessels leave port with empty wells at the start of the non-regulated fishing season, which begins on January 1.

During 1974 yellowfin and skipjack captured in the CYRA were landed in 14 countries. The country of landing is the country where the fish were unloaded from the fishing vessel, or the country which received tunas transshipped by a freezer ship or other carrier after having been unloaded elsewhere by the fishing vessel. The landings of yellowfin and skipjack by country of landing, in terms of percent of the total landings during 1974, were as follows:

Country of landing	Yellowfin	Skipjack
Ecuador	5.6	10.7
Japan	0.4	0.0
Mexico	8.1	3.8
Peru	2.7	3.0
U.S.A.	73.0	71.2
Canada, Colombia, Costa Rica, France, Italy, Panama, Spain, Venezuela, and Yugoslavia	10.2	11.3

The catch of bigeye tuna by the surface fishing fleets during 1974 is estimated to have been about 934 tons within the CYRA and about 20 tons west of the CYRA. Most of the bigeye were taken by vessels fishing in the Gulf of Guayaquil area.

THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

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

The vessels for which we maintain records are grouped by size class, based on their carrying capacities of tunas, as follows: Class 1, 0-50 tons; Class 2, 51-100 tons; Class 3, 101-200 tons; Class 4, 201-300 tons; Class 5, 301-400 tons; and Class-6, 401 tons or greater. The landing records of each vessel are reviewed annually, and the carrying capacities are revised when necessary. New vessels are classified according to information supplied by the owner or builder. For the small Ecuadorian day-trip baitboats and bolicheras, the capacity stated by the owner or captain is used; if information is unavailable a capacity of 25 tons is assigned to the vessel.

Vessels which sink or are removed from the fishery in the CYRA after making one or more landings are included in the fleet records for that year. Vessels changing flags are listed under the new flag if at least one trip is made under the new flag during that year. New vessels which fished only in areas other than the CYRA, but were expected to fish in the CYRA in the future, are not included in the CYRA fleet for the first year.

The numbers of vessels and the capacities of the international fleet which fished in the CYRA during 1965-1974 were as follows:

Year	Number of vessels	Capacity (short tons)
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	355	95,229

1972	373	115,737
1973	355	138,152
1974	336	152,618

The 1974 international CYRA tuna fleet by flag, gear, and size class is shown in Table 3. During 1974 vessels from 13 nations operated in the CYRA (the 12 shown in the table plus Colombia, whose fleet consists of small day-trip vessels for which we do not maintain records). This is one less (Venezuela) than operated in the CYRA in 1973. The 1974 fleet, in terms of capacity, was composed of 94.6% seiners, 5.2% baitboats, and 0.2% jig boats and bolicheras. In terms of number of vessels, seiners made up 63.1%, baitboats 33.6%, and jig boats and bolicheras 3.3%. The fleet capacity in 1974 increased by 14,466 tons or 10.5% over 1973. This is a substantial increase in capacity, but the smallest increase since 1970. The increase in fleet capacity will continue in 1975 as several new seiners are ready or nearly ready to enter the fishery, and many more are being constructed in shipyards in various parts of the world.

RESEARCH IN 1974

ABUNDANCE OF TUNAS AND SUCCESS OF FISHING

Recent trends in the catch per standard day's fishing.

The catch per standard day's fishing (CPSDF) is used by the Commission's staff as an index of the relative apparent abundance of yellowfin and skipjack. The CPSDF is calculated from catch and effort information obtained from logbook records which are collected from nearly all of the vessels fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean. The CPSDF is influenced to some degree by temporal and spatial changes in the availability and 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 the relative apparent abundance. Since 1960, the major share of the yellowfin and, since 1961, the major share of the skipjack has been captured by purse seiners; therefore, the CPSDF of purse seiners is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDF for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1974 in the CYRA is shown in Figures 5 and 6. The indices are standardized to class-3 purse-seine days.

Yellowfin CPSDF

During 1960-1965 there was no restriction on yellowfin fishing. Starting in 1966, when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to compute the CPSDF and, since 1962, the CPSDF has been adjusted for changes in the portion of sets which are successful. The annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal 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 lowest point so far recorded. The CPSDF remained low in 1963, but the catch of skipjack was high and the yellowfin catch was less than the equilibrium catch. As a result the stock size apparently increased, as reflected by the increase in CPSDF in the early part of 1964. In the latter half of 1964 the CPSDF declined to a level not greatly above that of mid-1963 and remained at around this level through 1965. In 1966, the first year of regulation, the CPSDF began to increase, and this upward trend continued in 1967 and 1968. The CPSDF did not however, reach the level of early 1960. In 1968, 1969, and 1970 the CPSDF remained fairly constant at a high level; this was followed by a sharp decline in 1971. In 1972 the CPSDF increased substantially and remained near the 1968-1970 level for the first four months of the year. In 1973 the CPSDF started at a low level, but increased sharply in March and April and remained high through May. In 1974 the CPSDF declined from January through April and increased sharply in May. This was followed by the usual mid-year decline. On an annual basis, the 1974 CPSDF was about mid-way between those of 1971 and 1973.

In recent years data for calculating the CPSDF are not available in the last part of the year because very few vessels are on unregulated trips at that time. The early part of the year is the season when yellowfin abundance is highest, as can be seen from the CPSDF for 1960-1965 in Figure 5. Therefore it is likely that the annual abundance is overestimated in the regulated years as compared with the years before regulation. To examine this the CPSDF has been calculated for the first four months of each year; these are shown as the horizontal dashed lines in Figure 5. The January-April values for CPSDF are substantially higher than the annual CPSDF in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two measures of CPSDF are much closer together, and in 1969, 1973, and 1974 the annual values are slightly higher than the January-April values. The first-four-month and the annual CPSDF demonstrate the same trends over the 15-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 6 for 1960-1974. From 1966 on the data from regulated and unregulated trips have been combined to compute the index. The annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal lines.

The CPSDF for skipjack is typically low in the first part of the year; the higher values tend to occur in the middle of the year, and the CPSDF usually declines toward the end of the year. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis, in 1963, 1967, and 1971. In 1972 the annual skipjack CPSDF fell to the lowest point since 1960, and the 1973 CPSDF was only slightly higher. In 1974 the CPSDF was low in the first two months of the year, increased sharply in March and peaked in April. The CPSDF then declined sharply and reached the low point of the year in August, after which it increased again at the end of the

year. On an annual basis the 1974 CPSDF is slightly below the 1960-1973 average. In both 1973 and 1974 the best skipjack fishing occurred off Central America, whereas historically the most productive skipjack area has been the Gulf of Guayaquil-Guayaquil Ridge area.

Biomass indices from purse-seine observations

The efficacy of the tuna fleet of the eastern Pacific Ocean has increased in the following respects between 1960 and 1971: (1) increased searching ability by class-6 vessels and, to a lesser extent, class-3 vessels, due to increased cruising speed; (2) increased probability of capturing sighted schools, particularly porpoise-associated fish, by all size classes of vessels; (3) shorter time required by vessels of all size classes to bring large catches aboard; and (4) increased proportions captured of schools set upon successfully by class-6 vessels relative to other size classes of vessels.

A mathematical representation of purse-seine fishing has been developed which decomposes the fishing activities of a vessel during a fishing day into searching and setting operations. Expected changes in fishing success brought about by changes in efficiency of the vessels in the searching and setting operations can be predicted by the model. Further, the model makes it possible to adjust the catch per fishing day to a population biomass index uninfluenced by the efficiency changes.

Adjustment of the catch rates was accomplished by application of the purse-seine model to the fishing information of 5-degree area-month strata to compute biomass indices which were independent of the efficiencies of the vessels. The strata for which information was sufficient to use the model directly constituted substantial samples of the total annual number of such strata in which fishing occurred. The corrected biomass indices were related to the unadjusted catches per day of each size class in each year by regression methods. Using these derived relationships, it was then possible to adjust all of the observed catch per day information by 5-degree area-month strata to the corrected biomass indices.

Having performed the preceding computations, the biomass indices were examined over historic regions of the fishery for yellowfin and skipjack during the period from 1960 to 1972. The abundance histories were calculated repeatedly, using information from purse seiners of size classes 3, 4, 5, and 6, 4, 5, and 6, and finally only 5 and 6. The smaller size classes were omitted from the analysis to determine the consequences of suspected violations of the assumptions required such that the adjusted catch rates of different size classes of vessels were comparable. The biomass histories derived by use of information from the size-class combinations were in good agreement, particularly for yellowfin. The average annual population biomass of yellowfin was greatest in 1960, declined rapidly over the next two years, and remained at a low level until it began to recover around 1966. It reached a maximum in 1968 and declined thereafter until 1974.

The yellowfin biomass indices of this study and the catch per day indices historically used by the Tuna Commission were compared for 1960-1974 in the region of the eastern Pacific Ocean where the fishery was conducted prior to the offshore expansion which took place during the mid-1960's. The two series are in reasonable agreement, although differences in the histories were evident. One reason for the discrepancies between the two indices appears to be year-to-year differences in the degree the fleet was able to concentrate in the areas of greatest apparent abundance of yellowfin, coupled with the fact that the catch-per-day index is effort-weighted and the biomass index is not. Also, the biomass index includes provisions for subtraction of time spent in sets from fishing days and for adjustment to compensate for changes in vessel cruising speed on the areas searched, whereas the catch-per-day index does not.

The abundance of skipjack was indexed in three subareas. In the northern area the average abundance appeared to increase during the early part of the series of years, and thereafter fluctuated at a generally lower level. In the southern region, skipjack seemed to show general decline in average annual biomass over the series, interrupted by major increases in 1963 and 1967. The central region had low abundance of skipjack in all years. The magnitude of skipjack migrations from the central to the eastern Pacific is currently considered independent of the level of exploitation.

A report on these studies will be published in 1975.

Catch and gross earnings per ton of carrying capacity

The catch per ton of carrying capacity (CPTCC), gross earnings per ton of carrying capacity (GEPTCC), and average gross earnings per vessel are indices which are used to examine trends in economic efficiency, over time, of different sizes of vessels.

The method of calculation of these indices was described in the Commission's annual report for 1973. To briefly summarize, the CPTCC of a species for a size class is the catch by all vessels of that species, from all ocean fishing areas and for all regulation statuses, divided by the tons of capacity for all the vessels. The CPTCC of each species is multiplied by the dock-side price of that species and these are summed for various species to obtain the GEPTCC. The GEPTCC is, in turn, multiplied by the average tonnage per vessel in the size class to obtain the average gross earnings per vessel. The vessels used for this study are California- and Puerto Rico- based purse seiners. The vessels have been grouped by size-class as follows: Class 3, 101-200 tons; Class 4, 201-300 tons; Class 5, 301-400 tons; Class 6, 401-600 tons; Class 7, 601-800 tons; Class 8, 801-1000 tons; Class 9, 1001-1200 tons; Class 10, 1201 tons and over.

The CPTCC, GEPTCC, and average gross earnings per vessel are shown in Table 5 for 1963-1974. In general, the CPTCC is higher for the smaller size classes; in all but three years of the 1963-1974 period Class 3 has had the highest CPTCC of any size class. In 1974 the CPTCC of size classes 3, 4, and 5 increased over the previous year while the CPTCC of the larger size classes, with the

exception of Class 9, declined. The CPTCC of all size classes combined has declined steadily since 1967. The GEPTCC increased in 1974 for all size classes except Class 8.

In general, the average gross earnings per vessel increases with size of vessel up to Class 8. In most years this size class had had an average gross earnings per vessel nearly the same or slightly below that of Class 7. The same was true of Class 9 up to 1973. In 1973 and 1974 the average gross earnings of Class 9 were second only to those of Class 10 which have been the highest of all size classes for every year that these vessels have operated.

Reorganization of the catch and effort data system

During 1973 the Commission staff began to update its system of data collection and handling for the catch and effort statistics of the vessels which fish in the eastern Pacific Ocean. The purpose of the new system is to create a computer data bank which will contain all the data collected on the vessels in the fleet, the effort being expended, and the catch being harvested by that fleet. This data bank may then be used to calculate more efficiently the basic catch and effort statistics of the fishery.

During 1973 the system was developed to include the characteristics of each vessel in the fleet (country of registry, capacity, gear type, etc.) and the weights of fish unloaded for each trip of each vessel. During 1974 it was expanded to include the estimated catches of vessels at sea and the hauled catches of vessels en route to port or already in port but not yet unloaded. A computer program was written to retrieve the data from the data bank to estimate the weekly cumulative catches within the CYRA, west of the CYRA, and in the Atlantic Ocean. The catches west of the CYRA and in the Atlantic are estimated only for those vessels which are considered to be part of the eastern Pacific surface fleet. The weekly catch estimates obtained by this method were compared to the estimates calculated by the less sophisticated methods used since the early 1960's. During 1974 the two sets of weekly numbers were very close, so starting with the first weekly report in 1975 the computerized system will be used for the reports, and the old system will be used only as a verification.

At the end of 1974 plans were being made to include the daily activities of the vessels obtained from logbook records in the system. It is anticipated that the inclusion of the daily activities will produce more efficiently the catch, effort, catch per set, and successful set statistics.

Computer simulation studies

In 1974 the age-structured computer simulation model TUNPØP of the CYRA yellowfin population and surface fishery was used to investigate the effects of modal fishing and areal expansion on estimates of population production. From this work it is hoped that potential biases of our estimates of sustainable yield can be identified thus refining some of the estimates upon which the management program is based.

In terms of predominant modes of fishing, the historical development of the fishery for yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean can be described in three stages.

Firstly, from 1915 through 1958, live-bait (pole-and-line) fishing predominated but due to limitations on the vulnerability of offshore tuna to bait fishing, fishing was confined to within a few hundred miles of the coastline except for fishing areas around the Galapagos and Revillagigedo Islands and other offshore islands.

Secondly, between 1959 and 1961 the fleet was rapidly converted to purse seining, resulting in significant increases in the efficiency of capture of tropical tunas by the surface fleet (*i.e.* all tuna vessels except longliners). By the end of 1961 the purse-seine vessels had extended their operations throughout the historic baitboat grounds (Figure 29) and were accounting for more than 85 percent of the tuna landed.

Thirdly, from 1962 until the present, as the capacity of the surface fleet increased, the competition for fish intensified. As a consequence better techniques for purse seining in offshore areas of the eastern Pacific were gradually developed. In order to operate successfully in these high-seas areas, vessels had to be able to fish in more adverse conditions than previously, and the fleet had to develop techniques for harvesting those tuna (predominantly yellowfin) which aggregate under schools of porpoise. By 1964 the fleet was operating regularly at least 150 miles farther offshore than in previous years. By 1969 the fleet was fishing in an area nearly twice as large as the historic baitboat grounds, reaching beyond the western boundary of the CYRA.

The modern purse-seine fishery for tuna involves two distinct types of schools, "porpoise fish" and "school fish," fished by two different modes which are quite distinct in terms of vessel operation. Porpoise and non-porpoise fishing in the eastern Pacific can be categorized in terms of areas where they take place and the sizes of fish which predominate in them. The non-porpoise fishery exists primarily in the historical inshore area of the CYRA, roughly corresponding to Area A1 in Figure 29. About 85 percent of yellowfin taken in this fishery are less than 85 cm (approx. 25 lb., *i.e.* 12 kg) in length. The porpoise fishery, on the other hand, is conducted both inshore and offshore, (Area A2 in Figure 29) mostly between 5°N and 15°N. About 70 percent of the yellowfin taken in this fishery are greater than 85 cm. Also it appears that whereas in most years significant numbers of yellowfin are caught within the CYRA by porpoise fishing, only in certain years are large number of yellowfin caught by non-porpoise fishing.

In simulating abstractions of conditions that may have prevailed in the evolution and development of the eastern Pacific purse-seine fishery for yellowfin tuna, the effects of three phenomena were studied in detail.

First, the simulated population was divided into two exploitable segments by age-specific modes of fishing. Fish less than or equal to 85 cm in fork length (first 6 quarters in the fishery) were exploited in the non-porpoise fishery, and fish

greater than 85 cm in fork length (last 12 quarters in the fishery) were exploited in the porpoise fishery. Simulated effort was generated separately in these two segments of the fishery. Surplus production (equilibrium yield) was studied as functions of both total effort and the relative distribution of effort between the two modes of fishing.

Second, availability of both segments of the population to the fishery was systematically varied. Recruitment to the underlying population was assumed to be constant (41.8 million fish per year recruited at 40 cm). However, fishing years were categorized as to the mode of fishing (porpoise or non-porpoise) that predominated. In a non-porpoise year, fish became fully available to the fishery at 40 cm. This was meant to represent years when large concentrations of small fish are available to the fishery along the coastline of Central and South America (*e.g.* 1973 and 1974). In a porpoise year, fish were not fully available to the fishery until they surpassed 85 cm and were recruited into the porpoise fishery. Thus the predominant mode of fishing employed by the fleet in a given year was dictated by the availability of small fish. (There are indications in the eastern Pacific yellowfin fishery that small-fish availability is closely tied to the temperature distribution in the water column.)

Third, the effects of offshore expansion of the porpoise fishery were examined by systematically varying the availability of large porpoise fish (>85 cm).

TUNPØP was first used to look at the relationships of equilibrium yield (surplus production) to population biomass and equilibrium effort. In summary three things become apparent:

- 1) Under a constant recruitment pattern it is advantageous, from an equilibrium yield strategy, to devote as much effort as possible to the larger fish (>85 cm).
- 2) There is a potential difference of about 10% between the maximum sustained yield (MSY) under the hypothesized predominantly porpoise fishery (three times as much porpoise effort as non-porpoise effort, low availability of small fish (<85 cm) and the hypothesized predominantly non-porpoise fishery (equal amounts of porpoise and non-porpoise effort, high availability of small fish) (Figure 7). This is probably a minimal estimate since TUNPØP is constructed so as to produce instantaneous mixing of all fish at a given age at the end of each unit time period (quarter).
- 3) The annual effort which produces the MSY (Figure 7) in a hypothesized predominantly non-porpoise fishery is virtually the same as that in a hypothesized predominantly porpoise fishery.

Next, TUNPØP was made to simulate the hypothetical development of the eastern Pacific yellowfin fishery over a period of 30 years. The first 10 simulated years reflect a development of the inshore non-porpoise fishery. Only one fourth of the effort is devoted to the porpoise mode of fishing and only one-half of the porpoise population is available to the fishery at any time. Fishing effort is gradually increased over time. The second 10 simulated years reflect a de-

velopment of the porpoise fishery, both from the point of view of a shift of the balance of the effort to porpoise fishing and an expansion of the fishery offshore. The final 10 simulated years reflect the modern purse-seine fishery. Effort continued to increase and produces a mild reduction in catch.

The most commonly used method for estimation of surplus production, the generalized stock production model (GENPRØD) devised by Pella and Tomlinson of the Commission staff, was fit to the catch and effort data from the 30-year simulation to compare its estimates of equilibrium yield parameters with similar values obtained in the equilibrium yield simulations mentioned above. The combinations of model parameters which are of interest in terms of fishery dynamics are: $C_{\max}$ = maximum equilibrium catch, q = catchability coefficient, f_{opt} = effort which produces $C_{\max}$, and $F_{\text{opt}} = qf_{\text{opt}}$ = instantaneous fishing mortality rate which produces $C_{\max}$. The results are presented in Figures 8 and 9. The lower limits of the shaded areas represent the equilibrium yield structure under conditions simulated in the first 10 years of the run (predominantly an inshore non-porpoise fishery), and the upper limits of the shaded areas represent the equilibrium yield structure under conditions simulated in the final 10 years of the run (modern purse-seine fishery with effort oscillating between the predominantly porpoise and non-porpoise modes of fishing).

It is interesting to note in this example that the GENPRØD estimates of F_{opt} fall completely out of the range of values that one might expect from knowing the structure of the underlying population. This is most likely due to the effects of the offshore expansion of the porpoise fishery, since GENPRØD estimates of f_{opt} and F_{opt} for a similar 30-year simulation, where the entire porpoise population was always fully available to the fishery, fall well within their expected ranges given by simulations of the underlying equilibrium yield structure. Also, it is of interest to observe that the variable "P" (population biomass) in GENPRØD may have little relationship to the true underlying population biomass. From the results of this analysis one might surmise that the yellowfin tuna population in the eastern Pacific is capable of producing both more than and less than our current GENPRØD estimate of MSY, dependent upon the distribution of effort in both space and mode of fishing.

Finally, in an attempt to account for the change in availability over the 30-year simulation, a modified version of GENPRØD was fit to the simulated catch and effort data.

Letting p_1 = fraction of the total population biomass available to the non-porpoise fishery, and p_2 = fraction of the total population biomass available to the porpoise fishery, the two availability variables (p_1 and p_2) were computed for each simulated year from the TUNPØP output variables. These values were then used as input variables to the modified GENPRØD, along with the corresponding values of catch and effort. In this simulation the fraction of the total biomass available to the porpoise fishery changes very little over the 30 simulated years. However, during the middle 10 years, when the simulated fishery was expanding, the fraction of the total biomass available to the non-porpoise

fishery nearly doubled. This was due to the fact that the middle-years expansion took place in the porpoise fishery, reducing the standing stock of large porpoise fish as they became increasingly more available. On the other hand, the standing stock of non-porpoise fish remained relatively constant, as did their availability. The result was a rather significant change in the relative distribution of available non-porpoise to porpoise fish, and, obviously a much more efficient utilization of the total population biomass. Fitting the modified version of GENPRØD resulted in a 67 percent decrease in the sum of squared deviations of observed from expected total catch in weight. The estimate of F_{opt} falls within the range of the expected extremes. Plots of equilibrium yield against average population biomass and instantaneous fishing mortality are given in Figures 8 and 9. One can see that accounting for availability in this way brings the GENPRØD estimates back into a usable range. Of course, the real problem with this approach is that, as yet, there is no way to estimate availability from the data for the tuna fishery.

In summary two main points arise from this work: 1) The distribution of effort over both space and modes of fishing has a significant effect on yellowfin production in the eastern Pacific, and 2) one must be very careful to make sure that the assumptions of the generalized stock production model (GENPRØD) are satisfied before it is applied to fishery assessment problems. In particular one must satisfy the assumptions of a closed population and constant catchability in order for the GENPRØD estimates to be meaningful.

TUNPØP was also used in 1974 to obtain a series of predictions of the magnitude and structure of the yellowfin catch and catch per unit of effort within the CYRA in 1975 and 1976, both under equilibrium and non-equilibrium conditions. The results are presented in a later section of this report.

POPULATION STRUCTURE AND MIGRATION

Tuna tagging

Tagging has been given considerable emphasis during 1969-1974 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. Thirteen charter cruises and a number of opportunistic cruises have been conducted during this period.

The returns are nearly completed for the tagging cruises conducted prior to 1974. The results to date of those from which returns were received during 1974 are as follows:

Area of release	Date of release	Yellowfin			Skipjack		
		Returned			Returned		
		Prior to			Prior to		
		Released	1974	1974	Released	1974	1974
Cruise 1055 (purse seiner <i>Connie Jean</i>)							
Manzanillo	Oct. 1969	436	49	0	1	0	0
Acapulco	Oct.-Nov. 1969	4,734	434	0	29	0	0
10°N-100°W	Nov. 1969	1,714	109	1	5	0	0
10°N-108°W	Nov. 1969	1,636	90	0	197	0	0
Cruise 1063 (purse seiner <i>J.M. Martinac</i>)							
Central America	Jun. 1971	1,790	92	1	0	—	—
Baja California	Jul. 1971	654	71	0	11	1	0
Cruise 1068 (purse seiner <i>Mary Antoinette</i>)							
9°N-118°W	Jul.-Aug. 1972	3,599	29	2	0	—	—
Revillagigedo Islands	Aug. 1972	215	4	1	0	—	—
Cruise 1070 (baitboat <i>Santa Anita</i>)							
Hurricane Bank	May-Jun. 1973	390	46	3	74	4	0
Clarion Island	Jul. 1973	13	1	1	0	—	—
Baja Calif.	Jun.-Jul. 1973	318	71	14	1,863	505	6
Cruise 1071 (purse seiner <i>Marietta</i>)							
West of Revillagigedo Islands	Sep. 1973	127	0	0	1	0	0
8°N-105°W	Oct.-Nov. 1973	1,079	11	6	0	—	—

The most interesting individual returns among those received during 1974 were the following:

Release				Return		
Species	Area	Date	Length	Area	Date	Length
Yellowfin	9°25'N-100°29'W	Nov. 14, 1969	60 cm	12°23'N-121°14'W	May 28, 1974	unknown (110 lbs)
Yellowfin	Hurricane Bank	May 29, 1973	62 cm	18°30'N-111°10'W	Oct. 28, 1973	89 cm
Skipjack	22°00'N-111°25'W	June 5, 1973	49 cm	21°20'N-158°20'W	June 21, 1973	723 mm
Skipjack	22°18'N-111°39'W	June 8, 1973	47 cm	20°48'N-157°51'W	Aug. 30, 1974	75 cm

The first yellowfin was at liberty 1,657 days; this represents a new record, the longest time previously having been 1,408 days. The second yellowfin represents the sixth return of a Commission tag by a longline vessel; the previous ones are listed in the Commission's annual report for 1972. The two skipjack represent the eighth and ninth records for movement of tagged individuals of this species from the eastern to the central Pacific Ocean.

Two charter cruises aboard purse seiners were planned for 1974. The first was to be conducted during the second quarter of the year off Central America.

It was considered highly desirable to tag in that area at that time because large numbers of small yellowfin had been caught off Central America during the second quarter of 1973, and it is important to know where these fish appear in the fishery when they are older. The second cruise was to be conducted later in the year wherever good fishing conditions could be encountered, as sufficient numbers of tagged yellowfin have not been released in any area of the eastern Pacific Ocean. Both cruises appear to have been highly successful, though this will not be known positively until returns from fish recaptured in 1975 have been received. The fish tagged on the first cruise were mostly 60 to 70 cm in length, which is relatively small for purse seine-tagged fish. Most of the fish were caught in schools not associated with porpoises, making this the first cruise in which large numbers of fish caught in such schools have been tagged. The fish tagged on the second cruise were larger, most being 60 to 90 cm in length. All of these were caught in schools associated with porpoises.

The results to date from these cruises are as follows:

	Date of release	Area of release	Yellowfin		Skipjack	
			Released	Returned	Released	Returned
Cruise 1072 (purse seiner <i>Marco Polo</i>)	Apr.-May 1974	Central America	3,664	115	5	0
Cruise 1073 (purse seiner <i>Marco Polo</i>)	Oct.-Nov. 1974	10°N- 107°W	5,006	43	43	0

The returns to date are not of much interest, the great majority of them having been made near the areas of tagging within a few days after release of the fish. However, it is anticipated that the returns in 1975 will yield much valuable information about the migrations of yellowfin.

With the transfer of one employee from San Diego to Manta, tagging was conducted aboard small baitboats based in the latter port for the first time since November 1972. Totals of 31 yellowfin and 109 skipjack were released, mostly near the end of the year, and to date 1 of the yellowfin and 7 of the skipjack have been returned.

The results of the tagging experiments initiated off the southern Mexico coast in 1960 and 1969 have been subjected to intensive analysis of the migrations of yellowfin. Among other things, these analyses have revealed that the movements of the fish differ according to their size. Small fish (42-71 cm) released inshore and offshore off southern Mexico in 1969 tended to move to the northwest near the beginning of February 1970, but medium and large fish (72-126 cm) released in the same areas tended to move to the southeast throughout the first half of 1970. More large fish should be tagged, but these fish, unfortunately, are very difficult to handle. These results have been published in the Commission's Bulletin series.

An analysis of the mortality of yellowfin tuna as estimated from tagging experiments has recently been completed. This study includes all the tagging experiments initiated prior to 1972 south of Baja California and north of the Gulf of Guayaquil. (A separate study of the mortality of yellowfin in the Baja California and Gulf of Guayaquil areas was published in 1971.) Graphs on semilogarithmic paper of the tag returns per unit of effort plotted against time are very irregular (Figure 10). This is apparently caused principally by temporal variation in the vulnerability of the fish to capture. Such being the case, it is not possible to make good estimates of the rates of total, fishing, and natural mortality. The data for this study and those from the study of the mortalities in the Baja California and Gulf of Guayaquil areas were combined to obtain an estimate of the coefficient of catchability of 1.0×10^{-4} (in Class-3 purse-seine units) for the entire eastern Pacific Ocean. This estimate agrees quite well with one obtained earlier with catch and effort data (IATTC Bulletin, Vol. 2, No. 6). The results of this study have been published in the Commission's Internal Report series.

Most of the catch of yellowfin in recent years has been taken off southern Mexico and Central America and offshore, and consequently most of the tagging experiments have been initiated there. However, there are also substantial fisheries in the north off Baja California and in the vicinity of the Revillagigedo Islands and in the south off South America. As resources permit, fish are being tagged also in these areas. The yellowfin caught in the Baja California and Revillagigedo Islands areas are mostly small fish, so the question naturally arises as to the extent to which they move to other areas and contribute to the fisheries there as larger fish. Experiments conducted prior to the mid-1960's have demonstrated that they contribute relatively little to the inshore fisheries off Mexico and Central America. When fishing expanded offshore during the mid-1960's it was recognized that the catches might include substantial numbers of fish which had previously been exposed to fishing in the Baja California and Revillagigedo Islands areas. Accordingly, yellowfin were tagged in these areas in 1971 and 1973. The results to date are as follows:

Area and date of release	Area of recapture	Date of recapture			Total
		Year 0	Year 1	Year 2	
Baja California, 1971	Baja California	44	20	1	65
	Revillagigedo Is.				0
	Hurricane Bank				0
	Other CYRA		1	1	2
	Outside CYRA		1	2	3
	Unknown	1			1
Baja California, 1973	Baja California	66	11	—	77
	Revillagigedo Is.	4		—	4
	Hurricane Bank		1	—	1
	Other CYRA		2		2
	Outside CYRA			—	0
	Unknown	1		—	1

Clarion Island, 1973	Revillagigedo Is.	1	1	—	2
Hurricane Bank, 1973	Baja California	1		—	1
	Revillagigedo Is.	3		—	3
	Hurricane Bank	28		—	28
	Other CYRA		1	—	1
	Outside CYRA	13	2	—	15
	Unknown	1		—	1

These results indicate tentatively that the Baja California fish do not contribute substantially to the offshore fisheries. In contrast, a large portion of the fish tagged at Hurricane Bank apparently migrated to the area outside the CYRA. This is not surprising, however, since this area is less than 150 miles from the western border of the CYRA. It is hoped that in the fairly near future these data can be subjected to a more rigorous analysis, such as that mentioned above for the yellowfin released off the southern Mexico coast in 1960 and 1969.

A study of the mortality of skipjack, as estimated from monthly tag return data, has recently been initiated. The data used in this study include those for experiments initiated in the Baja California, Revillagigedo Islands, Gulf of Panama, Gulf of Guayaquil, and Peru areas. Since fishing effort is not constant with time, it is necessary to adjust the tag return data by dividing the number of returns for each period by the amount of effort exerted in that period. Some of the effort is baitboat effort and some is purse-seine effort, and these cannot be used together unless the purse-seine effort is converted to baitboat effort, or *vice-versa*. A method for converting purse-seine effort to baitboat effort, based on comparison of catches per unit of effort by baitboats and purse seiners fishing in the same area-time strata during 1959-1961, was published in IATTC Bulletin, Vol. 13 No. 1. The same data were used to calculate an equation for converting baitboat effort to purse-seine effort. The adjusted tag returns by month were calculated using all of the effort data, with the purse-seine effort converted to baitboat effort for the experiments for which most of the tag returns were from baitboat-caught fish, and with the baitboat effort converted to purse-seine effort for the experiments for which most of the tag returns were from purse seine-caught fish. The data have been graphed, producing catch curves which are irregular, but not quite so much as those for yellowfin obtained in other studies. The instantaneous rates of attrition (total mortality, emigration, Type-2 mortality due to carrying the tags, and Type-2 tag shedding) have been calculated. Generally, these rates are highest for the releases in the Baja California and Revillagigedo Islands areas during 1962-1965, and also for the Peru area releases. It is suspected that the rates for fish released in the Peru area may have been high due to higher-than-average rates of emigration or to their having become less vulnerable to the fishery shortly after tagging. Analysis of these data will be continued during 1975.

A new system for the processing of tag return data was instituted during 1974. With this system each tag return card is punched with the locations of release and recapture to the nearest minute instead of the nearest degree and the

direction of movement to the nearest degree instead of the nearest 45 degrees. Also the regulation status of the vessel recapturing the fish is punched on the card. Then availability of more detailed information on the locations and directions of movement on the cards will make possible better analyses of the migrations of the fish, particularly with the variance-covariance method. The availability of regulation status on the cards makes it possible to make analyses of migrations and mortality more efficiently. Until this system was instituted distances and directions of movement were tediously measured on charts and days at liberty and growth were calculated on desk calculators. A computer program has been written to calculate these, which not only saves time, but eliminates errors. It is apparent that new cards to replace the old ones can be made fairly easily. Accordingly, as time permits, all the old cards for the recent experiments will probably be replaced.

Subpopulation studies

For a number of years the staff has studied the relationships among fish of different areas. Of particular interest in this context is the relationship of fish exploited in the area to the west of the CYRA to those within the CYRA. Such knowledge is important in that the effect of management action taken on the fish exploited within the CYRA is influenced by the degree to which they intermingle with the fish exploited to the west of the CYRA and *vice-versa*.

In addition to the technique of tagging which has been used to study such relationships (see previous section), studies of the chemical composition of the blood and of body morphometrics are underway by the staff. Progress in these areas has been discussed in detail in earlier annual reports, where it has been emphasized that for best results the three techniques should be integrated. Using a blood protein, transferrin, a two-allele genetic system has been most useful in studying the population structure of yellowfin. Earlier studies of this system demonstrate genetic heterogeneity in the samples examined, which implies that the samples were not taken from a single genetic subpopulation.

During 1974, morphometrics characteristics and transferrin frequencies were computed for 12 additional samples. These again demonstrated heterogeneity among the samples. More rigorous examination of the earlier samples, as well as the 1974 samples, revealed that it is possible to identify more than one genetic group within a single sample, or in other words it appears that a single school of yellowfin can consist of fish of more than one genetic type.

Using this knowledge, and looking at the transferrin, morphometric, and catch and effort data collected from the fishery off the Central American coast during 1973, it appears that the recruitment of young fish into this area may be from several different genetic groups. Further studies of this are underway. However, it is interesting to note that tagging data, integrated with transferrin data, tend to support this possibility. Tagged fish were released from two purse-seine sets made in June 1971, 3 days and less than 60 miles apart. The two sets contained fish in similar size ranges, 65-80 cm and 62-80 cm, respectively.

The two samples appeared to be genetically distinct, based on transferrin frequencies. Tag returns in the following years (1972-1973) although rather few in number, seem to indicate a distinct difference in distribution of recaptures. The high-frequency sample recaptures were distributed along an east-west axis, whereas the low-frequency sample recaptures ranged along the coast from Panama to Central Mexico (Figure 11).

It is planned to continue this line of research in the future.

Tuna physiology and energetics

Last year an energetics model was created to portray the energy used by the yellowfin in the CYRA. The model is based on studies made of swimming at various velocities. Also accounted for in the model are the metabolic stasis or maintenance energy and growth processes and their respective caloric requirements.

As an extension of the model and its parameters, the basic work output and caloric utilization estimates have been used to construct a secondary model which is being used to test hypotheses on the effect of size and activity on the distribution of various species of Scombridae (tuna and mackerels). The basis for the model is the fact that each species is observed to exhibit some size-specific temperature preference in habitat selection. The lowest ambient temperature at which the small (less than 70 cm) sizes of the various species are commonly encountered is used as the predicted baseline temperature for each species. These data and data on the excess temperatures exhibited by these species (body temperature minus ambient temperature) are used to examine the probable size-specific distributions of each species with respect to the ocean temperatures. Also, given some assumptions about respiration requirements and minimum oxygen availability, it is possible to estimate those regions where the temperature may not be limiting, but where the oxygen levels might present obstacles to long-term occupation by some of the species or sizes exhibiting various activity levels.

The results of preliminary investigations of these processes have led to several interesting areas of investigation, primarily in examination of the roles of the red and white muscles in swimming, heat production, and energy utilization.

A thorough study of red and white muscle placement, pattern of blood supply, and the presence and similarity of certain key enzymes in the heart, red muscle, and white muscle tissues of the tunas and selected lower Scombridae is in progress. The importance of this knowledge is not intuitively obvious. The goals of this study are as follows:

- (1) Comparative analysis of the occurrence of enzymes which are requisite to the various biochemical pathways for energy production from various key substrates (*e.g.* fats, glycogen, carbohydrates) under specific conditions (*e.g.* aerobic as opposed to anaerobic) is underway. It involves the various muscle

tissues for all the species of the genus *Thunnus*, skipjack and several lower Scombridae. These data are important to even limited speculations on the differences in physiological capabilities and distributions of various Scombridae. To date, little is known about these areas for tunas.

(2) Based on the analysis from topic (1), selected enzymes are being studied in a program of kinetic and substrate affinity analyses. From this we hope to be able to determine the physiological "optima" with respect to temperature of enzymatic function. A property of biochemical adaptations which affect the distributions of cold-blooded animals in general is a narrow "optimum" range for specific environmental variables (the principal variables are temperature and oxygen levels). The other factors appear to be several orders of magnitude less important in most aquatic vertebrates, as determined by studies of their sensitivities and resultant behavior.

(3) A comparison of the tunas and related forms will be made using the data collected for the studies described in (1) and (2) above. In conjunction with the data from a study of comparative anatomy, a genetic-systematic comparison of the species and intraspecific groups will be made. These data will also permit the comparison of affinity groups (groups which can live in a similar environment) for use in a study of the distribution of the tunas in particular, and perhaps of various other Scombridae as well.

(4) A general synthesis of important physiological capabilities and limitations of the Scombridae, and a general comparison of what is known about each species as contrasted to the group in general is underway in hope of determining important distribution-limiting factors.

A pilot study of the heart and red and white muscle enzymes of yellowfin, bluefin, albacore, and skipjack has been completed. The red tissues of each species appear to be very similar, and the white muscle is biochemically distinct from the red muscle. Sufficiently important differences were discovered to require that a thorough species comparison and enzymological study be made.

Computer programs

During 1974 a series of about 40 computer programs in population dynamics and statistics was adapted to the Burroughs 6700 computer at the University of California used by the Tuna Commission. Some of these programs were written by the Commission staff members and others by personnel of other organizations. A manual is now in preparation to supply the Commission staff and other interested individuals with descriptions of these programs and instructions for their use. This manual will largely replace the original manual, prepared in 1966, which has become partially obsolete.

Additional computer programs were written by the oceanographers of the Commission. These programs fell under two basic categories. The first of these deals with the reduction of satellite data from very high resolution radiometer magnetic tapes for generating black body temperatures of the earth's surface.

The second series of programs deals with the measurement of ocean currents and wind displacements and graphic displays of drogue patterns.

A program to summarize the logged tuna catches by 5-degree area and month from 1959 through the present was also prepared. The logged catches are punched on computer cards by 5 categories: (1) unregulated catch by purse seiners; (2) regulated catch by purse seiners; (3) unregulated catch by baitboats; (4) regulated catch by baitboats, all for the area inside the CYRA; and (5) catch by purse seiners outside the CYRA. This was done to partition the total logged and unlogged catches by 5-degree area and month. These data were then further partitioned by another program into catches made from schools associated and not associated with porpoises. They are being used to partition the length-frequency samples into similar categories.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Size composition of the 1974 catch

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

In 1974, 387 length-frequency samples of yellowfin and 223 samples of skipjack were measured from catches landed in California, Puerto Rico, Panama, Ecuador, and Peru. The annual length-frequency distributions of yellowfin caught in the CYRA during 1969-1974 are shown in Figure 12. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin in the CYRA for 1974 is 18.0 pounds one of the lowest estimates of annual average weight on record. A large portion of the 1974 catch came from school fish (fish not associated with porpoises) caught off Central America. These schools were made up almost entirely of fish of the entering year class. The large catch of this group of fish may have been due to increased mortality to capture caused by oceanographic conditions or to an unusually abundant entering year class.

The annual length-frequency distributions of yellowfin caught in the eastern Pacific Ocean west of the CYRA to 150°W longitude during 1970-1974 are shown in Figure 13. In 1974, as in previous years, the fish taken in the outside area were larger than those taken in the CYRA. The average weight for 1974 is 80.3 pounds, which is 6 pounds less than the average weight for 1973, but larger than the average weights for the years previous to 1973, none of which exceeded 76 pounds.

The annual length-frequency distribution of skipjack samples measured from catches made in the eastern Pacific Ocean during 1969-1974 are shown in Figure 14. The preliminary estimate of the annual average weight of skipjack

for 1974 is 7.0 pounds. This is 1.7 pounds less than the average weight of 1973, but very close to the long-term average of 7.4 pounds for 1964-1973.

Size composition of yellowfin sampled by purse seiners

This project, started in 1973 to evaluate size characteristics of purse seine-caught yellowfin of different schools, is nearly complete. It began with the idea that knowledge of schooling behavior might be useful in obtaining greater yields from the population. The results, which involve techniques for increasing the average size of yellowfin in the catch, are promising.

The analysis of data collected from 1968 to 1973 indicates different schools caught by purse seining in the same 1-degree area within a few days contain similar sizes of yellowfin, and that major differences in size depend on differences in time or area of set. If certain area and/or month strata include large portions of the catch of fish of specific sizes, then control of the average size of fish in the catch might be possible.

Two general geographical areas are identifiable: the coastal area in which schools are caught without aid of porpoise and the offshore area where porpoise are a necessary part of fishing. Most of the small yellowfin are caught from the coastal area, with April and May the most important months under present fishing conditions. The yellowfin in the offshore porpoise fishery are generally larger, and also with a greater range of sizes within schools.

World catches of tunas

Tunas are traded as a commodity on the world markets, and the law of supply and demand affects fishing strategy whenever and wherever fishing for tunas takes place. Also, there is considerable interchange of tuna fishing vessels among the Pacific, Atlantic, and Indian Oceans. Thus it is important for the Commission's staff to know the magnitude and the species composition of the annual catches of tunas and related species from various oceans. Unfortunately, the present systems of collecting tuna catch statistics are inadequate in many parts of the world, and therefore we can arrive only at rough estimates. The need of improving global tuna statistics cannot be overemphasized.

Our estimates are based on data from various sources, the most important of which have been data compiled by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT). The trends in tuna and billfish catches are shown in Figure 15. The billfishes, that is all members of the families Xiphiidae and Istiophoridae (swordfish, marlins, sailfish, and spearfishes), are included with tunas, as the bulk of them are caught by longline vessels fishing also for tunas, and indeed are to a considerable extent marketed with tunas. The family Scombridae, with the exception of the genera *Scomber* and *Rastrelliger*, is divided into two groups, the "principal market species" and the "secondary market species." The first group includes all species of the genus *Thunnus* (albacore, yellowfin, bluefin, bigeye, etc.) and the monospecific genus

Katsuwonus (skipjack). Many genera and species are included in the second group, of which the most important are the bonitos (*Sarda* spp.), Spanish mackerels (*Scomberomorus* spp.), black skipjacks (*Euthynnus* spp.), and the bullet tunas (*Auxis* spp.). In Figure 16 are shown the 1972 catches of the more important members of the various groups of tunas and billfishes. The geographical distribution of the catches of the principal market species by the world oceans is shown in Figure 17.

Secondary market species of tunas

Vessels which fish primarily for yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean also catch lesser quantities of the "secondary market species." These are the eastern Pacific bonito, *Sarda chiliensis*, the Indo-Pacific bonito, *S. orientalis*, the black skipjack, *Euthynnus lineatus*, and the bullet tunas, which are either *Auxis thazard* or *A. rochei*.

Until recently only the eastern Pacific bonito was actually sought by tuna purse seiners. When Indo-Pacific bonito, black skipjack, and bullets were caught mixed with the principal market species (mainly yellowfin and skipjack tuna) the secondary species were, as a rule, discarded at sea. In the course of the last few years, with the increase in the size of the purse-seine fleet, black skipjack, and to a lesser degree bullets, are more and more looked upon as a potential object of the fishery. Although the bulk of the black skipjack is still discarded at sea, some catches are now being retained for processing in the canneries, and in 1974 the landings exceeded 3,000 short tons.

The black skipjack is sufficiently large that the nets employed for fishing for yellowfin and the skipjack can be used for it without any modifications. Bullets are considerably smaller, however, so when a set is made on these they often get stuck in webbing, and their removal requires a great deal of labor. Catches of bullets are therefore avoided whenever possible. If there were sufficient demand for these, however, smaller-meshed nets could be used to avoid this problem.

Black skipjack are distributed from southern California to central Peru, but the bulk of the population ranges from southern Baja California to northern Peru. It is restricted mostly to the coastal regions, although it is also found around some of the islands and banks of the eastern Pacific Ocean, such as Clipperton Island and Shimada Bank. It does not occur outside of the eastern Pacific Ocean. Like black skipjack, bullets range from southern Baja California to northern Peru, but these species are found also on the high seas away from the coast and islands. Little is known about the Indo-Pacific bonito, but it seems to occur in relatively small concentrations from Panama to Ecuador. Some Indo-Pacific bonito are caught by tuna seiners off Ecuador, where this fish is canned.

In the absence of substantial fisheries for black skipjack and bullets, relatively little is known of these species. Nevertheless, some evidence has been collected by the staff of the Commission which makes possible very rough evaluations of the resource. From the larval surveys and from stomach-content analyses of large yellowfin it is known that bullets are the most numerous of all

tunas inhabiting the warm waters of the eastern Pacific and elsewhere. On the other hand, black skipjack, whose distributional area is relatively small, must be less abundant than bullets. Some scientists estimate that an annual catch of roughly 200,000 tons of bullets is possible in the eastern Pacific Ocean. This estimate may be too high, but nevertheless the Commission staff believes that substantial catches of bullets and black skipjack tuna can be made in the eastern Pacific Ocean. Although no major scientific effort will be devoted to the secondary market species in the near future, the Commission's staff will continue to collect catch and effort data for these species and to gather biological information incidental to its studies on the principal market species.

Vulnerability of yellowfin as a function of environment

The small yellowfin which occurred off the coasts of Colombia, Panama, and Costa Rica in 1973 produced the largest catch in numbers on record from a single group of recruits in so limited a time and so small an area. Boats fishing in and traveling through that area in January and February 1973 reported the presence of large numbers of poorly-schooled, diffuse, uncatchable fish. The onset of good catches in the area was sudden, occurring in about the second week of March. The catch rate then rose consistently through May.

A compilation of the single-set data was made from logbook abstracts of trips for which effort in the study area was recorded. These data and the length-frequency data from this time-area stratum were used to estimate the number of fish per set and tons per set caught from non-porpoise-associated and porpoise-associated schools.

These estimates are as follows:

	March 1-31	April 1-15	April 16-30	May 1-31
Yellowfin/set (non-P)	707	2,024	2,876	2,983
Yellowfin/set (P)	621	977	728	2,612
Tons/set (non-P)	10.10	10.26	14.58	19.20
Tons/set (P)	11.01	21.36	15.91	12.69

Non-P=non-porpoise, P=porpoise

For the non-porpoise-associated sets both the number of fish per set and the number of sets per day increased during the period of March 1 to May 31. A large amount of non-porpoise effort occurred during those three months, and it is difficult to explain the increases on the basis of improved vessel efficiency such as gear handling or other fishing techniques. Since environmental factors may influence the catchability of the fish, the available physical oceanographic data (temperature, mixed-layer depth, thermocline gradient strength, etc.) were examined with respect to the catch and effort data.

In Figure 18 the monthly average depths of the mixed-layer and the 23°C (73.4°F) and 15°C (59.0°F) isotherm depths are plotted for the period of January to June. The approximate minimum and maximum depths of a 40-fathom purse seine are shown also. The numbers of fish caught per day and per set for

porpoise-associated (P-fish) and non-porpoise-associated (non-P fish) schools in this area are indicated.

The mixed-layer depth is consistently above the minimum depth, and appears to be unrelated to the increased vulnerability of non-porpoise-associated yellowfin. The 23°C isotherm emerges to a depth above the minimum net depth just prior to the increase in vulnerability of the fish. This isotherm was chosen *a priori* due to the observation that small yellowfin (40-70 cm) are found to aggregate at the interfaces of currents which meet, and are available where the sea-surface temperature is 23°C and above, but rarely below 23°C, indicating an aversion to temperature less than 23°C. It appears that the smaller yellowfin are more sensitive to colder-than-optimal environments than are the larger fish which comprise the porpoise-associated catch. This probably relates to both heat production and heat dissipation rates, which would be expected to vary with size. The energetic considerations are not clear at this time, but data are being sought.

In the eastern Pacific the 23° isotherm approximates the mid-point of the thermocline, and the 15°C isotherm the bottom. The plots of the isotherm depths and time of year indicate that both the 15°C and 23°C isotherms may affect the vulnerability of yellowfin during the study period. The 15°C isotherm rises and crosses the maximum depth of the 40-fathom purse-seine fishing depth simultaneously with the 23°C isotherm crossing of the minimum fishing depth.

A regression analysis of the following data was made to determine any correlative effects between the depth of the 23°C isotherm and catch per unit of effort on the two school types (porpoise-associated and non-porpoise-associated) in the study area by month.

Month	Catch/effort (non-P)	Catch/effort (P)	Mean depth of 23° isotherm
January	2.48	5.70	190
February	2.66	3.67	200
March	8.16	6.26	145
April	11.76	9.54	115
May	12.03	5.55	105
June	6.38	7.86	130

P [C/E (non-P)]=0.94 (significant at 1-percent level)

P [C/E (P)]=-0.66 (non significant)

The porpoise-associated catch per unit of effort (on somewhat larger fish) apparently was not related to the 23°C isotherm depth. The non-porpoise-associated catch per unit of effort was found to be highly correlated with the 23°C isotherm depth.

In attempting to describe the interaction between small non-porpoise-associated yellowfin and the 23°C isotherm, it appears that the relative depth of the "acceptable" region of water may determine their schooling behavior. The diffuse quality ascribed to the distribution of yellowfin in the study area during

late January and February was in contrast to the increased aggregation (both number and tonnage) encountered as the 1973 season progressed. This does not preclude the additional effects of immigration, which may have further affected the density of the fish, but the close relation between fishing success and depth of the 23°C isotherm does not require other external events to cause the observed effects.

During the 1974 fishing season, in an extensive coastal area which includes the 1973 study area, similar environmental assessments were made. During January through June 1974 the 23°C isotherm was consistently above the minimum fishing depth of the typical purse-seine net (150 feet). The general density did not appear to be as great due to the much larger area fished in 1974, but the number of fish was so much greater that far more fish (in numbers and tonnage) were caught in 1974 than in 1973.

Further studies of these processes will be made in 1975.

Skipjack, sea-surface temperature, and the Southern Oscillation

Skipjack caught in the eastern Pacific Ocean are believed to have resulted from spawning in the tropical zone of the central Pacific between 180° and 130°W. Since the number of skipjack larvae found in plankton-net tows 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 to the eastern Pacific fishery, so variations in amount of spawning or survival of the eggs and larvae should be reflected in the fishery roughly 1½ years later.

Previous investigations by the U.S. Bureau of Commercial Fisheries (now National Marine Fisheries Service) have suggested that more skipjack larvae are found in regions with many islands than in those with few or none. If this is the case, more spawning may be expected south of the equator than north of it because of the many more islands and atolls existing in the south. Data from plankton-net tows made between 180° and 130°W indicate that skipjack larvae are about twice as abundant south of the equator as north of it. From this, and from the relationship of larval abundance and temperature, it appears likely that the majority of the recruits to the surface fisheries of the eastern Pacific originate from spawning during the warmer months in the southern hemisphere and that a minority of them originate from spawning during the warmer months in the northern hemisphere. However, there is probably a considerable overlap of spawning areas, the northern summer spawners spawning also some distance south of the equator and the southern summer spawners spawning some distance north of the equator as well.

Reexamination of quarterly length-frequency distributions for skipjack captured in the eastern Pacific suggests the presence of two cohorts of recruits roughly six months apart. A larger cohort appears to enter the fishery in the first quarter in recent years, and a smaller cohort appears to enter in the third

quarter. If the smallest recruits are about 1 year old, then the first cohort (first quarter) could be from the southern spawning and the second cohort (third quarter) from the northern spawning. It is believed that the fish remain an average of about one year in the fishery before migrating back to the spawning grounds. However, they may return sooner in some years and later in others, as indicated by varying proportions of large fish in the catches.

Four indices of skipjack abundance have been selected for correlation with temperature anomalies in the spawning area. Catch per unit of effort data have been rejected as indices of abundance in the present analysis because of the problem of allocation of effort in the two-species fishery. The first index of abundance, estimated numbers of recruits in the first cohort (age-1 + fish, 1 to 2 years old) captured south of 15°N in the first quarter, was selected because of the remarkable 4-year periodicity evident in these data, excluding 1974 (Figure 19A). This phenomenon does not occur north of 15°N for fish of the same age. The same pattern occurs in the second index, estimated numbers of recruits of the first cohort captured both north and south of 15°N in the CYRA in the first two quarters (Figure 19B). In most years the majority of fish are taken south of 15°N. The same apparent 4-year periodicity is also suggested, though less clearly, in the last two indices of abundance, total annual catch east of 150°W of fish of all ages (Figure 19C) and percent deviation from the trend (not shown). The apparent downward trend in catches in recent years is shown by the dashed line in Figure 19C, based on the 4-year running means extrapolated along the mean value for the last 4 years. The total catch adjusted for trend is calculated from the deviation and the annual value of the trend.

The apparent 4-year periodicity in skipjack abundance demands an explanation. Previous examinations of temperature anomalies in the spawning regions did not reveal a clear 4-year cycle, even though correlations with skipjack abundance in the fishery at a later time were significant. However, recent studies show a 4-year cycle in the Southern Oscillation index between 1953 and 1971.

The Southern Oscillation (S.O.) is a fluctuation of differences in atmospheric pressure between the Easter Island high-pressure cell and the Djakarta low-pressure cell. Pressure data from Darwin, Australia, are used to monitor fluctuations in the Djakarta low-pressure cell. The S.O. index is the 12-month mean of the difference in sea-level atmospheric pressure between Easter Island and Darwin. A high S.O. index is associated with stronger southeasterly trade winds, stronger equatorial upwelling, and lower sea-surface temperatures near the equator and in much of the skipjack spawning area of the south central Pacific; a low S.O. index is associated with weaker southeasterly trade winds, weaker upwelling, and higher sea-surface temperatures near the equator and in the southern spawning area, and often with "El Niño" conditions off South America.

The S.O. index is closely correlated to the sea-surface temperature through the southeasterly trade winds so the fluctuations should be similar, and they

are, with a few exceptions sufficient to mask the appearance of a 4-year cycle in the temperature anomalies. For example, the S.O. index was low in 1961-62, but the temperature anomalies were average. The S.O. index used here is based on data from April of one year to March of the following, and is shown in Figure 19D (note the inverted scale for easier comparison with the fisheries data). A 4-year cycle is apparent from 1953-54 through 1971-72. The peaks (minima) occur regularly every 4 years, but the valleys (maxima) occur irregularly 2 to 5 years apart. The usual period of the S.O. varies between 1 and 5 years and averages $2\frac{1}{2}$ years, so the 4-year periodicity should not be expected to continue and, in fact, it does break down after 1971-72. The S.O. index was extremely low (7.0 mb) in 1972-73, 3 years after the previous minimum, and extremely high (12.9 mb) in 1973-74, 3 years after the previous maximum. Similarly, the remarkably regular 4-year cycle in the numbers of young skipjack captured in the first quarter (Figure 19A) and in the first two quarters (Figure 19B) breaks down in 1974, with a peak occurring 3 years after the previous one. From Table 6 it is evident that the indices of skipjack abundance for the period since 1961, when purse seiners became the principal means of capture of skipjack, are all significantly correlated at the 1% level with the S.O. index. The first two indices, representing fish of the first cohort, are better correlated with the S.O. index than they had been with the temperature anomalies along the equator. A possible explanation is that the S.O. is associated mainly with southern hemisphere atmospheric and oceanographic conditions, although its direct influence extends some degrees north of the equator to the meteorological equator, while temperature anomalies along the equator may be associated with corresponding conditions in both hemispheres. The S.O. is therefore believed to be a better correlated factor for the first cohort of recruits entering the fishery of the eastern Pacific during the first quarter, which appear to compose the majority of the total annual catch in most years. A similar factor for the northern hemisphere is being sought to explain the fluctuations of the second cohort entering the fishery in the third quarter.

In order to test the apparent relationship between conditions in the spawning areas and catches of skipjack on the fishing grounds at a later time, predictions of the total annual catches have been made since 1972 by substituting the physical data into the regression equations. The prediction for 1973, based on sea-surface temperatures along the equator, was for a poor year with the best estimate of 56,000 tons; 48,000 tons were taken, so the prediction was considered successful. The prediction for 1974, also based on equatorial sea-surface temperatures, was a good year with the best estimate at 132,000 tons; only about 85,600 tons were taken, so the prediction was considered unsuccessful. The predictions for 1973 and 1974, had they been based on the S.O. index, are shown in Table 6 for the four indices of abundance and in Figure 20 for the third index. For 1973 the first, third, and fourth indices were predicted successfully, but the second is considered unsuccessful. The total catch and the total catch adjusted for trend were predicted to be 55,000 and 50,000 tons respectively, while the actual catch was 48,000 tons. For 1974 the first and second indices were predicted successfully, while the predictions for the third and fourth

indices were unsuccessful, For 1975 the prediction for the number of fish of the first cohort captured during the first quarter south of the 15°N is extremely low, with the best estimate at 100,000 fish, while that for the first cohort in the first two quarters throughout the CYRA is only 1,800,000 fish. The predictions for the total catch and the total catch adjusted for trend are 46,000 and 43,000 tons, respectively, so 1975 will be a poor year if these apparent correlations are real.

Skipjack abundance south of the equator

A considerable portion of the skipjack catch in the eastern Pacific Ocean in past years has been taken south of the equator, but after 1971 the catches in that area have declined sharply. In Figure 21 are shown the statistics for high-seas purse-seiners for which logbook data are obtained. Since 1967, the catches have declined more rapidly than the effort, resulting in a declining catch per unit of effort, which is clearly shown in the upper panel.

The local Ecuadorian baitboat fishery, which is located near the coast and mainly south of the equator, began in the mid 1950's. The total capacity of the fleet of small boats, which may be regarded as a crude measure of effort, increased until 1970, when it stabilized at about 1,700 short tons (Figure 22). It is evident from the figure that although the fleet capacity was highest in the early 1970's, the catches have declined precipitously.

The trends are similar for the purse-seiners and baitboats; the annual catches and catch per unit of effort for the former and the annual catches for the latter are, in the early 1970's, about half what they were in the 1960's. The reason for this decline is not known. The Japanese catches of skipjack from the western Pacific have been extraordinarily large during the 1970's; 271,000 short tons in 1972, 313,000 tons in 1973, and an even greater catch estimated for 1974. It is conceivable that a relation may exist between the large catches in the western Pacific and the poor catches in the southeastern Pacific in recent years. Oceanographic conditions may have been such as to cause large numbers of fish to migrate westward, rather than eastward from the central Pacific spawning areas.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Satellite study

Correlational analyses of infrared temperature data from the NOAA-2 satellite and temperature data gathered by conventional methods were made for the following regions of the eastern Pacific: (1) between the Galapagos Islands and Ecuador; (2) off the west coast of Baja California; (3) in the probable migratory path of albacore tuna off California; and (4) in the coastal zone off Oregon. Satellite infrared data from daily overflights were averaged to provide mean sea-surface temperatures for each 1° area, and the daily values were then averaged by time over the duration of the individual studies. Catch data for yellowfin and skipjack tuna were also used in the analyses to see whether they

were correlated by area and time with the temperature data as measured from the satellite.

For the Galapagos study the logged catches by purse-seiners and baitboats in February 1973 in the area bounded on the north and south by 1°N and 5°S and on the east and west by the west coast of South America and 95°W were used. The sea-surface temperature (T_{bb}) corresponding to the maximum yellowfin and skipjack catches was 297.25°K (24.1°C) (Figure 23). Analyses of the T_{bb} data showed the sensor to be reading low by 1°C , and this value is to be added to the T_{bb} values. The best estimate from these satellite data is $T_{bb}=25.1^{\circ}\text{C}$, which is in good agreement with the sea-surface temperatures normally associated with good catches of yellowfin and skipjack.

For the albacore study, catches made west of Southern California by the U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) research vessel *David Starr Jordan* and several chartered commercial trollers made in June 1973 were used. The distribution of the catches relative to temperature is roughly normal (Figure 24), with an optimum T_{bb} value of 291.25°K (18.1°C). The T_{bb} sensor was found to be reading 1.2°C low for this area, and if this value is added to the data array, the optimum temperature becomes 19.3°C , which is quite close to the optimum sea-surface temperature (19.2°C) obtained by the NMFS in its comparison of albacore catch with sea-surface temperatures measured from ships in the area.

Though the data suggest that satellite data may be of sufficient quality for use in such studies, differences remain in the spatial resolution and sampling frequency that should be minimized. Maintenance of yellowfin and skipjack catch data in an easily available form on a finer area and time grid (already underway by the Commission staff) would greatly reduce this problem. A more complete discussion of the four case studies is given in the project's annual report.

During the year research was begun on two new studies involving data from satellites. Both case studies involve the use of very high resolution radiometer and scanning radiometer data from NOAA-3 and possibly data from the ERTS-1 satellite for a coastal region off northwest Africa and a second region off Baja California.

Daily maps of infrared data in the form of 15° geographic "chips" encompassing the northwest Africa region were received from the National Environmental Satellite Service (NESS) and have been prepared. The acquisition of surface oceanographic data during the JOINT-1 expedition (see CUEA section) has provided useful information for future comparison with the satellite observations. In addition to the 15° "chip" data, a series of high-density digital data tapes received from NESS for the region is being used to study spatial variations as little as 0.5 nautical miles in diameter.

The second case study to investigate the waters adjacent to Baja California involved the Scripps Institution of Oceanography (SIO) research vessel *Alpha Helix*, and consisted of making measurements of temperature, salinity,

chlorophyll, primary productivity, etc., in the Gulf of California during November. Surface observations of temperature and chlorophyll collected from the *Alpha Helix* by SIO scientists will be of considerable value for comparison with satellite observations of ocean color and sea-surface temperature.

The overall objective of the two case studies is to develop a prototype of a multi-stage sampling scheme for monitoring environmental conditions for fisheries in particular geographic regions.

Coastal upwelling ecosystems analysis (CUEA)

The first large multi-discipline study of the physical, chemical, and biological processes occurring in a coastal upwelling zone was completed during the spring of 1974. This study was made under the auspices of the International Decade of Ocean Exploration, an office of the National Science Foundation of the United States. Three research vessels from the United States, two from France, and one from Spain made numerous measurements while cruising back and forth within 60 miles of the northwest coast of Africa, in a region bounded on the north by 22°30'N and on the south by 20°30'N.

Commission scientists, in cooperation with scientists from Oregon State University's School of Oceanography and participating scientists from Germany and the United Kingdom, worked aboard the University of Miami's research vessel *Gilliss*. During the 1½ month cruise, 261 salinity-temperature-density observations were made. Though the shallowest casts were made close to the shore in 40 m of water, the offshore casts were made in 1200 m of water, seaward of the upwelling zone. On several occasions a time series was made, using a profiling current meter to measure currents from the *Gilliss*. Moored strings of current meters were placed in an offshore line and were left to record automatically velocity, temperature, and conductivity (salinity) at 5- to 10-minute intervals.

The Commission scientists' task was to make direct measurements of the currents with parachute floats (drogues) specifically designed for this purpose. Though rough seas and high winds necessitated some changes in the original design of the experiments, one or more drogues were launched on six occasions during the cruise to evaluate the alongshore scale length associated with the three-dimensional circulation. Trajectories of the horizontal water motion in the upwelling region determined from drogue motions have been plotted and the subsequent numerical analysis made to partition the velocity field into mean and tidal currents. One of the Lagrangian experiments (March 28) is shown in Figure 25. The three drifters were set for 10 m depth and tracked for 25 hours before being recovered. The drifters initially moved onshore in response to a previous shift in the surface winds before moving offshore under the driving force of strong northerlies. Analyses of the several drogue experiments, together with measurements made by other participating scientists in JOINT-1, suggest that the flow in the surface layer is predominantly equatorward with the most intense upwelling considered to occur parallel to shore and at midshelf. The

strong persistent upwelling, due to high winds, combined with high velocity surface transport is considered responsible for a "sweeping out" of phytoplankton patches which resulted in a lower concentration of primary producers than when the wind stress was lower, but still favorable for upwelling.

The CUEA program is expected to continue for several more years, during which time extensive efforts will be made to study the ecosystem off the coast of Peru in 1976 and 1977.

Primary production study in Ecuador

Work continued on processing the raw field observations from the cooperative (Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INPE) and Tuna Commission) primary productivity cruise made in September 1973. Due to financial constraints from its sponsor, the Organization of American States, the project was forced to proceed at a reduced rate in 1974. The data for nutrient chemistry, temperature, salinity, dissolved oxygen, chlorophyll, standardization of ^{14}C observations for carbon uptake by phytoplankton, and current meter measurements have been processed. The reduction of zooplankton volumes is being made at INPE in its laboratory.

A preliminary look at the moored current meter data from the Bahia de Santa Elena area (Figure 26) shows the current at 10 m to have moved fairly rapidly in a northerly direction for 1 day, before slowing down and exhibiting little net motion for almost 20 hours. The current then proceeded briefly toward shore before turning toward the north again. Tidal current influence was more apparent during the second day than on the first day.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1974 AND OUTLOOK FOR 1975

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

YELLOWFIN

The fishery for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean began in about 1917, and by 1950 extended from Baja California to northern Chile. The Tuna Commission staff began its work in 1950, and was able to obtain statistics of the catch and effort for the yellowfin and skipjack fishery dating back to 1934, from old logbook records. The series of data has been continued to date by collection of

current logbook data. Data on the size composition of the fish in the catch have also been collected since 1954.

The statistics of the catch and effort were used to formulate a model, called the logistic model, to predict the effect of the fishery upon the abundance of yellowfin. It was estimated that the yellowfin in the eastern Pacific could, on the average, sustain annual catches of about 95,000 short tons. This amount had not been exceeded prior to 1960. In 1960 and 1961, however, after a large portion of the vessels of the fleet had been converted from bait-boats to purse-seiners, thereby approximately doubling their fishing power, the catches rose to 122,000 and 116,000 tons, respectively. The staff predicted that during 1962, the abundance of yellowfin would drop sharply. The effort remained high in 1962, and 1963, but the annual catch was reduced to about 80,000 tons and the catch per standard days fishing (CPSDF), which the staff employs as an index of yellowfin abundance, fell correspondingly.

In addition to the study of catch and effort data, additional studies employing more detailed aspects of the life history of yellowfin, such as sizes of the fish in the catch, were conducted. These indicated that increased yields per recruit could not be expected from increased effort, but that if the average size of the fish at capture could be increased, the yield per recruit, and presumably also the total yield, could be increased. It was determined at that time, however, that it would be impractical to increase the average size of the fish at capture.

In these studies the assumption that the yellowfin stock under exploitation constituted a subpopulation of fish distinct from those found farther to the west was implicit. Though this assumption was not verified, it appeared at that time to be reasonable.

Measures to control the catch of yellowfin in the eastern Pacific were first recommended in 1961, but it was not possible for the countries participating in the fishery to implement the recommendations until 1966. The catch quota set at that time applied to the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), shown in Figure 1. The fishery has been under management each year since 1966.

The models used to describe the dynamics of the yellowfin fishery enabled the Commission to predict the status of the stock rather accurately through the years previous to the implementation of the management program. After 1965, however, the observations did not conform as well as formerly to the predictions. Some of the trends observed in the CPSDF (Figure 5), particularly the increase from 1965 to 1968, were unexpected, especially in view of the fact the catches were also increasing. If the stock were behaving as the models had predicted, the CPSDF should have remained low during that period. The increase from 1965 to 1968 could have been the result of real changes in the abundance of yellowfin or of apparent changes caused by such factors as changing efficiency of the fishing gear, etc.

Regarding real changes, the staff has examined geographic expansion of the

fishery, alterations in the size composition of the fish in the catch, changes in recruitment, and environmental changes. Geographical expansion of the fishery and alteration of the size composition of the fish in the catch appear to have been particularly significant. Additionally, increased recruitment apparently contributed to the increase in abundance in 1968. It is assumed that the effect of environmental changes averaged out over the long term.

During the baitboat era the tuna fleet fished from Baja California to northern Chile, but with the exception of a few offshore areas such as the Galapagos and Revillagigedo Islands, fishing was confined to within a few hundred miles of the coastline. During this period there were relatively few purse-seiners, and these fished primarily on the northern fishing grounds. Between 1959 and 1961, most of the baitboats were converted to purse-seiners, and by the end of 1960, the converted vessels had extended their operations throughout the historic baitboat area (Figure 27). As the capacity of the fleet increased, the competition for fish intensified, and the vessels began to fish farther offshore. By 1964, the fleet was operating regularly at least 150 miles farther offshore, and by 1969, it reached the western boundary of the CYRA (Figure 28). The historic grounds and the offshore area are shown as Areas A1 and A2, respectively, in Figure 29.

The offshore expansion of the fishing area raises some important questions relative to the stock structure of yellowfin and its effect on the estimates of the potential sustainable yield. If the fleet had begun to harvest a previously unexploited stock of fish as the vessels moved farther offshore, it would be expected that the potential sustainable yield would increase. If, however, the fish taken farther offshore were part of the stock fished inshore, and if the fish of Areas A1 and A2 mixed rapidly, the potential sustainable yield would be expected to increase little or not at all. If the real situation lay between these two possibilities (*i.e.*, there were two stocks with partial mixing), the increase of the potential yield would be roughly inversely correlated with the magnitude of mixing. Because of the importance of this question, the staff has given it considerable attention. The results of this work, to date, have been reviewed in previous annual reports.

In view of the great changes which have taken place in the fishery since the advent of the management program, and hence the difficulty in estimating the potential sustainable yield from the fishery, it was decided to experiment with the fishery to obtain new information which might lead to resolution of the problem. In 1969, a program of experimental fishing designed to ascertain empirically the maximum sustainable yield of yellowfin was adopted. This provided for annual catch quotas of 120,000 tons during 1969, 1970, and 1971. It was agreed that if the average CPSDF should fall below 3 tons at any time before completion of the 3-year period, the catch would be curtailed to correspond to the then current level of sustainable yield.

In Table 7, Column 2, are shown the expected CPSDF's under the experimental fishing program. If the parameters of the logistic model, as estimated at the beginning of the experiment, were correct, then the CPSDF should have

dropped substantially by 1971. The catches (Column 4) during the first two years of the experiment, 1969 and 1970, exceeded the quotas of 120,000 tons. The CPSDF's (Column 3) during those years did not drop as predicted, but remained at about 6.0 tons, even though nearly 141,000 tons was taken during 1970. For 1971, the quota was again set at 120,000 tons, but there was added the option of increasing it by one or two increments of 10,000 tons each, if analysis of the condition of the stock indicated that such action was warranted. The yellowfin fishery started slowly during 1971, and continued so throughout the first half of the year. The quota was not increased, and the total catch for the year amounted to only about 113,000 tons. The CPSDF was 4.2 tons, a 32% decrease relative to 1970. This decrease in abundance was predicted by the model, and, if real, indicated overfishing of the stock which, in fact, was the objective of the experimental program. However, two 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 period of highest yellowfin abundance. A discussion of these is given in the Commission's annual report for 1973.

Because of the strong possibility that the low CPSDF during 1971 might not have been the result of a true decrease in abundance, the experimental program was continued for another year, and the quota for 1972 was set at 120,000 tons. However, the Director of Investigations was authorized to increase this by two increments of 10,000 tons each, if during that year the condition of the stock indicated that such action was warranted. Early in 1972, the CPSDF was high relative to that of 1971, so the quota was increased first to 130,000 tons, and then to 140,000 tons. The yellowfin catch in 1972 was over 152,000 tons, about 12,000 tons greater than the quota, and the CPSDF increased to about what it was in 1970. On the basis of these events, and other factors as well, the experimental program was continued in 1973, and the quota was set at 160,000 tons, the highest in the history of the fishery. The catch and CPSDF for that year were 178,000 and 5.2 tons, respectively. The experimental program was continued again in 1974. The staff recommended lower and upper quotas of 130,000 and 175,000 tons, respectively, but the Commission increased these to 175,000 and 195,000 tons. The catch and CPSDF for 1974 were 189,000 and 4.6 tons, respectively.

In addition to the CYRA, the surface fleet has operated extensively during the last few years in the area to the west of the CYRA, but east of 150°W (Area A3 in Figure 29). The catches in this area are shown in Table 7, Column 6. There is some question as to what portion of the catch recorded as having come from outside the CYRA during 1968 and 1969 actually came from that area because of difficulties in reporting procedures. Since 1970, however, the catch locations have been much more accurately reported.

Several methods have been used to assess the effect of fishing on the abundance of yellowfin in the eastern Pacific Ocean. These analyses have been carried out with general production models, using catch and effort data, and age-structured models, employing more detailed information on the biology of

the yellowfin. The logistic and yield-per-recruit models, mentioned briefly above, are types of general production and age-structured models, respectively. Detailed accounts of these studies are presented in bulletins and previous annual reports of the Commission. The brief discussion which follows presents some of the conclusions drawn from such analyses.

It is generally considered for general production models that population growth is represented by an asymptotic function and that the yield can be maximized at some optimum level of population size. For these models recruitment, growth, and natural mortality are individually or jointly considered to be density dependent. Two methods have been used to estimate the parameters of the model.

For the first method the observed catch and effort statistics for the CYRA during 1960-1974 were used to estimate the parameters of the logistic model. The estimate of the average maximum sustainable yield (AMSY) in this case is approximately 148,000 tons, which can be taken with about 38,000 standard days of effort. The production curve computed from the parameters estimated in this analysis is shown in the upper panel of Figure 30, along with the observed annual values of catch and effort.

For the second method the CPSDF's during the first two quarters of the year were used as indices of stock abundance, and the catches during the second two quarters were used to estimate the changes in stock size during those two quarters. This technique was developed to evaluate the effect of the closed season for yellowfin on the estimation of the parameters. The same series of years, 1960-1974, was used in this analysis. The AMSY is estimated to be about 178,000 tons, which can be taken with an effort of approximately 55,000 standard days of effort. The production curve for this analysis, along with the observed annual values of catch and effort, is shown in the lower panel of Figure 30.

It is difficult to determine which of the two methods better represents the condition of the stock. The estimates of the parameters are unstable in both cases because most of the observations occur around the left limbs of the curves. The observations for 1973 and 1974 occur substantially beyond the 1960-1972 values, and thus have considerable effect on the estimates of the parameters. As additional observations accumulate at about this level of effort the estimates will become more stable, and the estimates of the AMSY obtained by the two methods will probably become more similar. For the first method the catch during the last three years has exceeded the AMSY, so if the effort is maintained at the current level the catch would be expected to decrease. For the second method the catches for 1973 and 1974 have not exceeded the AMSY, but are very close to it. In this case it would be predicted that further increases in the catch are not possible.

Whereas only catch and effort data are used for general production models, information of the sizes of fish in the catch is also employed in age-structured models.

Yellowfin in the eastern Pacific are believed to belong to two groups, the *X* group which first enters the fishery during the first half of the year, but which does not contribute significantly to it until the first half of the following year, and the *Y* group which first enters the fishery in the second half of the year, and which also does not contribute significantly to it until the first half of the following year. Estimates of the recruitment to the fishery, in millions of fish, are as follows:

Year class	X group	Y group
1963	19.2	11.1
1964	11.0	13.9
1965	12.5	15.6
1963-1965 average	14.2	13.5
1966	33.3	17.2
1967	19.1	24.3
1968	13.7	17.6
1969	19.5	20.5
1970	23.6	22.7
1971	19.8	14.2
1972	15.0	21.2
1973	9.2	29.6
1966-1973 average	19.3	20.9
1963-1973 average	16.3	17.2

The estimates for the 1972 and 1973 year classes are preliminary, and thus subject to change.

To evaluate the effects of recent changes in the fishery on the stock, the above estimates of recruitment were analyzed in two ways, using TUNPØP, an age-structured computer simulation model. For the first simulation the recruitment was assumed to be the same (36 million fish) for both the early (1963-1965) and late (1966-1973) periods, but the quarterly age-specific fishing mortality rates were assumed to be different for the two periods. The resulting simulated catch for the late period was about 14% greater than that for the early period. For the second simulation, the recruitment was assumed to be different for the early (28 million) and late (40 million) periods, whereas the quarterly age-specific fishing mortality rates were assumed to be the same for the two periods. The simulated catch for the late period was about 50% greater for that for the early period. It is apparent from these analyses that, (1) a change in the age-specific fishing mortality alone cannot account for the observed increase in catch in the late period, and (2) a change in the estimates of recruitment alone results in an overestimate of the increase in the catch in the late period.

In the Commission's 1973 annual report, the catch of yellowfin was partitioned into fish smaller and larger than 85 cm., and the fishing mortality rates (*F*) were computed for each size group for the early (1963-1965) and late (1966-1971) periods of the fishery. The data were as follows:

	Numbers		Fishing mortality rate	
	<85 cm	>85 cm	<85 cm	>85 cm
early period	7,107,000	1,766,000	0.56	0.80
late period	7,177,000	3,177,000	0.34	0.82

It is apparent that F for the small fish has decreased from the early to the late period, while it has stayed about the same for the large fish. Most of the small fish are caught in Area A1, and the catch of Area A2 consists mostly of large fish. When the fishery expanded to Area A2 it apparently caught large fish at about the same rate that it caught them in Area A1, but caught relatively few small fish. Thus for the late period the catch of small fish was not significantly increased, but the estimate of F for the small fish was reduced because the effort in Area A2 produced few of these fish. Further, the large fish were caught in Area A2 at about the same rate as they were caught in Area A1, so the catch of large fish in the late period was greater, but the estimate of F remained about the same.

There are two hypotheses concerning the structure of the stock of yellowfin which is exploited in the CYRA. The first is that Area A1 is a nursery ground for fish less than 85 cm in length, and that as the individuals become larger they migrate offshore. Prior to the offshore expansion of the fishery the large fish of the CYRA were not fully available to the fishery, but when it expanded to Area A2 the large fish became more available and the total exploited population proved to be larger than originally estimated. The second hypothesis is that offshore movement of the fish does not take place, and that small fish occur in large numbers in Area A2, but they are not vulnerable to the gear. Current tagging data do not demonstrate a tendency for the fish to move offshore as they grow larger, indicating that the second hypothesis is more likely to be the correct one, but the question is still moot.

On the basis of the foregoing, it appears that if the current recruitment patterns are maintained and the age-specific mortality remains the same, the stock of yellowfin currently being exploited in the CYRA should be able to sustain catches approximately equal to those of recent years. To evaluate this further an examination of recent changes in the age structure of the fish in the catch is in order.

Since the expansion of the purse-seine fishery to Area A2, the average weights, in pounds, of the yellowfin caught in the CYRA have been as follows:

1968	30.3	1972	37.8
1969	29.3	1973	28.3
1970	31.5	1974	18.3
1971	27.7		

It is important to determine the reasons for the abrupt decline in average weight in 1974. One possibility is that the abundance of small fish has increased, while that of large fish has remained about the same; another is that the abundance of small fish has remained about the same, while the abundance of large fish has decreased. It is obviously necessary to evaluate these possibilities if the fishery is to be managed rationally. Accordingly, the age compositions of the fish in the catches of the 1968-1974 period have been examined. On the left side of Figure 31 are shown the estimated weights of the fish of ages 1 through 5+ in the first-

and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1974. On the right side of that figure are shown the first- and second-quarter purse-seine catches of fish of the 1968 through 1974 cohorts at ages 1 through 5+. Because of difficulties in assigning ages to the older individuals, all fish 5 years and older are grouped. On the left side of the figure it is apparent that the bulk of the catch consisted of 2- and 3-year-olds during 1968-1972. In 1973, 1-year-olds, in addition to 2- and 3-year-olds, made an important contribution. In 1974, 1-year-olds were again important, and 2-year-olds made only a minor contribution. On the right side of the figure it can be seen that the fish of the 1968, 1970, 1971, and 1972 cohorts made their most important contribution as 3-year-olds, while those of the 1969 cohort were most important as 2-year-olds. In contrast, the 1973 and 1974 cohort fish were very important as 1-year-olds, and the former made only a small contribution as 2-year-olds. Since the catch of 2-year-olds of the 1973 cohort was so low in 1974, it appears that this was only an average cohort which was decimated by heavy fishing in 1973 as 1-year-olds. If so, the catch of 3-year-olds in 1975 should be low. The high catch of 1-year-olds in 1974 could be due to unusually high abundance of fish of the 1974 cohort, in which case the catches of 2-year-olds in 1975 and 3-year-olds in 1976 should be high. On the other hand, if the abundance of the 1974 cohort is only average, the catches of fish of this cohort should be low in 1975 and 1976.

In summary, the impact of the fishery on yellowfin in the CYRA has been assessed by use of general production and age-structured models. For the general production models estimates of the parameters were made by employing the catch and effort data in two ways. By one method, the AMSY was estimated to be about 148,000 tons, and by the other it was estimated to be about 178,000 tons. It is not possible at this stage to determine which of the two estimates is more nearly correct. If the first estimate is correct, and the effort is maintained at the current level, the catch should stabilize at about 148,000 tons. If the second estimate is correct, and the effort is slightly increased, the catch should stabilize at about 178,000 tons. In neither case has overexploitation been demonstrated. Therefore, in terms of the Commission's objective of safely overfishing the resource, the overfishing side of the general production curve has apparently not been reached.

Age-structured models have also been employed to assess the impact of the fishery. These analyses have suggested that there have been changes in the age-specific fishing mortality and increases in recruitment, which may be the result of the offshore expansion of the fishery. If it is assumed that removals of potential spawners by the fishery do not reduce the subsequent recruitment and that the age-specific fishing mortality remained the same during 1973-1974 as during 1968-1972, the stock should be able to sustain catches of about 150 to 175 thousand tons. However, the fact that the size composition of the fish in the catch in 1973 and 1974 was so different causes some concern over the ability of the stock to sustain the catches at this level.

It has been demonstrated above that unusually high proportions of the

catches of 1973 and 1974 were 1-year-old fish. The hypotheses which have been formulated to explain this are as follows:

- (1) The age-1 fish, which provided a large segment of the catch in 1974, were from a very large year class which attracted effort from the porpoise fishery for larger fish.
- (2) The age-1 fish were from an average year class, but a large catch of them was made because they were unusually vulnerable to the fishing gear.
- (3) The abundance of large fish has been reduced by heavy fishing on younger fish during previous years, so the vessels concentrate on the small fish.
- (4) The abundance of large fish has not changed, but because porpoises are more able than previously to avoid the fishing vessels, the catch of large fish associated with porpoises has decreased.

Predictions of the catches in 1975 and 1976, can be made with TUNPØP, an age-structured computer simulation model. For this it is necessary to make assumptions concerning the age structure of the stock, the vulnerability of the fish to the fishery, and the amount of fishing effort which will be expended. It is assumed that the recruitment of age-1 fish to the fishery in 1973 and 1974 was average (about 40 million fish in each year), that the recruitment will be average in 1975 and 1976, and that the age-specific vulnerability of fish of ages 2 through 5+ has remained constant. Without any regulation in 1975 and 1976, the catch should be between about 150 and 200 thousand tons in the first year and not more than 130 thousand tons in 1976. If unregulated fishing ends during the second quarter, the catch in 1975 should be between 120 and 160 thousand tons, depending on the vulnerability of age-1 fish. In 1976, under the same conditions, the catch would be 120 to 155 thousand tons. If unregulated fishing was ended at the end of March, the catch in 1975 would not exceed 130 thousand tons, but in 1976 would increase to about 155 thousand tons.

It is emphasized that the above predictions are valid only if the assumptions upon which they are based are valid. Of particular importance is the assumption that the recruitment in 1973 and 1974 was average, and that the high catches of 1-year-olds in those years was due to greater-than-average vulnerability of the small fish to the fishing gear. If the large catches of 1-year-olds in 1973 and 1974 were due to better-than-average recruitment in those years, the outlook for 1975 and 1976 is much better. For two reasons, however, the recruitment is believed to have been only average in 1973 and 1974. First, the high catch of age-1 fish in 1973 was not followed by a high catch of age-2 fish in 1974 (Figure 31), which would be expected, if the recruitment was strong in 1973. Second, in the Central American region, where most of the small fish were caught, water less than 23°C (73.4°F) was abnormally close to the surface during the second quarter of 1973 and 1974. Since small yellowfin seem to prefer water warmer than this, the fish were forced closer to the surface where they are more vulnerable to capture.

Taking into account the estimates of the AMSY, which range from 148,000 to

178,000 tons, the recent catches of 175,000 to 190,000 tons, and the significant changes in the size composition of the fish during 1973 and 1974, indicating possible overexploitation of age-1 fish, it was the advice of the staff to the Commission that provision should be made to curtail the catch at levels significantly below the recent levels of catch if indications early in 1975 suggest that such action is necessary. It was specifically recommended that the catch quota for 1975 be 130,000 tons. It was further recommended, however, that provisions be made to increase the quota by increments to the levels of recent years if current data during 1975 indicate such action to be warranted. As a safety measure it was recommended that the lower CPSDF limit of 3 tons be retained.

The fishery has operated in the area to the west of the CYRA since 1968. The catches increased in most years, and in 1973 amounted to about 50,000 tons. In 1974, however, the catch dropped to about 42,000 tons. The CPSDF's for 1971 through 1974 have remained relatively constant at 5.0 to 5.9 tons. These data are shown in Table 7.

The question arises as to whether or not it is advisable for purposes of conservation to curtail the fishery outside the CYRA. To examine this question it is first necessary to determine whether or not the fish of Area A3 belong to the same stock as those of Areas A1 and A2, for the strategy of management would depend on this. The tagging data presently available show that the amount of intermingling of fish of the CYRA and Area A3 is minor, which indicates that it is expedient to consider that the fish of the two areas belong to separate stocks. Additionally, in the catch statistics of the purse-seine fleet there occurs a break in the catch of yellowfin between about 115°W and 120°W in the horizontal band of productive yellowfin fishing area between 5°N and 15°N. This could be due to a discontinuity in the distribution of the fish or merely due to the tendency of the fishermen to fish farther east, where the weather is better and ports are closer, when the fishery in the CYRA is not regulated. It is of interest to note, however, that there is no such break in the catches of yellowfin by longline vessels in this area. Taking this into account, plus the fact that the CPSDF of this area has not dropped significantly, there appears to be no reason to curtail the fishery in Area A3.

SKIPJACK

Skipjack occur in nearly all the tropical waters of the world's oceans. In recent years the world catch of this species has exceeded that of any other tuna or tuna-like species. Such is also the case for the Pacific Ocean; in 1972 skipjack comprised 40% of the catch of the principal market species of tunas in that ocean.

The structure of the stocks of skipjack inhabiting the Pacific Ocean is poorly understood, due primarily to the fact that most studies of this species have been based on populations occurring in relatively small areas, whereas comprehensive, oceanwide experiments and analyses are needed. Recently published serological studies indicate that there are at least two subpopulations in the

western Pacific Ocean, one apparently restricted to the area west of about 165°E and the other occurring to the east of the first subpopulation and possibly extending to the eastern Pacific Ocean.

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

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

The catch and apparent abundance of skipjack vary considerably from year to year. This variability does not appear to be related to the intensity of fishing in the eastern Pacific Ocean, but rather seems to be the result of natural factors. It is not known whether this natural variability represents changes in the abundance of the entire stock, or merely reflects changes in the portions of a relatively constant stock which are available to the eastern Pacific fishery in different years. The estimates of apparent abundance for the northern and southern areas are moderately well correlated with one another, but in some years, for example 1968 and 1970, the catch may be above-average in one area and below average in the other. This may indicate that when the young fish migrate from the central to the eastern Pacific different portions of them go to the northern and southern areas in different years. The skipjack catch from the CYRA during 1974 was about 84,100 tons, slightly greater than the average for the 1958-1974 period, but a marked improvement over 1972 and 1973 (Table 1).

It is important to understand the annual variability in catch and apparent abundance of skipjack so that proper management of the fishery can be undertaken, if and when it is necessary. Toward this end the staff has maintained as active a program of skipjack research as fiscal constraints allow. Part of this research has been concerned with predicting skipjack catch and abundance. The model developed for this purpose, described elsewhere in this report, has been moderately successful in explaining these fluctuations, accounting for about half the observed variability. In 1975, less-than-average abundance of skipjack is predicted. If this prediction is fulfilled, it will furnish additional evidence that

the model is valid, thus enabling the staff to predict the abundance for 1976 with slightly greater confidence. If the prediction is not fulfilled, the effect will be the opposite, but the conclusion will not necessarily be that the model is worthless.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1974

INTRODUCCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical funciona bajo la autoridad y dirección de un convenio, establecido originalmente por la República de Costa Rica y los Estados Unidos de América. El convenio, vigente desde 1950, está abierto a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973. En 1967, Ecuador anunció que se retiraba de la Comisión y esta renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto de 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 del Océano Pacífico oriental con el fin de determinar los efectos que la pesca y los factores naturales tienen sobre su abundancia, y (b) recomendar las medidas apropiadas de conservación para que las poblaciones de peces puedan mantenerse a niveles que puedan sostener capturas máximas continuadas, 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, quién a su vez es directamente responsable ante la Comisión.

El programa científico se encuentra en su vigésimocuarto año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de los trabajos y actividades se describe en un informe anual bilingüe. Otros artículos son publicados en revistas científicas exteriores de prensa y en publicaciones comerciales. La Comisión a fines de 1974 ha publicado ya 106 boletines, 147 artículos en revistas exteriores de prensa y 23 anuarios. Todos estos escritos han tenido una amplia divulgación mundial encontrándose al alcance del examen crítico de la comunidad científica del orbe.

REUNIONES DE LA COMISION

La Comisión celebró su XXIX reunión el 12, 13, 14 y 16 de noviembre de 1973, en Washington, D.C., E.U.A. No se adoptó ninguna medida sobre la recomendación presentada por los investigadores respecto a una cuota total de captura de atún aleta amarilla en el área reglamentaria de la Comisión de atún aleta amarilla (ARCAA). Fue postergada hasta después de que las reuniones *ad hoc* del grupo intergubernamental se pusieran de acuerdo y presentaran a la Comisión las recomendaciones relativas a los métodos de poner en ejecución el

programa de conservación del aleta amarilla en 1974. Las reuniones intergubernamentales celebradas a fines de 1973 y principios de 1974, dieron como resultado un acuerdo sobre los métodos de llevar a cabo las recomendaciones de la Comisión sobre la cuota. La Comisión aprobó la siguiente resolución para la conservación del atún aleta amarilla, mediante un voto enviado por correo el 18 de may de 1974.

RESOLUCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Observando que la captura de atún aleta amarilla durante 1973, aunque la más grande que se haya obtenido hasta ahora de la población de esta especie en el Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA), solo redujo levemente la abundancia aparente de aleta amarilla, y

Considerando que la Comisión no posee aún toda la información necesaria para pronosticar acertadamente el nivel máximo de producción que las existencias pueden sostener,

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

Observando además que el programa experimental de pesca ha tenido éxito desde su iniciación, y

Reconociendo que el programa experimental de pesca no ha demostrado claramente que se han obtenido niveles superiores al máximo teórico,

Concluye que es aconsejable continuar el programa experimental de pesca del atún aleta amarilla a un nivel más alto durante 1974, y

Considerando que la resolución de la XV Reunión Intergubernamental sobre la Conservación del Atún Aleta Amarilla recomienda ciertas medidas administrativas a la Comisión,

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

- 1) Establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total de aleta amarilla para el año civil de 1974, en 175,000 toneladas americanas en el ARCAA definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962, siempre y cuando:
 - a) que si el índice de captura anual inclina a reducirse a menos de 3 toneladas 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 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 americanas, si de un nuevo examen de los datos disponibles, llega a la conclusión de que dicho aumento no constituye un peligro apreciable para la población.
- 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 1974, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto.
 - 4) Clausurar la pesquería del atún aleta amarilla en 1974, 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 175,000, 185,000 o 195,000 toneladas americanas, si el Director de Investigaciones determina que pueden obtenerse estas cantidades, menos la porción reservada para capturas incidentales en el Artículo 2 *supra* y para 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 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 regula las actividades pesqueras de esas embarcaciones; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de aleta amarilla obtenidas por todas las embarcaciones 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 americanas de atún aleta amarilla, o pescar aleta amarilla conforme a las restricciones que pueden ser necesarias para limitar a 6,000 toneladas americanas la captura de atún aleta amarilla por esas embarcaciones; 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) 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.
- 8) Permitir que durante la temporada de veda de 1974, los barcos de nueva construcción, pertenecientes a aquellos miembros de la Comisión que son países en vías de desarrollo (es decir, aquellos cuya pesca de atún, para 1970, en la Zona comprendida por la Convención, no excedió de 12,000 toneladas americanas, y cuya cifra total de pesca en 1969, no haya excedido de 400,000 toneladas métricas), y que entraron a la pesca de atún de aleta amarilla por primera vez bajo la bandera de dicho país en la Zona comprendida por la Comisión, durante la temporada de veda de 1971, o durante 1972, y que debido a características tales como tamaño, equipo o técnicas pesqueras, presentan problemas especiales, maniobren sin restricciones en la pesca de atún de aleta amarilla hasta alcanzar una cantidad total agregada de 8,000 toneladas americanas de atún de aleta amarilla o que maniobren en la pesca de esta especie de acuerdo con las restricciones que se consideren necesarias para limitar la pesca agregada de dichas embarcaciones a un total de 8,000 toneladas de atún de aleta amarilla; teniendo en cuenta que si la pesca agregada de esta especie determinada por el Director de Investigaciones durante la temporada de pesca (incluyendo el último viaje libre) de los barcos pesqueros de dichos países en vías de desarrollo, llegara a exceder 6,000 toneladas americanas, la asignación de 8,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla concedida a los barcos pesqueros arriba descritos de tales países, durante la temporada de veda, será reducida en la cantidad que la captura de atún aleta amarilla, capturada durante la temporada libre de pesca, sobrepase 6,000 toneladas americanas.
 - a) Las embarcaciones que disfrutarán de las asignaciones arriba mencionadas se define además como sigue:

- 1) Aquellas embarcaciones que obtuvieron una captura individual, por tonelada de capacidad, en 1973, inferior al 75% de la captura promedio por tonelada de capacidad de todos los barcos de tamaño semejante de acuerdo con las clases de la CIAT que maniobraron en el Área de la Convención en 1973, de conformidad con sus estadísticas, y
 - 2) Aquellos barcos bajo la bandera del gobierno del país en que maniobran, designados por nombre en un memorándum oficial dirigido al Director de Investigaciones.
- b) Durante la temporada de 1974, si una embarcación de un país calificado no está incluida en lo establecido en el párrafo a, inciso 1, tiene problemas como los arriba descritos o similares, ese país podrá substituir dicha embarcación por cualquiera otra que sí llene los requisitos necesarios y sea designada para el propósito de obtener ese beneficio de acuerdo con la disposición arriba descrita, notificando inmediatamente al Director de Investigaciones de la substitución y de la naturaleza del problema especial que hizo elegible al nuevo barco.
- 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 americanas.
- 10) Solo para 1974, a fin de evitar congestiones en las maniobras de desembarque y en las instalaciones de elaboración cerca de la fecha de clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la suficiente preparación, cualquier barco que complete su viaje antes de la clausura 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 de 1974, 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.

La XXX reunión de la Comisión fue celebrada en Ottawa, Ontario, Canadá el 28, 29 y 31 de octubre de 1974. Cada país miembro fue representado por uno o más delegados regulares. Además, asistieron asesores de varios de los países miembros, y observadores de Ecuador, El Salvador, la República de Corea, las Antillas holandesas, Perú y la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICCA).

La Comisión aprobó la siguiente agenda al principio de la reunión y se siguió muy de cerca durante la sesión:

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y adopción de la agenda
3. Examen de la investigación actual
4. Informe de las actividades de la CICAA
5. El año pesquero de 1974
6. Condición de la población del aleta amarilla y cuota para 1975
7. Discusión del sistema actual de la veda de pesca
8. Relación delfín-atún y problemas asociados
9. Presupuesto y programa recomendado de investigación para el año fiscal 1976-1977.
10. Sede y fecha de la próxima reunión
11. Nombramiento de funcionarios
12. Otros asuntos
13. Clausura

La Comisión adoptó las siguientes acciones:

(1) Acordó continuar con el programa experimental de pesca en 1975, con una cuota de 175,000 toneladas americanas de aleta amarilla para el área reglamentaria de la Comisión de aleta amarilla (ARCAA), pero autorizó al Director de Investigaciones que aumentara este límite en dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno, si en su opinión, esta acción no ponía en peligro la población de esta especie.

(2) Acordó que si se calculaba que el índice de la captura anual se reduciría a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, se limitaría la pesca irrestricta del aleta amarilla en el ARCAA para que no excediera la estimación actual de la producción equilibrada.

(3) Acordó que se celebraría una reunión especial de la Comisión en la Jolla, California, E.U.A. el 3 de marzo de 1975, con el fin de examinar la condición de la población del aleta amarilla.

(4) Acordó sobre el presupuesto propuesto de \$1,128,950 para el año fiscal de 1976-1977.

(5) Acordó celebrar la próxima reunión de la Comisión en Paris, Francia, del 13 al 17 de octubre de 1975.

(6) Nombró para 1975 al Sr. Robert Letaconnoux de Francia y al Sr. Gilberto Bergman Padilla de Nicaragua como presidente y secretario respectivamente, de la Comisión.

(7) Pasó la siguiente resolución para la conservación del atún aleta amarilla:

RESOLUCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

Observando que la captura de atún aleta amarilla en el Area Reglamentaria de la Comisión del Aleta Amarilla (ARCAA) durante 1974, se encontrará muy próxima a la de 1973, que fue la pesca más grande que se haya obtenido jamás de la población del aleta amarilla en esa área, y

Considerando además que las grandes capturas de 1973 y 1974 no han reducido agudamente la abundancia aparente del aleta amarilla, y

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

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

Reconociendo que el programa experimental de pesca no ha demostrado claramente que se hayan obtenido niveles de captura superiores al máximo teórico, pero que los cambios en la estructura de talla en la captura sugieren la posibilidad de reducción en la captura durante 1975, y

Habiéndose advertido que las consecuencias de la sobrepesca durante 1975 pueden incluir riesgos económicos para la industria, pero no riesgos biológicos irreparables en la población del aleta amarilla,

Concluye que es deseable continuar durante 1975 con el programa experimental de pesca del aleta amarilla, y

Considerando que la resolución de la XVI Reunión Intergubernamental sobre la Conservación del Atún Aleta Amarilla recomienda ciertas medidas administrativas a la Comisión,

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

- 1) Establecer el límite de captura anual (cuota) sobre la captura total de aleta amarilla para el año civil de 1975, en 175,000 toneladas americanas en el ARCAA definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962, siempre y cuando:
 - a) que si se prevee que el índice de captura anual se reduce a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, medido en unidades de cerqueros, ajustado a los límites de eficacia de los aparejos anteriores a 1962, según estimaciones del Director de Investigaciones, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el ARCAA será reducida a fin que no exceda el cálculo entonces vigente del equilibrio de producción y se cerrará en la fecha que fije el Director de Investigaciones.
 - b) El Director de Investigaciones puede aumentar este límite en no más de dos incrementos sucesivos, cada uno de 10,000 toneladas americanas, si de un nuevo examen de los datos disponibles, llega a la conclusión de que dicho aumento no constituye un peligro apreciable para la población.
- 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 1975, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto.
- 4) Clausurar la pesca del atún aleta amarilla en 1975, 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 pesca sin restricción, alcance 175,000, 185,000 o 195,000 toneladas americanas, si el Director de Investigaciones determina que pueden obtenerse estas cantidades menos la porción reservada para capturas incidentales en el Artículo 2 *supra* y para las asignaciones especiales estipuladas en los Artículos 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*, que pescan atún en el ARCAA después de la fecha de veda de la pesca de atún aleta amarilla, desembarcar una captura incidental de esta especie obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA en cada viaje iniciado durante dicha temporada de veda. La cantidad que se permite desembarcar a cada

embarcación como captura incidental de atún aleta amarilla será determinada por el gobierno que regula las actividades pesqueras de esas embarcaciones; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de aleta amarilla obtenidas por todas las embarcaciones de un país que tengan ese permiso, no excederá del 15 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 americanas o menos, que pescan atún en el ARCAA después de la fecha de iniciación de la veda de pesca del aleta amarilla, pescar libremente hasta que esas embarcaciones obtengan 6,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla, o pescar aleta amarilla conforme a las restricciones que pueden ser necesarias para limitar a 6,000 toneladas americanas la captura de atún aleta amarilla por esas embarcaciones; y en lo sucesivo permitir que éstas desembarquen una captura incidental de aleta amarilla obtenida en la captura de otras especies en el ARCAA en cada viaje iniciado después de haber capturado 6,000 toneladas. La cantidad que le será permitido desembarcar como pesca incidental a cada embarcación será determinada por el gobierno que regula las actividades de pesca de la misma; a condición, sin embargo, de que el agregado de las capturas incidentales de atún aleta amarilla obtenido por dichas embarcaciones de cada país con esta concesión no exceda el 15% de la captura total obtenida por tales embarcaciones durante viajes iniciados después de que se hayan capturado 6,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla.
- 7) Las especies referidas en los Artículos 2, 5 y 6 son: atún barrilete, patudo o atún ojo grande, atún de aleta azul, albacora, barrilete negro, bonito, peces espada y tiburones.
- 8) Permitir que durante la temporada de veda de 1975 los barcos de nueva construcción, pertenecientes a aquellos miembros de la Comisión que son países en vías de desarrollo y cuyas pesquerías estén en las etapas iniciales de desarrollo (es decir, aquellos cuya pesca de atún para 1970 en la Zona comprendida por la Convención, no excedió de 12,000 toneladas americanas, y cuya cifra total de pesca en 1969 no excedió 400,000 toneladas métricas), y que entraron a la pesca de atún de aleta amarilla por primera vez bajo la bandera de dicho país en la Zona comprendida por la Comisión, durante la temporada de veda de 1971, o durante 1972, y que debido a características tales como tamaño, equipo o técnicas pesqueras, presentan problemas especiales, maniobren sin restricciones en la pesca de atún de aleta amarilla hasta alcanzar una cantidad total agregada de 10,000 toneladas americanas de atún de aleta amarilla o que maniobren en la pesca de esta especie de acuerdo con las restricciones que se consideren necesarias para limitar la pesca agregada de dichas embarcaciones a un total de 10,000 toneladas de atún de aleta amarilla; teniendo en

cuenta que si la pesca agregada de esta especie determinada por el Director de Investigaciones durante la temporada de pesca (incluyendo el último viaje libre) de los barcos pesqueros de dichos países en vías de desarrollo, llegara a exceder 6,000 toneladas americanas, la asignación de 10,000 toneladas americanas de atún aleta amarilla concedida a los barcos pesqueros arriba descritos de tales países, durante la temporada de veda, será reducida en la cantidad que la captura de atún aleta amarilla, capturada durante la temporada libre de pesca, sobrepase 6,000 toneladas americanas.

- a) Las embarcaciones que disfrutarán de las asignaciones especiales arriba mencionadas se definen además como sigue:
 - 1) Aquellas embarcaciones que obtuvieron una captura individual por tonelada de capacidad, en 1974, inferior al 75% de la captura promedio por tonelada de capacidad de todos los barcos de tamaño semejante de acuerdo con las clases de la CIAT que maniobraron en el Area de la Convención en 1973, de conformidad con sus estadísticas sobre la captura por tonelada de capacidad y las ganancias brutas, publicadas en documentos de la Comisión; y
 - 2) Aquellos barcos designados por nombre en un memorándum oficial dirigido al Director de Investigaciones, de parte del gobierno del país que regule sus actividades.
 - b) Durante la temporada de 1975, si una embarcación de un país calificado no está incluida en lo establecido en el párrafo a, inciso 1, tiene problemas como los arriba descritos o similares, ese país podrá substituir dicha embarcación por cualquiera otra que sí llene los requisitos necesarios y sea designada para el propósito de obtener ese beneficio de acuerdo con la disposición arriba descrita, notificando inmediatamente al Director de Investigaciones de la substitución y de la naturaleza del problema especial que hizo elegible al nuevo barco.
- 9) 1) 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 1975, alcance las 1,000 toneladas americanas.

- 10) Solo para 1975, a fin de evitar congestiones en las maniobras de desembarque y en las instalaciones de elaboración cerca de la fecha de clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la suficiente preparación, cualquier barco que complete su viaje antes de la clausura o que se encuentre en puerto en la fecha de la clausura y haya completado un viaje en el ARCAA durante 1974, 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 de 1975, 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) Se acuerda convocar a una reunión especial de la Comisión para el primer lunes del mes de marzo de 1975 en la Jolla, California, con el fin de recibir informes del Director de Investigaciones relacionados con la composición de la captura por edades y cualquier otro asunto relacionado que considere pertinente, con el objeto de determinar si la pesca a nivel de la cuota convenida durante la reunión anual de 1974 causara daños graves a las existencias. Si el Director de Investigaciones encuentra pruebas de que las existencias pueden ser gravemente dañadas, puede sugerir las medidas de emergencia que considere necesarias para reducir la captura. Cualquier recomendación adoptada en dicha reunión especial, que la Comisión considere necesario adoptar sobre bases de emergencia, regirá en la fecha que la Comisión considere adecuada para la conservación de las existencias, pero en ningún caso será un plazo menor de 10 días a la fecha de la comunicación de estas medidas hecha por parte del Director de Investigaciones a los gobiernos miembros, a menos que, con anterioridad a la fecha en que regirán estas medidas, algún gobierno miembro comunique su desacuerdo.
- 13) 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.

COMISION DEL ATUN ADMINISTRACION

PRESUPESTO

En la 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 actual o un poco 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 año fiscal 1974-1975.

El programa recomendado de investigación, calculado en \$1,324,437, incluía un extenso programa de marcación orientado 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 llevar a cabo el programa de marcado.

El programa de austeridad de investigación, la versión aprobada por los delegados, ascendía a \$790,549, un aumento de \$51,501 sobre el presupuesto de austeridad del año fiscal de 1973-1974. El aumento era necesario para afrontar el alza de salarios decretado por el gobierno de los E.U. y los aumentos por escalafón.

En noviembre se supo que la contribución de los E.U. a la Comisión en el año fiscal 1974-1975 sería de \$709,000, estableciéndose por lo tanto el presupuesto total en \$789,947.

DECLARACION FINANCIERA

Las cuentas financieras de la Comisión fueron revisadas cuatro veces durante el año por la firma pública de contabilidad de John W. Sutliff, San Diego, California. Se enviaron copias de los informes de contabilidad al Presidente y al gobierno depositario (E.U.A.). Sigue a continuación un resumen de las cuentas de fin de año correspondientes al año fiscal de 1973-1974.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Procedencia y Disposición de Fondos
1° julio 1973 al 30 de junio 1974

CUENTA EN DOLARES (EEUU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1973	\$132,782.12*
EEUU.....	581,500.00
México.....	8,544.00

INFORME ANUAL 1974

79

Canadá.....	12,409.00
Japón.....	13,985.00
Costa Rica.....	4,199.75
Panamá.....	500.00
Francia.....	913.00
Nicaragua.....	500.00
Entradas varias.....	7,390.59
TOTAL.....	\$762,723.46

*El saldo favorable incluye \$28,970.65 de obligaciones sin pagar.

Disposición de los fondos

Adelantos		\$ 45,888.80
Gastos por proyectos		
1) Por proyectos		
A. Gastos administrativos.....	\$120,097.56	
B. Investigación de peces de carnada.....		
C. Recolección, compilación y análisis		
de las estadísticas de captura	127,144.14	
D. Biología del atún.....	233,412.41	
E. Oceanografía.....	577.80	
F. Mercado de atún.....	38,367.00	
G. Estadísticas de captura para la		
reglamentación	40,864.10	
2) Por objetivos presupuestales		
01 Sueldos.....	449,114.75	
02 Viajes	26,630.89	
03 Transporte de equipo.....	645.50	
04 Comunicaciones.....	4,495.23	
05 Renta y servicios públicos.....	1,344.00	
06 Imprenta y encuadernación	9,796.18	
07 Servicios por contrato.....	15,748.35	
08 Provisiones y materiales	8,062.85	
09 Equipo.....	6,430.42	
13 Premios (recaptura de marcas).....	1,124.00	
15 Contribuciones al Seguro Social EEUU.....	19,286.53	
16 Seguro de vida.....	1,146.34	
17 Contribución al plan de retiro	3,966.11	
18 Seguro por incapacidad de trabajo	1,396.36	
19 Contribución al seguro médico	5,803.44	
21 Seguro de indemnización.....	3,444.18	
22 Seguro de desempleo.....	2,162.27	
23 Seguro del estado de California por incapacidad	- 134.29	\$560,463.01
Compra de soles (operaciones en el Perú).....		9,000.00
Compra de sures (operaciones en Ecuador).....		8,500.00
Efectivo en el banco	\$136,961.12	
En efectivo	150.00	
	137,111.12	
Menos reservas		
Combinación de seguros.....	- 647.59	
Pensión	- 687.94	
	- 1,335.53	\$138,446.65
Depósitos		425.00
TOTAL.....		\$762,723.46

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

Saldo favorable 1 de julio, 1973	Ø637.21
Efectivo en el banco	<u>Ø637.21</u>
TOTAL.....	Ø637.21

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

Saldo favorable 1 de julio, 1973	S/. 19,431.85
Compra de sucres con dólares	<u>210,675.00</u>
TOTAL.....	230,106.85

Disposición de los fondos

Adelantos	12,400.00
Gastos del proyecto	
1) Por proyecto	
G. Recolección de las estadísticas	
de captura para la reglamen-	
tación	S/. 98,838.68
2) Por objetivos presupuestales	
01 Sueldos	97,294.43
02 Viajes.....	1,534.25
07 Servicios por contrato	<u>10.00</u>
	98,838.68
Efectivo en el banco	<u>118,868.17</u>
TOTAL.....	230,106.85

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

Saldo favorable 1 de julio 1973	S/o. 79,149.86
Compra de soles con dólares	<u>390,420.00</u>
TOTAL.....	S/o.469,569.86

Disposición de los fondos

Adelantos	S/o. 15,600.00
Gastos del proyecto	
1) Por proyectos	
G. Recolección de las estadísticas	
de captura para la reglamen-	
tación	S/o.363,551.14
2) Por objetivos presupuestales	
01 Sueldos	274,574.00
02 Viajes.....	40,571.84
04 Comunicaciones	1,894.67
05 Renta y servicios públicos	25,500.00
06 Imprenta y encuadernación.....	120.00
07 Servicios por contrato	1,884.55
08 Provisiones y materiales.....	1,283.00
15 Contribución al seguro social.....	<u>17,723.08</u>
	363,551.14
Efectivo en el banco	<u>90,418.72</u>
TOTAL.....	S/o.469,569.86

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Durante la existencia de la Comisión sus investigadores han tenido una estrecha relación de trabajo con un número de entidades internacionales, nacionales e intranacionales a través del mundo. Esto es especialmente esencial debido a la distribución internacional de los recursos atuneros y a la naturaleza internacional de las pesquerías. Esta colaboración entre entidades afines es además necesaria si los investigadores desean mantenerse al frente del rápido desarrollo que está ocurriendo en la ciencia pesquera y en la oceanografía. Se mencionan más adelante unas pocas labores del personal relativas a estos puntos.

La relación muy cordial y productiva que ha existido entre la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico y esta Comisión, continuó durante 1974. Como resultado de esta colaboración se han obtenido beneficios mutuos en intercambio de ideas e información.

La estrecha relación profesional que se ha desarrollado en el pasado con la Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada, México, se mantuvo durante 1974. Los investigadores continuaron ofreciendo durante el año a los estudiantes y a la facultad de la universidad una serie de seminarios sobre biología pesquera, dinámica poblacional, matemáticas y oceanografía, y se continuará en 1975.

Prácticamente toda la investigación oceanográfica de la Comisión se lleva a cabo en colaboración con otros organismos. Entre los trabajos realizados se pueden mencionar especialmente el del estudio de la productividad primaria en el Golfo de Guayaquil y cerca a éste, que fue subvencionado por la Organización de los Estados Americanos y llevado a cabo por el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, la escuela de Oceanografía de la Universidad del Estado de Oregon y la Comisión, y el de los programas de los Análisis de los Ecosistemas del Afloresamiento Costero, MESCAL 2, frente a la costa occidental de Baja California, y JOINT 1, frente a la costa noroeste del África. Estos se encuentran descritos detalladamente en los capítulos de investigación de este informe anual y en el de 1973.

Se continuó durante 1974 la estrecha relación de trabajo entre los científicos del Fisheries Agency de Japón y la Comisión. En mayo regresó a la Jolla uno de los investigadores de la Comisión, después de haber permanecido cerca de un año trabajando en el Far Seas Fisheries Research Laboratory de Shimizu, Japón, y en noviembre uno de los investigadores de ese laboratorio llegó a la Jolla donde se quedará aproximadamente un año trabajando en las oficinas principales de la Comisión. Estos dos científicos están estudiando extensamente la pesca del aleta amarilla del Pacífico, especialmente la interacción que existe entre las artes palangreras y las pelágicas.

Las oficinas principales de la Comisión se encuentran en los terrenos de Scripps Institution of Oceanography en la Jolla, California. Este es uno de los centros principales del mundo en cuanto a ciencias marinas, siendo la casa

madre de muchas oficinas federales y estatales, implicadas en la pesca, oceanografía y ciencias subordinadas. Esto ofrece una excelente oportunidad al personal científico de la Comisión para mantener en el área una frecuente comunicación con los investigadores de muchos organismos. Estos vínculos han resultado en un intercambio mutuo de información e ideas, aportando un medio productivo en la realización de las investigaciones de la Comisión.

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

OFICINAS REGIONALES

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

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

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

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

El personal de la Comisión en Manta, Ecuador se aumentó en 1974 con otra persona. La industria apreciable, atunera, en el Ecuador se encuentra centralizada en Manta, y los otros dos puertos principales, Salinas y Guayaquil, se encuentran a una distancia conveniente de ese puerto. El único miembro del personal que estaba estacionado en Manta desde mediados del decenio de 1960, ha concentrado su esfuerzo principalmente en la recolección de datos estadísticos de captura, pero con otra persona allí es posible dedicar más esfuerzo a tales labores como es el marcado, la obtención de muestras sanguíneas y morfométricas y al estudio de los peces de carnado.

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

PUBLICACIONES E INFORMES

La pronta y completa publicación de los resultados de investigación es uno de los elementos más importantes del programa científico de la Comisión. Por este medio los gobiernos miembros, la comunidad científica y el público en general se encuentran corrientemente informados de los hallazgos científicos de los investigadores de la Comisión. La publicación de los datos básicos, métodos de análisis y las conclusiones obtenidas, ofrecen la oportunidad para que sean revisados críticamente por otros investigadores, afirmando así la validez de los resultados alcanzados por el personal científico de la Comisión, despertando al mismo tiempo el interés de otros científicos en dicha investigación.

La Comisión publica las investigaciones del personal científico y de otros colaboradores en su serie de boletines. Durante 1974, se editaron tres publicaciones en esta serie, en inglés y español.

Boletín, Volumen 16, Número 1—Migraciones del atún aleta amarilla marcado frente a la costa meridional de México en 1960 y 1969, *por* William H. Bayliff y Brian J. Rothschild.

Boletín, Volumen 16, Número 2—Un examen de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el Océano Pacífico oriental, 1967-1970, *por* Chiomi Shingu, Patrick K. Tomlinson y Clifford L. Peterson.

Boletín, Volumen 16, Número 3—TUNPØP, un modelo computador de simulación de la población del atún de aleta amarilla y de la pesca atunera epipelágica del Océano Pacífico oriental, *por* Robert C. Francis.

Otro informe interno fue preparado por la Comisión en 1974:

Informe Interno, Número 8—Further estimates of the rates of mortality of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *por* William H. Bayliff.

Además de estos boletines y del informe interno, se publicaron 15 estudios de los investigadores en otras revistas:

- 133.* Joseph, James. 1973. Review of "The Fish Resources of the Ocean" compiled and edited by J. A. Gulland, Fishing News Ltd., 1971. Amer. Fish. Soc., Trans., 102 (2):500-501.
- 134* Peterson, C. L., W. L. Klawe, and G. D. Sharp. 1973. Mercury in tunas: a review. U.S., Fish. Bull., 71(3):603-613.
135. Joseph, James. 1974. Scientific management of the world stocks of tunas, billfishes, and related species. Fish. Res. Bd. Canada, Jour., 30(12):2471-2482.
136. Joseph, James. 1974. Management of tuna fisheries, past, present and future. The Fishermen's News—Pacific Fisheries Review. 30(3):33-35, 37, 39-41, 43, 49.

*Se omitió inadvertidamente en el Informe Anual de la Comisión de 1973.

137. Stevenson, Merritt, Richard Garvine, and Bruce Wyatt. 1974. Drogue measurements and related hydrography: August 7-11 and August 23-26, 1972 [in English and Spanish]. Univ. of Wash., CUEA Tech. Rep., 5, Univ. of Wash. Ref. M74-9:58 pp.
138. Stevenson, Merritt R., Richard W. Garvine, and Bruce Wyatt. 1974. Lagrangian measurements in a coastal upwelling zone off Oregon. *Jour. Phys. Ocean.*, 4(3):321-336.
139. Stevenson, Merritt. 1974. Measurements of currents in a coastal upwelling zone with parachute drogues. *Exposure*. 2(3):8-11.
140. Stevenson, Merritt R., Forrest R. Miller, and Robert W. Wagner. 1974. Design of an inexpensive programmable antenna tracking system. SPOC Tech. Rep. Grant No. 04-4-158-28. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., La Jolla: 18 pp.
141. Stevenson, Merritt R., and Forrest R. Miller. 1974. Application of satellite data to study oceanic fronts in the eastern Pacific. SPOC Final Rep. Grant No. 04-3-158-59. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., La Jolla:111 pp.
142. Joseph, James, and Witold L. Klawe. 1974. The living pelagic resources of the Americas. *Ocean Devel. International Law Jour.* 2(1):37-64. (Note: This paper was presented at the Inter-American meeting on "Science and Man in the Americas" in 1973 at Mexico City).
143. Joseph, James, Witold L. Klawe, and Craig J. Orange. 1974. A review of the longline fishery for billfishes in the eastern Pacific Ocean. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-675: 309-331.
144. Matsumoto, V.M., E. Kh. Al'strom, S. Dzhons, V.L. Klawe, V. Dzh. Richards, and S. Ueianagi [Matsumoto, W. M., E. H. Ahlstrom, S. Jones, W. L. Klawe, W. J. Richards, and S. Ueyanagi]. 1973. K voprosu ob identifikatsii lichinok tuntsov, v chastnosti roda *Thunnus* [On the problem of larval tuna identification particularly in the genus *Thunnus*]. *Trudy AtlantNIRO*, 53:12-33 [in Russian].
145. Francis, Robert C. 1974. Relationship of fishing mortality to natural mortality at the level of maximum sustainable yield under the logistic production model. *Fish. Res. Bd. Canada, Jour.*, 31(9):1539-1542.
146. Joseph, J., and M. R. Stevenson. 1974. A review of some possible uses of remote sensing techniques in fishery research and commercial fisheries. *In COSPAR: approaches to earth survey problems through use of space techniques*. Akademie-Verlag, Berlin:75-100.
147. Joseph, James, and T. P. Chen (editors). 1974. Report of the U.S.-China cooperative science program workshop on marine biology and fisheries. National Science Council, ROC, and National Science Foundation, USA:51 pp.

LA PESCA EN 1974

RESUMEN

Las embarcaciones de 13 naciones (Bermuda, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Francia, Japón, México, las Antillas holandesas, Panamá, Perú, España y los E.U.A.) pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1974. Estos barcos capturaron principalmente atún aleta amarilla y barrilete, junto con algunas pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales en orden de importancia de las artes usadas en las capturas, fueron redes de cerco, caña y sedal, y las artes palangreras.

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

En la XXI reunión, celebrada en marzo de 1969, la Comisión puso en vigor un programa experimental de pesca, concebido para averiguar empíricamente el promedio de la producción máxima continuada del aleta amarilla en el ARCAA. El programa experimental establecía capturas anuales de 120,000 toneladas americanas* de aleta amarilla para ser capturadas en 1969, 1970 y 1971. Basados en el progreso aparentemente positivo de los 3 años del programa experimental, la Comisión lo continuó durante 1972 y 1973. Se estableció una cuota de 120,000 toneladas en 1972 con una estipulación de aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno. En 1973, la cuota se aumentó a 130,000 toneladas, con tres incrementos de 10,000 toneladas cada uno, pero éstos no se hicieron efectivos.

En la XXIX reunión, celebrada en noviembre de 1973, la Comisión expresó de nuevo el deseo de continuar con el programa experimental de pesca. Estableció una cuota de 175,000 toneladas de aleta amarilla, estipulando que esta cantidad podía aumentarse mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno si tal acción no ofrecía peligro substancial para la población. La Comisión estableció nuevamente una concesión especial de 6,000 toneladas para las embarcaciones pequeñas, una captura incidental del 15% y una concesión de 8,000 toneladas para embarcaciones recientemente construídas de países con ciertos problemas especiales, conforme se describe en la resolución para la conservación del atún aleta amarilla.

Desde 1965 hasta 1973, la capacidad de la flota internacional que pesca atún en el ARCAA aumentó de 47,000 a 138,000 toneladas, y a fines de 1974, había alcanzado 153,000 toneladas. Durante 1974, la flota capturó 189,450 toneladas

*Todo el tonelaje al que se refiere en este informe es en toneladas americanas, a no ser que se anote lo contrario.

de aleta amarilla y 84,100 toneladas de barrilete en el ARCAA. La captura de aleta amarilla fue la más grande obtenida en la historia de pesca en el ARCAA. La captura de barrilete en 1974 fue unas 36,700 toneladas superior a la de 1973, y aproximadamente 17,000 toneladas superior al promedio de captura de los cinco años anteriores. Además de la captura en el ARCAA, las embarcaciones de cerco que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W obtuvieron 41,700 toneladas de aleta amarilla, 2,850 toneladas de barrilete y 20 toneladas de patudo. También en 1974, unos 24 barcos que participaron en la pesca del ARCAA pescaron en el Océano Atlántico oriental y capturaron 7,265 toneladas de aleta amarilla, 20,182 toneladas de barrilete y 831 toneladas de patudo.

Conforme lo estipula la resolución de la Comisión, la pesca sin restricción de aleta amarilla en el ARCAA se termina en la época en que la cantidad capturada de esta especie, más la captura esperada de las embarcaciones que se encuentran en puerto o en el mar con permiso de pescar sin restricción, alcance la cuota del año menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las concesiones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construidos. La fecha de clausura durante 1974 fue vigente a las 0001 horas del 18 de marzo. Las fechas correspondientes de los años anteriores fueron: 15 de setiembre 1966, 24 de junio 1967, 18 de junio 1968, 16 de abril 1969, 23 de marzo 1970, 9 de abril 1971, 5 de marzo 1972 y 8 de marzo 1973.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958 a 1974 se presentan en la Tabla 1 y la Figura 2. La estimación preliminar de captura del aleta amarilla en 1974 es 378.9 millones de libras (189,451 toneladas), que es la captura más alta que se haya logrado en el ARCAA. Esta captura es 19.5 millones de libras superior a la de 1973 y 93.0 millones de libras superior al promedio anual de captura de los 5 años anteriores. Incluida en este captura se encuentran 6.9 millones de libras (3,471 toneladas) capturadas en el área experimental de pesca E1 (Figura 1) durante viajes reglamentados, y 80 toneladas durante viajes sin reglamentar. La estimación preliminar de la captura de barrilete en 1974 en el ARCAA es 168.2 millones de libras (84,124 toneladas) que es aproximadamente 73.4 millones de libras superior a la captura de 1973 y 41.6 millones de libras sobre el promedio de captura de los cinco años anteriores. La captura de barrilete en 1974 en el ARCAA incluye 1.5 millones de libras (733 toneladas) capturadas en el área E1 durante viajes reglamentados y 20 toneladas durante viajes sin reglamentar. La captura combinada de aleta amarilla y barrilete durante 1974 fue 547.1 millones de libras (273,575 toneladas). Esto son 92.9 millones de libras más que la captura de 1973 y 134.6 millones de libras superior al promedio de captura de las especies combinadas de los 5 años anteriores.

Las flotas de cerqueros que maniobraron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W durante 1974 capturaron 83.4 millones de libras (41,686 toneladas) de aleta amarilla y 5.7 millones de libras (2,848 toneladas) de barrilete. Los

cerqueros de bandera estadounidense (sin incluir las capturas de embarcaciones palangreras) capturaron un 99.6 por ciento de los atunes capturados en esta área. Las capturas de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA por bandera, en términos de porcentaje de la captura total durante 1974, fueron las siguientes:

Bandera	Aleta Amarilla	Barrilete
Canadá	4.7	5.6
Ecuador	5.2	10.0
Japón	0.5	0.4
México	9.3	5.0
Panamá	4.3	5.5
Perú	0.9	1.2
E.U.A.	68.0	60.3
Bermuda, Costa Rica, Francia, Antillas holandesas y España	7.1	12.0

Las áreas de 1° en el ARCAA y fuera de ésta en las que pescaron las embarcaciones de cerco durante 1974 se presentan en las Figuras 3 y 4. La Figura 3 presenta las áreas de producción de aleta amarilla en el ARCAA durante viajes sin reglamentar, en el área E1 durante viajes tanto sin reglamentar como reglamentados, y todo el año pesquero fuera del ARCAA. Las áreas principales de captura de aleta amarilla en el ARCAA durante 1974 fueron frente a la América Central y en el Golfo de California. Las capturas registradas en las áreas más productivas de 1°, indicadas mediante un sombreado sólido en la Figura 3, fueron 64,993 toneladas de aleta amarilla y 29,294 toneladas de barrilete. Esto es cerca del 34% de la captura total de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA. El área de 1° en la que se ha registrado la captura más grande de especies combinadas (4,176 toneladas) es la 0-10-085-03, unas 80 millas al oeste del Cabo Velas en Costa Rica. Las embarcaciones que pescaron al oeste del ARCAA obtuvieron sus principales capturas entre los 8°N y 11°N, 133°W y 141°W. La captura entre los 120°N y 125°W fue considerablemente reducida con respecto a los años anteriores.

En la Figura 4 se presentan las capturas de barrilete obtenidas por cerqueros durante los mismos viajes descritos para el aleta amarilla en 1974. La producción más grande de barrilete se obtuvo entre los 4°N y 13°N en unas 600 millas de la costa. Durante 1974 se capturó barrilete fuera de la costa más lejos de lo común. La producción en la región Perú-Ecuador fue pobre durante la mayor parte de 1974, pero durante los dos últimos meses del año la captura aumentó en esta área. La captura registrada de barrilete al oeste del ARCAA es pobre, como en años anteriores, pero los peces que se capturaron fueron obtenidos más lejos al oeste entre los 8°N y 10°N, los 130°W y los 143°W. Una gran parte del barrilete obtenido en esta área fue capturado en cardúmenes con troncos flotantes.

Los desembarques (la cantidad desembarcada de atún durante el año civil omitiendo el año de captura) de aleta amarilla y barrilete provenientes del ARCAA durante 1945 a 1974 se presentan en la Tabla 1. La estimación preliminar de los desembarques de 1974 es 376.0 millones de libras (187,988 toneladas)

de aleta amarilla y 164.4 millones de libras (82,182 toneladas) de barrilete. Durante 1974 la cantidad de atún capturada en un año civil y entregada el próximo año fue nuevamente pequeña, ya que la mayoría de las embarcaciones zarpan con las bodegas vacías al comenzar la temporada de pesca sin restricción, que empieza el 1 de enero.

Durante 1974 se desembarcó en 14 países aleta amarilla y barrilete capturado en el ARCAA. El país de desembarque es el país donde el barco pesquero descarga los peces o el país que recibe atunes trasbordados por un barco frigorífico u otra clase de transportador después de haber sido descargados en cualquier otro lugar por la embarcación pesquera. Los desembarques de aleta amarilla y barrilete por país de desembarque, en términos de porcentaje de todos los desembarques durante 1974, fueron los siguientes:

País de desembarque	Aleta amarilla	Barrilete
Ecuador	5.6	10.7
Japón	0.4	0.0
México	8.1	3.8
Perú	2.7	3.0
E.U.A.	73.0	71.2
Canadá, Colombia, Costa Rica, Francia, Italia, Panamá, España, Venezuela y Yugoslavia	10.2	11.3

La captura de patudo por la flota pesquera epipelágica durante 1974 se estima que haya sido de unas 934 toneladas en el ARCAA y unas 20 toneladas al oeste del ARCAA. La mayoría de patudo fue obtenida por embarcaciones que pescaron en el área del Golfo de Guayaquil.

LA FLOTA ATUNERA DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

La Comisión mantiene archivos sobre las artes, banderas y capacidad de acarreo atunero de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el ARCAA. No se tienen registros de embarcaciones individuales palangreras que maniobran en el ARCAA, ni de canoas y otras embarcaciones pequeñas que maniobran en algunos de los países sudamericanos y de la América Central.

Las embarcaciones que tenemos registradas se agrupan por clase de arqueo, basada en su capacidad de acarreo de atunes en la forma siguiente: clase 1, 0-50 toneladas; clase 2, 51-100 toneladas; clase-3, 101-200 toneladas; clase 4, 201-300 toneladas; clase 5, 301-400 toneladas y clase 6, 401 toneladas o más. Los registros de desembarque de cada barco se examinan anualmente y cuando es necesario se investiga la capacidad de acarreo. Las embarcaciones nuevas se clasifican de acuerdo a la información recibida del propietario o armador. Para los pequeños barcos de carnada o bolicheras ecuatorianas que hacen viajes diarios se usa la capacidad declarada por el propietario o capitán; si no se obtiene esta información se le asigna al barco una capacidad de 25 toneladas.

Las embarcaciones que se van a pique o se retiran de la pesca en el ARCAA después de realizar uno o más desembarques, se incluyen en los registros de la flota de ese año. Las que cambian de bandera se enumeran bajo el nuevo pabellón si han realizado por lo menos un viaje durante ese año bajo ese pabellón. Las nuevas embarcaciones que pescaron solamente en otras áreas que no fueran en el ARCAA, pero que se esperaba pescaran en el futuro en el ARCAA, no se incluyen durante el primer año en la flota del ARCAA.

El número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el ARCAA durante 1965-1974 fueron:

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

Para 1974, se presenta en la Tabla 3 la flota internacional atunera del ARCAA por bandera, arte y arqueo. Durante 1974, maniobraron embarcaciones de 13 naciones en el ARCAA (las 12 indicadas en la tabla más Colombia, cuya flota consiste en barcos pequeños que hacen viajes diarios y los cuales no están registrados). Hay un país menos (Venezuela) de los que maniobraron en el ARCAA en 1973. La flota de 1974, en términos de capacidad, estaba formada de 94.6% cerqueros, 5.2% embarcaciones de carnada y 0.2% embarcaciones con curricán y bolicheras. En términos de número de barcos, los cerqueros formaron el 63.1%, los de carnada 33.6%, las embarcaciones con curricán y bolicheras el 3.3%. La capacidad de la flota en 1974 aumentó en 14,466 toneladas o sea el 10.5% sobre 1973. Este es un aumento substancial en la capacidad, pero el aumento más pequeño desde 1970. El desarrollo en la capacidad de la flota proseguirá en 1975, ya que se encuentran varios cerqueros nuevos, listos o casi listos para comenzar la pesca, y se están construyendo muchos más en los astilleros de varias partes del mundo.

INVESTIGACION EN 1974

ABUNDANCIA DE ATUNES Y RESULTADOS DE PESCA

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 aleta amarilla y barrilete. La CPDNP se calcula según la información de captura y esfuerzo obtenida de los cuadernos de bitácora de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La CPDNP se encuentra influenciada hasta cierto

punto por los cambios temporales y espaciales en la disponibilidad y capturabilidad de los peces, como también debido a la variabilidad en el comportamiento de los pescadores; sin embargo, sirve como un buen índice razonable de la abundancia aparente. Desde 1960, la mayor parte del aleta amarilla y, desde 1961, la mayor parte del barrilete han sido capturadas por embarcaciones con cerco; por lo consiguiente, la CPDNP de los cerqueros es el índice principal empleado para examinar las tendencias de la abundancia relativa aparente.

La CPDNP de atún aleta amarilla y barrilete, se presentan mensualmente en el ARCAA desde 1960 a 1974 en las Figuras 5 y 6. Los índices se normalizan por días de pesca a la clase 3 de cerqueros.

CPDNP de atún aleta amarilla

Desde 1960 a 1965 no hubo limitación en la pesca de atún aleta amarilla. En 1966 cuando se pusieron en vigor las medidas reglamentarias se emplearon solamente los datos de viajes sin reglamentar para calcular la CPDNP, y desde 1962 se ha ajustado la CPDNP con relación a los cambios en la porción de lances positivos. Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales.

A principios de 1960 la CPDNP de atún aleta amarilla fue la más alta con respecto al período de años indicado. Después de una fuerte presión de pesca, declinó fuertemente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962, cuando alcanzó el punto más bajo jamás registrado. La CPDNP permaneció baja en 1963, pero la captura de barrilete fue alta y la captura de aleta amarilla fue inferior a la captura equilibrada. Como resultado aumentó aparentemente el volumen de población, como lo refleja el aumento en la CPDNP a principios de 1964. En el último semestre de 1964 la CPDNP se redujo a un nivel que no fue muy superior al de mediados de 1963 y permaneció aproximadamente a este nivel hasta 1965. En 1966, el primer año de reglamentación, la CPDNP empezó a aumentar y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968. Sin embargo, la CPDNP no alcanzó el nivel de principios de 1960. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP permaneció más o menos constante a un nivel elevado; a esto siguió una reducción aguda en 1971. En 1972 la CPDNP aumentó fuertemente sobre la del año anterior y permaneció aproximadamente al nivel de 1968-1970 durante los 4 primeros meses del año. En 1973 la CPDNP principió a un nivel bajo, pero aumentó fuertemente en marzo y abril, y permaneció alta en mayo. En 1974 la CPDNP disminuyó de enero a abril y aumentó fuertemente en mayo. A esto siguió la reducción común de mediados de año. La CPDNP sobre una base anual en 1974 se sitúa en un punto medio entre la de 1971 y 1973.

No se dispone en años recientes de los datos para calcular la CPDNP en la última parte del año, ya que se encuentran muy pocas embarcaciones en esa época en viajes sin reglamentar. La primera parte del año es la temporada en la que hay más abundancia de atún aleta amarilla, según puede verse en la CPDNP de 1960 a 1965 en la Figura 5. Consecuentemente, es muy probable que se sobreestima la abundancia anual en los años reglamentados si se compara con la de los años sin reglamentación. Con el fin de examinar esto, se ha calculado la

CPDNP de los 4 primeros meses de cada año; éstos se presentan en la Figura 5 mediante líneas horizontales a puntos. Los valores de enero a abril de la CPDNP son substancialmente superiores a los de la CPDNP anual de los años sin restricción, 1960-1965. En los años reglamentados las dos medidas de la CPDNP son mucho más parecidas, y en 1969, 1973 y 1974 los valores anuales son ligeramente superiores a los valores de enero-abril. Los cuatro primeros meses y la CPDNP anual demuestran las mismas tendencias sobre el período de 15 años.

CPDNP de barrilete

La CPDNP mensual del barrilete se indica en la Figura 6 desde 1960 a 1974. Para calcular el índice, se han combinado desde 1966 los datos de viajes reglamentados y sin reglamentar. Las estimaciones anuales de la CPDNP se encuentran representadas mediante líneas sólidas horizontales.

La CPDNP de barrilete es típicamente baja durante la primera parte del año; los valores más altos aparecen a mediados del año, y la CPDNP declina comúnmente hacia fines del año. La CPDNP de barrilete, sobre una base anual, ha sido más alta en 1963, 1967 y 1971. En 1972 la CPDNP anual del barrilete se redujo al punto más bajo desde 1960, y en 1973 la CPDNP fue solo ligeramente superior. En 1974 la CPDNP fue baja en los dos primeros meses del año, aumentó fuertemente en marzo y alcanzó el ápice en abril. La CPDNP se redujo luego fuertemente y alcanzó el punto más bajo del año en agosto, después de lo cual aumentó nuevamente a fines del año. La CPDNP de 1974 sobre una base anual es ligeramente inferior al promedio de 1960-1973. Tanto en 1973 como 1974 la mejor pesca de barrilete se obtuvo frente a la América Central, mientras que históricamente el área más productiva ha sido la del Golfo de Guayaquil—escollera de Guayaquil.

Indices de la biomasa según observaciones de embarcaciones cerqueras

Entre 1960 y 1971 la eficacia de la flota atunera del Océano Pacífico oriental ha aumentado en los siguientes aspectos: (1) aumento en la capacidad de búsqueda de las embarcaciones de la clase 6 y, en menor grado de la clase 3, debido al aumento en la velocidad de crucero; (2) aumento en las embarcaciones de todas las clases en la probabilidad de capturar cardúmenes atisbados, especialmente de peces asociados con delfines; (3) disminución del tiempo necesario para halar a bordo grandes capturas de las embarcaciones de todas las clases de arqueo y (4) aumento en las proporciones capturadas de cardúmenes en caladas positivas por embarcaciones de la clase 6 con relación a otras clases de arqueo.

Se ha concebido una representación matemática de la pesca con cerco que divide las actividades de pesca de un barco durante un día de pesca en maniobras de búsqueda y caladas. El modelo puede pronosticar los cambios esperados en los resultados de pesca producidos por los cambios en la eficacia de las embarcaciones en las maniobras de búsqueda y calada. Además, el modelo permite ajustar la captura por día de pesca a un índice de la biomasa de la población que no se encuentre influido por los cambios en la eficacia.

El ajuste de los índices (tasas) de captura se llevó a cabo al aplicar el modelo cerquero a la información de pesca de los estratos de áreas de 5 grados y mes para calcular los índices de la biomasa que eran independientes de la eficacia de las embarcaciones. Los estratos de los que se tenía suficiente información para usar el modelo directamente, formaron muestras substanciales del número total anual de tales estratos en los que hubo pesca. Por medio de los métodos de regresión se relacionaron los índices corregidos de la biomasa a las capturas por día sin ajustar de cada clase de arqueo en cada año. Usando estas relaciones derivadas, fue posible ajustar toda la información de la captura observada por día de estratos de área de 5 grados y mes relativa a los índices corregidos de la biomasa.

Habiendo realizado los cálculos precedentes, se examinaron los índices de la biomasa en las regiones históricas de pesca del aleta amarilla y barrilete durante el período de 1960 a 1972. Se calcularon repetidamente los índices de la abundancia, usando información de cerqueros de las clases de arqueo 3, 4, 5 y 6, 4, 5 y 6 y finalmente solo 5 y 6. Se suprimieron las clases más pequeñas de arqueo del análisis con el fin de determinar qué consecuencias tienen las violaciones sospechadas de las hipótesis requeridas, de manera que los índices ajustados de captura de diferentes clases de arqueo de los barcos fueran comparables. Los índices de la biomasa derivados al usar la información de las combinaciones de las clases de arqueo estaban bien de acuerdo, especialmente respecto al aleta amarilla. El promedio de la biomasa anual de la población de aleta amarilla fue el más alto en 1960, declinó rápidamente en los dos años siguientes y permaneció a un nivel bajo hasta que empezó a recobrase en 1966. Alcanzó su máximo en 1968 y luego siguió declinando hasta 1974.

Los índices de la biomasa del aleta amarilla de este estudio y los índices de la captura por día usados históricamente por la Comisión del Atún se compararon respecto a 1960-1974 en la región del Océano Pacífico oriental donde se realizaba la pesca antes de que ocurriera la expansión fuera de la costa, que tuvo lugar a mediados del decenio de 1960. Las dos series están razonablemente de acuerdo, aunque son evidentes diferencias cronológicas. Una razón por las discrepancias entre los dos índices parece ser las diferencias de un año a otro en el grado en que la flota pudo concentrarse en las áreas de mayor abundancia aparente de aleta amarilla, junto con el hecho de que el índice de la captura por día es ponderado según el esfuerzo, y el índice de la biomasa no lo es. Además, el índice de la biomasa incluye medidas para substraer el tiempo gastado en las caladas de los días de pesca, y para hacer ajustes con el fin de compensar los cambios en la velocidad de crucero del barco en las áreas exploradas, mientras que el índice de la captura por día no los tiene.

La abundancia de barrilete fue clasificada en tres subáreas. En el área del norte el promedio de abundancia pareció aumentar durante la primera parte de la serie de años, y luego fluctuó a un nivel generalmente bajo. En la región del sur, el barrilete pareció indicar una reducción general en el promedio de la biomasa anual en toda la serie, interrumpida por aumentos principales en 1963 y 1967. La región central tuvo una abundancia baja de barrilete en todos los

años. La magnitud de las migraciones de barrilete de la región central del Pacífico a la oriental se considera actualmente independiente del nivel de explotación.

En 1975 se publicará un informe sobre estos estudios.

Captura y ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA), la ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo (GBPTCA) y el promedio de la ganancia bruta por barco, son los índices que se usan para examinar cronológicamente las tendencias de la eficacia económica, de las diferentes clases de arqueos de las embarcaciones. Los métodos de cálculo de estos índices fueron descritos en el informe anual de la Comisión de 1973. Con el fin de compendiar brevemente, la CPTCA de una especie por una clase de arqueo es la captura de esa especie por todas las embarcaciones, en todas las áreas de pesca y todos los estados legales de reglamentación, dividida por las toneladas de capacidad correspondiente a todas las embarcaciones. La CPTCA de cada especie se multiplica por el precio de desembarque de esa especie en el muelle, y se suman las varias especies con el fin de obtener la GBPTCA. La GBPTCA se multiplica, a la vez, por el promedio del tonelaje de cada barco de la clase de arqueo con el fin de obtener el promedio de la ganancia bruta por barco. Las embarcaciones usadas en este estudio fueron cerqueros basados en California y Puerto Rico. Las embarcaciones se han agrupado por clase de arqueo como sigue: clase 3, 101-200 toneladas; clase 4, 201-300 toneladas; clase 5, 301-400 toneladas; clase 6, 401-600 toneladas; clase 7, 601-800 toneladas; clase 8, 801-1000 toneladas; clase 9, 1001-1200 toneladas; clase 10, 1201 toneladas y más.

La CPTCA, la GBPTCA y el promedio de la ganancia bruta por barco se indican en la Tabla 5 para 1963-1974. En general, la CPTCA es superior en las clases de arqueo más pequeñas; en todo el período de 1963-1974, menos en tres años la clase 3 ha tenido la CPTCA más alta que cualquiera de las otras clases de arqueo. En 1974 la CPTCA de las clases 3, 4 y 5 aumentó sobre la del año anterior, mientras que la CPTCA de las clases de arqueo más grandes, declinó con excepción de la clase 9. La CPTCA de todas las clases de arqueo combinadas se ha reducido constantemente desde 1967. La GBPTCA aumentó en 1974 en todas las clases de arqueo menos la clase 8.

En general, el promedio de la ganancia bruta por barco aumenta con la capacidad del barco hasta la clase 8. En la mayoría de los años esta clase de arqueo ha tenido un promedio de ganancia bruta por barco casi igual o ligeramente inferior al de la clase 7. Se puede decir lo mismo para la clase 9 hasta 1973. En 1973 y 1974 el promedio de la ganancia bruta de la clase 9 fue solamente secundario con respecto al de la clase 10 que ha sido el más alto de todas las clases de arqueo en cada año que estos barcos han pescado.

Reorganización del sistema de datos de la captura y el esfuerzo

Durante 1973, los investigadores de la Comisión comenzaron a actualizar el

sistema de la recolección de datos y el manejo de las estadísticas de captura y esfuerzo de las embarcaciones que pescan en el Océano Pacífico oriental. El propósito del nuevo sistema es formar un banco de cómputo que contenga todos los datos obtenidos en los barcos de la flota, el esfuerzo gastado y la captura obtenida por esa flota. Este banco de datos puede entonces usarse para calcular más eficazmente las estadísticas básicas de captura y del esfuerzo de pesca.

Durante 1973 se desarrolló este sistema para incluir las características de cada barco en la flota (país de matrícula, capacidad, tipo de arte, etc.) y el peso de los peces desembarcados en cada viaje de cada barco. Durante 1974 se amplió este sistema para incluir las capturas estimadas de las embarcaciones que estaban en el mar y las capturas estimadas de las que regresaban a puerto o se encontraban ya allí, pero que no habían aún descargado. Se escribió un programa de cómputo para obtener la información del banco de datos con el fin de estimar las capturas semanales acumulativas en el ARCAA, al oeste del ARCAA y en el Océano Atlántico. Las capturas al oeste del ARCAA y en el Atlántico se estimaron solamente para aquellos barcos que se consideran forman parte de la flota epipelágica del Pacífico oriental. Las estimaciones de captura semanales obtenidas por este método se compararon con las estimaciones calculadas por métodos menos sofisticados empleados desde principios del decenio de 1960. Durante 1974 las dos series de cifras semanales se encontraban muy paralelas, así que al comenzar con el primer informe semanal de 1975, se empleará el sistema computarizado para los informes, y el sistema antiguo se usará solo como comprobación.

A fines de 1974 se estaba planeando incluir en el sistema las actividades diarias de las embarcaciones obtenidas en los registros de bitácora. Se cree que al incluir las actividades diarias, las estadísticas de captura, esfuerzo, captura por calada y caladas positivas serán más eficaces.

Estudios computadores de simulación

En 1974 se empleó el modelo computador de simulación TUNPØP (basado en la edad de los peces) de la población del aleta amarilla y la pesca epipelágica en el ARCAA para investigar los efectos de la pesca modal y la expansión geográfica en las estimaciones de producción de la población. Se espera según este trabajo que los errores potenciales de nuestras estimaciones de la producción continuada puedan identificarse, refinando así algunas de las estimaciones sobre las que se basa el programa administrativo.

En términos de las modas predominantes de pesca, el desarrollo histórico de la pesca del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental puede describirse en tres etapas.

Primera, desde 1915 a 1958, la pesca con carnada (caña y sedal) predominó, pero debido a las limitaciones en la vulnerabilidad de los atunes que habitan lejos de la costa a la pesca con carnada, ésta se limitó a unos cientos de millas de la costa con excepción de las áreas de pesca alrededor de las Islas Galápagos y Revillagigedo y otras islas mar afuera.

Segunda, entre 1959 y 1961 la flota fue rápidamente reacondicionada a la pesca con cerco, lo que dió como resultado un aumento considerable en la eficacia de captura de los atunes tropicales por la flota epipelágica (e.d. todas las embarcaciones atuneras con excepción de las palangreras). A fines de 1961 las embarcaciones cerqueras habían extendido sus maniobras a toda la región histórica de pesca de las de carnada (Figura 29) y obtuvieron más del 85 por ciento del atún descargado.

Tercera, desde 1962 hasta la fecha, a medida que la capacidad de la flota epipelágica aumentó, se intensificó la competencia de pesca. Como consecuencia, se desarrollaron gradualmente mejores técnicas para pescar con cerco en áreas fuera de la costa del Pacífico oriental. Con el fin de maniobrar positivamente en estas áreas de alta mar, las embarcaciones tenían que ser capacitadas para pescar en condiciones más adversas que hasta las entonces encontradas, y la flota tuvo que desarrollar técnicas para capturar aquellos atunes (predominantemente aleta amarilla) que se congregaban bajo cardúmenes de delfines. En 1964 la flota maniobraba regularmente por lo menos 150 millas más lejos fuera de la costa que en años anteriores. En 1969 la flota estaba pescando en un área aproximadamente el doble a la región histórica de las embarcaciones de carnada, alcanzando más allá del límite occidental del ARCAA.

La pesca moderna de atunes con redes de cerco incluye dos tipos distintos de cardúmenes, "peces asociados con delfines" y "cardúmenes de peces", pescados en dos modas diferentes que son bastante distintas en términos de las maniobras de los barcos. La pesca con delfines y sin delfines en el Pacífico oriental puede catalogarse en términos de áreas donde ocurre, y la talla de los peces que predominan en ellas. La pesca sin delfines existe principalmente en el área histórica del ARCAA cerca a la costa, correspondiendo aproximadamente al Area A1 en la Figura 29. Cerca del 85 por ciento del aleta amarilla obtenido en esta pesca tiene menos de 85 cm (approx. 25 lbs., es decir 12 kg.) de talla. La pesca con delfines, por otra parte, se obtiene tanto cerca a la costa como fuera de ella, (Area A2 en la Figura 29) en su mayoría entre los 5°N y 15°N. Un 70 por ciento del aleta amarilla capturado en esta pesca es superior a 85 cm. Parece además que aunque en la mayoría de los años se capturan cantidades significativas de aleta amarilla en el ARCAA en la pesca asociada con delfines, solo en ciertos años se capturan grandes cantidades de esta especie en la pesca no asociada con delfines.

En la simulación de condiciones que puedan haber predominado en la evolución y desarrollo de la pesca cerquera del aleta amarilla en el Pacífico oriental, se estudiaron detalladamente los efectos de tres fenómenos.

Primero, la población simulada fue dividida en dos segmentos explotables por modas de pesca según la edad específica. Los peces con menos o de 85 cm de longitud de horquilla (los 6 primeros trimestres en la pesca) fueron explotados en la pesca no asociada con delfines, y los peces de más de 85 cm en longitud de horquilla (los 12 últimos trimestres en la pesca) fueron explotados en la pesca

asociada con delfines. El esfuerzo simulado fue calculado separadamente en estos dos segmentos de la pesca. La producción sobrante (rendimiento equilibrado) fue estudiada como función tanto del esfuerzo total como de la distribución relativa del esfuerzo entre las dos modas de pesca.

Segundo, se varió sistemáticamente la disponibilidad a la pesca de ambos segmentos de la población. Se supuso que el reclutamiento en la población subyacente era constante (41.8 millones de peces por año reclutados a los 40 cm). Sin embargo, los años de pesca fueron clasificados según la moda de pesca (delfines o sin delfines) que predominó. En un año de pesca sin delfines, los peces fueron completamente disponibles a la pesca a los 40 cm. Con ésto se quiso representar los años en que grandes concentraciones de peces pequeños fueron accesibles a la pesca a lo largo de la costa de la América Central y Sudamérica (e.d. 1973 y 1974). En un año de la pesca asociada con delfines, los peces no fueron completamente disponibles a la pesca hasta que sobrepasaron 85 cm y fueron reclutados en esta pesca. Así que la moda predominante de pesca empleada por la flota en un año determinado fue dictada por la disponibilidad de pequeños peces. (Existen indicaciones en la pesca del aleta amarilla del Pacífico oriental que la disponibilidad de los pequeños peces se encuentra estrechamente vinculada a la distribución de la temperatura en la columna de agua).

Tercero, las consecuencias de la expansión fuera de la costa de la pesca con delfines fueron examinadas al variar sistemáticamente la disponibilidad de los grandes peces (>85 cm) asociados con delfines.

TUNPØP se empleó primero para observar la relación que existe entre el rendimiento equilibrado (sobrante de producción), la biomasa de población y el esfuerzo equilibrado. En conclusión tres factores fueron aparentes:

- 1) Bajo un patrón de reclutamiento constante es conveniente, según la estrategia de la producción equilibrada, dedicar tanto esfuerzo como sea posible a los peces más grandes (>85 cm).

- 2) Existe una diferencia potencial de aproximadamente un 10% entre la producción máxima continuada (PMC) bajo la pesca hipotética predominantemente asociada con delfines (tres veces más esfuerzo en la pesca asociada con delfines que sin delfines, poca disponibilidad de pequeños peces <85 cm) y la pesca hipotética predominantemente no asociada con delfines (cantidades iguales de esfuerzo de pesca con delfines o sin delfines, alta disponibilidad de pequeños peces) (Figura 7). Esta probablemente es una estimación mínima ya que TUNPØP se ha concebido para que produzca una mezcla instantánea de todos los peces a una edad determinada al final de cada unidad de tiempo (trimestre).

- 3) El esfuerzo anual que produce la PMC (Figura 7) en la pesca hipotética predominantemente no asociada con delfines es virtualmente igual a la pesca hipotética predominantemente asociada con delfines.

Luego, se usó TUNPØP para simular el desarrollo hipotético de la pesca del

aleta amarilla en el Pacífico oriental durante un período de 30 años. Los 10 primeros años simulados reflejan el desarrollo de la pesca no asociada con delfines, cerca a la costa. Solamente una cuarta parte del esfuerzo se dedica a la moda de pesca asociada con delfines y solo la mitad de la población de delfines es disponible a la pesca en cualquier tiempo. El esfuerzo de pesca se aumenta gradualmente con el tiempo. Los segundos 10 años simulados reflejan el desarrollo de la pesca con delfines, tanto desde el punto de vista de un aumento del esfuerzo aplicado a la pesca con delfines como a la expansión de pesca fuera de la costa. Los últimos 10 años simulados reflejan la pesca moderna con redes de cerco. El esfuerzo continúa aumentando y produce una reducción moderada en la captura.

El método más común usado para estimar la producción sobrante, el modelo generalizado de producción de la población (GENPRØD) concebido por Pella y Tomlinson del personal científico de la Comisión, fue ajustado a los datos de captura y esfuerzo de los 30 años de simulación para comparar las estimaciones de los parámetros de la producción equilibrada con valores similares obtenidos en las simulaciones de la producción equilibrada mencionada anteriormente. Las combinaciones de los parámetros del modelo que son de interés en términos de la dinámica pesquera son: $C_{\max}$ = captura máxima equilibrada, q = coeficiente de capturabilidad, f_{opt} = esfuerzo que produce $C_{\max}$, y $F_{\text{opt}} = qf_{\text{opt}} =$ índice de mortalidad instantánea por pesca que produce la $C_{\max}$. Los resultados se presentan en las Figuras 8 y 9. Los límites inferiores de las áreas sombreadas representan la estructura de la producción de equilibrio bajo condiciones simuladas en los primeros 10 años de la serie (predominantemente una pesca no asociada con delfines cerca a la costa), y los límites superiores de las áreas sombreadas representan la estructura de la producción de equilibrio bajo condiciones simuladas en los últimos 10 años de la serie (pesca moderna cerquera con esfuerzo oscilando entre las modas predominantes de la pesca asociada con delfines y no asociada).

Es interesante observar en este ejemplo que las estimaciones de GENPRØD de F_{opt} se encuentran completamente fuera de los valores de distribución que puedan esperarse conociendo la estructura de la población subyacente. Esto se debe probablemente a los efectos de la expansión fuera de la costa de la pesca asociada con delfines, ya que las estimaciones de GENPRØD de f_{opt} y F_{opt} en una simulación similar de 30 años, donde toda la población de delfines estuvo siempre al alcance de la pesca, se ubican bien dentro de los límites esperados dados por las simulaciones de la estructura subyacente de la producción de equilibrio. Además es interesante observar que la variable "p" (biomasa de población) en GENPRØD pueda tener poca relación con la biomasa real subyacente de la población. Según los resultados de este análisis se puede suponer que la población de aleta amarilla en el Pacífico oriental es capaz de producir más, como también menos, que nuestra estimación actual de GENPRØD de la PMC, dependiendo tanto en la distribución del esfuerzo en el espacio como en la moda de pesca.

Finalmente, en un esfuerzo para explicar el cambio en la disponibilidad en los

30 años de simulación, se ajustó una versión modificada de GENPRØD a los datos simulados de captura y esfuerzo.

Permitiendo p_1 =fracción de la biomasa total de la población disponible a la pesca no asociada con delfines, y p_2 =fracción de la biomasa total de la población disponible a la pesca asociada con delfines, se calcularon las dos variables de disponibilidad (p_1 y p_2) para cada año de simulación según las variables de salida de TUNPØP. Estos valores fueron luego usados como variables de entrada en el modelo modificado de GENPRØD, junto con los valores correspondientes de la captura y el esfuerzo. En esta simulación la fracción de la biomasa total disponible con relación a la pesca asociada con delfines cambia muy poco sobre los 30 años simulados. Sin embargo, durante los 10 años intermedios, cuando la pesca simulada se estaba extendiendo, la fracción de la biomasa total disponible respecto a la pesca no asociada con delfines, casi se duplicó. Esto se debió a que la expansión en los años intermedios ocurrió en la pesca asociada con delfines, reduciendo la cosecha potencial de los grandes peces asociados con delfines a medida que progresivamente eran más disponibles a la pesca. Por otra parte, la cosecha potencial de los peces no asociados con delfines permaneció relativamente constante, como también su disponibilidad. El resultado fue un cambio bastante significativo en la distribución relativa de los peces disponibles no asociados con delfines respecto a los asociados con delfines, y, evidentemente una utilización mucho más eficaz de la biomasa total de la población. Cuando se ajustó la versión modificada de GENPRØD, dió como resultado un 67 por ciento de reducción en la suma de las desviaciones cuadradas de la captura total en peso observada, con relación a la esperada. La estimación de F_{opt} se ubica dentro de la distribución de los extremos esperados. Los gráficos de la producción de equilibrio contra la biomasa promedio de la población y la mortalidad instantánea por pesca se dan en las Figuras 8 y 9. Se puede observar que si se considera la disponibilidad de esta manera, las estimaciones de GENPRØD vuelven nuevamente a ser útiles. Naturalmente, el problema que realmente se presenta con este enfoque es que todavía no hay manera de estimar la disponibilidad según los datos de la pesca atunera.

En conclusión, dos puntos principales surgen en este trabajo: 1) la distribución del esfuerzo en el espacio y las modas de pesca tienen un efecto significativo sobre la producción del aleta amarilla en el Pacífico oriental, y 2) debe tenerse mucho cuidado en fijarse que las suposiciones del modelo generalizado de producción de la población (GENPRØD) sean llenadas antes de aplicarlas a los problemas de evaluación de la pesca. Especialmente se deben llenar las suposiciones de una población cerrada y de capturabilidad constante con el fin de que las estimaciones de GENPRØD sean significativas.

Se empleó también TUNPØP en 1974 para obtener una serie de pronósticos sobre la magnitud y estructura de la captura del aleta amarilla y de la captura por unidad de esfuerzo en el ARCAA en 1975 y 1976, tanto bajo condiciones de equilibrio como no equilibrio. Los resultados se presentan en otro capítulo de este informe.

ESTRUCTURA DE POBLACION Y MIGRACION

Marcado de atún

Se ha prestado un considerable interés al marcado durante 1969-1974, a causa del gran incremento en la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas fuera de la costa y, por lo consiguiente, la necesidad actual de conocer más sobre el grado de mezcla que existe entre los peces de diferentes áreas cerca a la costa y fuera de la costa, y de los peces que habitan las aguas costeras y mar afuera. Como el aleta amarilla se explota mucho más que el barrilete en las áreas fuertemente explotadas en años recientes, se le presta más interés a esa especie. Se han realizado durante este período trece cruceros fletados y un número de cruceros de oportunidad.

Se han recibido casi todas las marcas de los cruceros de marcación realizados antes de 1974. Los resultados hasta ahora de los que se han recibido marcas durante 1974 son:

Area de liberación	Fecha de liberación	Aleta amarilla recuperados antes de			Barrilete recuperados antes de		
		liberados	1974	1974	liberados	1974	1974
Crucero 1055 (cerquero <i>Connie Jean</i>)							
Manzanillo	oct. 1969	436	49	0	1	0	0
Acapulco	oct.-nov. 1969	4,734	434	0	29	0	0
10°N-100°W	nov. 1969	1,714	109	1	5	0	0
10°N-108°W	nov. 1969	1,636	90	0	197	0	0
Crucero 1063 (cerquero <i>J.M. Martinac</i>)							
América Central	jun. 1971	1,790	92	1	0	—	—
Baja California	jul. 1971	654	71	0	11	1	0
Crucero 1068 (cerquero <i>Mary Antoinette</i>)							
9°N-118°W	jul.-ag. 1972	3,599	29	2	0	—	—
Islas Revillagigedo	ag. 1972	215	4	1	0	—	—
Crucero 1070 (barco de carnada <i>Santa Anita</i>)							
Banco Huracán	mayo-jun. 1973	390	46	3	74	4	0
Isla Clarión	jul. 1973	13	1	1	0	—	—
Baja Calif.	jun.-jul. 1973	318	71	14	1,863	505	6
Crucero 1071 (cerquero <i>Marietta</i>)							
Oeste de las islas							
Revillagigedo	set. 1973	127	0	0	1	0	0
8°N-105°W	oct.-nov. 1973	1,079	11	6	0	—	—

Las recapturas individuales más interesantes recibidas durante 1974 fueron:

Especie	Liberados			Recuperados		
	Area	Fecha	Longitud	Area	Fecha	Longitud
Aleta amarilla	9°25'N – 100°29'W	14 nov. 1969	60 cm	12°23'N – 121°14'W	28 mayo 1974	des. (110 lbs)
Aleta amarilla	Banco Huracán	29 mayo 1973	62 cm	18°30'N – 111°10'W	28 oct. 1973	89 cm
Barrilete	22°00'N – 111°25'W	5 jun. 1973	49 cm	21°20'N – 158°20'W	21 jun. 1974	723 cm
Barrilete	22°18'N – 111°39'W	8 jun. 1973	47 cm	20°48'N – 157°51'W	30 ag. 1974	75 cm

El primer aleta amarilla estuvo en libertad 1,657 días; ésto representa un nuevo récord, habiendo sido el tiempo anterior más largo de 1,408 días. El segundo aleta amarilla representa la sexta marca devuelta a la Comisión por un barco palangrero; las anteriores se enumeraron en el informe anual de la Comisión de 1972. Los dos barriletes representan el octavo y noveno récord de desplazamiento, del este al Océano Pacífico central, de individuos marcados de esta especie.

Se planearon dos cruceros fletados a bordo de embarcaciones con cerco en 1974. El primero se llevaría a cabo en el segundo trimestre del año frente a la América Central. Se consideró que sería importante marcar en esa área y en esa época porque se habían capturado grandes cantidades de aleta amarilla pequeños frente a la América Central durante el segundo trimestre de 1973, y es importante conocer dónde aparecen estos peces en la pesca cuando son mayores. El segundo crucero se realizaría más tarde en el año en donde quiera que se encontraran buenas condiciones de pesca, ya que no se habían liberado cantidades suficientes de aleta amarilla marcado en ninguna área del Océano Pacífico oriental. Parece que ambos cruceros tuvieron mucho éxito, aunque no se conocerá positivamente hasta que se reciban en 1975 las marcas de peces recapturados. Los peces marcados en el primer crucero medían por lo general de 60 a 70 cm de longitud, que es una talla relativamente pequeña para peces marcados en cerqueros. La mayoría de los peces fueron capturados en cardúmenes que no estaban asociados con delfines, siendo este el primer crucero en el que grandes cantidades de peces capturados en esos cardúmenes han sido marcados. Los peces marcados en el segundo crucero eran más grandes, teniendo la mayoría de 60 a 90 cm de longitud. Todos éstos fueron capturados en cardúmenes asociados con delfines.

Los resultados hasta la fecha de estos cruceros son los siguientes:

	Fecha de liberación	Area de liberación	Aleta amarilla		Barrilete	
			liberados	recuperados	liberados	recuperados
Crucero 1072 (cerquero <i>Marco Polo</i>)	abr.-mayo 1974	América Central	3,664	115	5	0
Crucero 1073 (cerquero <i>Marco Polo</i>)	oct.-nov. 1974	10°N – 107°W	5,006	43	43	0

Las recuperaciones hasta la fecha no tienen mayor interés; la gran mayoría se ha obtenido cerca a las áreas de marcado unos pocos días después de liberar los peces. Sin embargo, se cree que las recuperaciones en 1975 producirán información muy valiosa sobre las migraciones del aleta amarilla.

Con el traslado de un empleado de San Diego a Manta, se ha podido realizar por primera vez desde noviembre de 1972 el marcado a bordo de pequeñas embarcaciones de carnada con base en este último puerto. Se han liberado en total 31 aleta amarilla y 109 barriletes, casi todos a fines de año, y hasta la fecha se han recuperado 1 aleta amarilla y 7 barriletes.

Los resultados de los experimentos del marcado iniciados frente a la costa meridional de México en 1960 y 1969 han sido sometidos a un análisis intenso para averiguar las migraciones del aleta amarilla. Entre otras cosas, esos análisis han revelado que los desplazamientos de los peces se diferencian de acuerdo a su talla. Los peces pequeños (42-71 cm) liberados cerca a la costa y fuera de la costa frente al sur de México en 1969, tuvieron la tendencia a desplazarse hacia el noroeste aproximadamente a principios de febrero 1970, pero los peces medianos y grandes (72-126 cm) liberados en las mismas áreas se desplazaron hacia el sudeste durante el primer semestre de 1970. Deben marcarse más peces grandes, pero desafortunadamente estos peces son muy difíciles de manipular. Estos resultados han sido publicados en la serie de boletines de la Comisión.

Se ha terminado recientemente un análisis sobre la mortalidad del atún aleta amarilla según se ha estimado de los experimentos del marcado. Este estudio incluye todos los experimentos de marcado iniciados antes de 1972 al sur de Baja California y al norte del Golfo de Guayaquil. (En 1971 se publicó un estudio separado sobre la mortalidad del atún aleta amarilla en las áreas de Baja California y el Golfo de Guayaquil). El diagrama en papel semilogarítmico de la recuperación de marcas por unidad de esfuerzo, graficada contra el tiempo es muy irregular (Figura 10). Esto es causado principalmente por las variaciones temporales en la vulnerabilidad de los peces a la captura. Siendo este el caso, no es posible obtener buenas estimaciones de los índices de la mortalidad total, natural y por pesca. Los datos de este estudio y los del estudio de la mortalidad en las áreas de Baja California y el Golfo de Guayaquil se combinaron para obtener una estimación del coeficiente de capturabilidad de 1.0×10^4 (en unidades cerqueras de la clase 3) de todo el Océano Pacífico oriental. Esta estimación está bien de acuerdo con la obtenida anteriormente por los datos de captura y esfuerzo (Boletín de la CIAT, Vol. 2, No. 6). Los resultados de este estudio se han publicado en la serie de Informes Internos de la Comisión.

La mayoría de la captura de aleta amarilla en años recientes se ha obtenido frente al sur de México y Centroamérica y fuera de la costa, y por lo consiguiente la mayor parte de los experimentos de marcado se han iniciado allí. Sin embargo, existen también pescas importantes al norte, frente a Baja California, en la vecindad de las Islas Revillagigedo y al sur frente a Sudamérica. Según lo permiten los recursos, también se marcan peces en estas áreas. El aleta amarilla

capturado en las áreas de Baja California y las Islas Revillagigedo son en su mayoría peces pequeños, así se pregunta, hasta qué punto ellos se desplazan a otras áreas y contribuyen a la pesca como peces más grandes. Los experimentos conducidos antes de mediados del decenio de 1960, han demostrado que contribuyen relativamente poco a la pesca cerca de la costa frente a México y Centroamérica. Cuando la pesca se extendió fuera de la costa a mediados del decenio de 1960, se reconoció que las capturas podían incluir cantidades substanciales de peces que habían sido expuestos anteriormente a la pesca en las áreas de Baja California y las Islas Revillagigedo. Por lo tanto, se marcó aleta amarilla en esas áreas en 1971 y 1973. Los resultados hasta ahora, son:

<u>Area y fecha de liberación</u>	<u>Area de recaptura</u>	<u>Fecha de recaptura</u>			<u>Total</u>
		<u>Año 0</u>	<u>1 Año</u>	<u>2 Año</u>	
Baja California, 1971	Baja California	44	20	1	65
	Islas Revillagigedo				0
	Banco Huracán				0
	Otras ARCAA		1	1	2
	Fuera del ARCAA		1	2	3
	Desconocida	1			1
Baja California, 1973	Baja California	66	11	—	77
	Islas Revillagigedo	4		—	4
	Banco Huracán		1	—	1
	Otra ARCAA		2	—	2
	Fuera del ARCAA			—	0
	Desconocida			—	1
Isla Clarión, 1973	Islas Revillagigedo	1	1	—	2
Banco Huracán 1973	Baja California	1		—	1
	Islas Revillagigedo	3		—	3
	Banco Huracán	28		—	28
	Otra ARCAA		1	—	1
	Fuera del ARCAA	13	2	—	15
	Desconocida	1		—	1

Estos resultados indican tentativamente que los peces de Baja California no contribuyen substancialmente a la pesca fuera de la costa. En contraste, una gran porción de los peces marcados en el Banco Huracán se desplaza aparentemente a la región que se encuentra fuera del ARCAA. Esto no es sorprendente, sin embargo, ya que esta área queda a menos de 150 millas del extremo occidental del ARCAA. Se espera que en un futuro no muy lejano estos datos puedan someterse a un análisis más riguroso, como el mencionado antes para el aleta amarilla liberado frente a la costa del sur de México en 1960 y 1969.

Se ha iniciado recientemente un estudio sobre la mortalidad del barrilete, basado en los datos mensuales de la recuperación de marcas. Los datos usados en este estudio incluyen los de los experimentos iniciados en las áreas de Baja California, Islas Revillagigedo, Golfo de Panama, Golfo de Guayaquil y Perú. Como el esfuerzo pesquero no es constante con el tiempo, es necesario ajustar los datos de la recuperación de marcas dividiendo el número de recuperaciones de cada período por la cantidad de esfuerzo realizado durante ese período. Parte del

esfuerzo proviene de las embarcaciones de carnada y parte de los cerqueros, pero no puede usarse junto a no ser que el esfuerzo cerquero se convierta a esfuerzo de carnada o viceversa. Un método para convertir el esfuerzo cerquero a esfuerzo de carnada, basado en las comparaciones de las capturas por unidad de esfuerzo de las embarcaciones de carnada y con cerco que pescaron en los mismos estratos de área y tiempo durante 1959-1961, fue publicado en el Boletín de la CIAT, Vol. 13, No. 1. Los mismos datos se usaron para calcular una ecuación con el fin de convertir el esfuerzo de carnada a esfuerzo cerquero. Las recuperaciones ajustadas de marcas por mes, fueron calculadas usando todos los datos del esfuerzo. Se convirtió el esfuerzo cerquero a esfuerzo de carnada en los experimentos en los que la mayoría de las marcas recuperadas fueron de peces capturados con carnada, y el esfuerzo de carnada a esfuerzo cerquero en los experimentos en los que la mayoría de las marcas recuperadas fueron de peces capturados con redes de cerco. Los datos han sido graficados, produciendo curvas de captura que son irregulares, pero no tanto como las obtenidas para el aleta amarilla en otros estudios. Se han calculado los índices instantáneos de pérdida (mortalidad total, emigración, mortalidad del tipo 2 por llevar marcas y tipo 2 por desprendimiento de marcas). Generalmente, estos índices fueron los más altos durante 1962-1965 en las liberaciones de las áreas de Baja California y las Islas Revillagigedo, y también en las liberaciones del área peruana. Se supone que los índices de los peces liberados en el área del Perú hayan sido altos debido a que los índices de emigración fueron superiores al promedio o que los peces fueron menos vulnerables a la pesca poco tiempo después de haber sido marcados. Se continuará el análisis de estos datos en 1975.

En 1974, se concibió un nuevo sistema para procesar los datos de la recuperación de marcas. Con este sistema cada tarjeta correspondiente a una marca recuperada se perfora con las localidades de liberación y recaptura al minuto más cercano en lugar del grado más cercano, y la dirección de desplazamiento al grado más cercano en lugar de los 45 grados más próximos. Además se perfora en la tarjeta la condición legal con respecto a la reglamentación en la que se encuentra el barco que recuperó el pez. La información más detallada sobre las localidades y direcciones de desplazamiento en las tarjetas se facilitará un análisis mejor de las migraciones de los peces, especialmente con el método de la variancia-covariancia. Los datos sobre las condiciones de reglamentación en las tarjetas permitirá realizar más eficazmente los análisis de migración y mortalidad. Hasta que se instituyó este sistema, las distancias y direcciones del desplazamiento se medían tediosamente en gráficos, y los días en libertad y crecimiento se calculaban en calculadoras manuales. Se ha escrito un programa de cómputo para calcular estos datos, que no solamente ahorra tiempo pero elimina errores. Es evidente que es muy fácil reemplazar las tarjetas antiguas por las nuevas. Consecuentemente, según lo permita el tiempo, todas las tarjetas antiguas de experimentos recientes se reemplazarán probablemente.

Estudios de la subpoblación

Durante algunos años los investigadores han estudiado la relación que existe

entre los peces de diferentes áreas. Es especialmente interesante la relación que tienen los peces explotados en el área al oeste del ARCAA con los que se encuentran en el ARCAA. Este conocimiento es importante en cuanto a que los resultados de la acción administrativa adoptada respecto a los peces explotados en el ARCAA se encuentran influenciados por el grado de entremezcla que existe con los peces explotados al oeste del ARCAA y viceversa.

Además de la técnica del marcado que se ha empleado para estudiar tales relaciones (véase sección anterior), los investigadores están estudiando ya la composición química de la sangre y la morfometría del cuerpo. El progreso obtenido en estas áreas se ha discutido detalladamente en informes anuales anteriores, donde se ha recalcado que para lograr los mejores resultados se deben integrar las tres técnicas. Usando una proteína sanguínea, transferina, el sistema genético de dos alelos ha sido muy útil en estudiar la estructura poblacional del aleta amarilla. Los estudios anteriores de este sistema demostraron una heterogeneidad genética en las muestras examinadas, lo que significa que las muestras no fueron obtenidas de una subpoblación genética individual.

Durante 1974, se calcularon en otras 12 muestras la morfometría y las frecuencias de transferina. Estas demostraron nuevamente heterogeneidad entre las muestras. Un examen más riguroso de las primeras muestras, como también de las muestras de 1974, reveló que es posible identificar más de un grupo genético en una muestra individual, o en otras palabras parece que un cardumen individual de aleta amarilla puede estar formado por peces de más de un tipo genético.

Usando este conocimiento, y observando los datos de transferina, morfometría y de la captura y esfuerzo recolectados en la pesca frente a la costa centroamericana durante 1973, parece que el reclutamiento de peces jóvenes en esta área proviene de varios grupos diferentes genéticos. Se están realizando más estudios sobre este tema. Sin embargo, es interesante observar que los datos de marcado, junto con los datos de transferina, tienden a confirmar esta posibilidad. Se liberaron peces marcados en dos caladas realizadas por embarcaciones cerqueras en junio de 1971, con tres días de diferencia y una separación de 60 millas. Las dos caladas contenían peces de talla similar, 65-80 cm y 62-80 cm, respectivamente. Basándose en las frecuencias de transferina las dos muestras parecían ser genéticamente distintas. La recuperación de marcas en los años siguientes (1972-1973) aunque bastante pocas en número, parecen indicar una diferencia evidente en la distribución de recapturas. La alta frecuencia de recapturas de la muestra fue distribuida a lo largo de un eje este-oeste, mientras que la baja frecuencia de recapturas varió a lo largo de la costa desde Panamá al centro de México (Figura 11).

Se proyecta continuar con esta línea de investigación en el futuro.

Fisiología y energética del atún

El año pasado se concibió un modelo energético para representar la energía usada por el aleta amarilla en el ARCAA. El modelo se basa en los estudios

realizados sobre la natación a varias velocidades. Se encuentra también en el modelo el estasis metabólico o los procesos de mantenimiento de energía y crecimiento y los respectivos requisitos calóricos.

Como una extensión del modelo y sus parámetros, se han usado las estimaciones del rendimiento básico de energía y la utilización calórica para construir un modelo secundario que se emplea para probar las hipótesis sobre el efecto de la talla y la actividad en la distribución de varias especies de escómbridos (atunes y melvas). El modelo se basa en la observación que cada especie exhibe una preferencia de temperatura talla-específica en la selección de su habitat. La temperatura ambiente más baja en la que se encuentran comúnmente las tallas pequeñas (menos de 70 cm) de varias de las especies, se utiliza como la temperatura mínima de cada especie. Estos datos y los datos de las temperaturas excesivas exhibidas por estas especies (temperatura corporal menos temperatura ambiental) se emplean para examinar la distribución probable talla-específica de cada especie con respecto a las temperaturas oceánicas. Además, si se suponen algunos requisitos sobre la respiración y la mínima disponibilidad del oxígeno, es posible estimar aquellas regiones en donde la temperatura no sea un límite, pero donde los niveles de oxígeno puedan presentar obstáculos a la ocupación a largo plazo de algunas de las especies o tallas que exhiben varios niveles de actividad.

Los resultados de las investigaciones preliminares de estos procesos han conducido a varias áreas interesantes de investigación, principalmente al examen de las funciones de los músculos blancos y rojos en la natación, producción de calor y utilización de energía.

Se está llevando a cabo un estudio completo sobre la posición de los músculos rojos y blancos, patrón de producción sanguínea, presencia y similitud de ciertas enzimas clave en los tejidos del corazón, músculos rojos y músculos blancos de los atunes y en escómbridos inferiores seleccionados. La importancia de este conocimiento no es intuitivamente evidente. Las metas de este estudio son las siguientes:

(1) Se están haciendo los análisis comparativos de la aparición de enzimas que requieren los varios ramos bioquímicos para la producción de energía de varios substratos clave (*e.d.* grasas, glicógeno, carbohidratos) bajo condiciones específicas (*e.d.* aerobias en oposición a las anaerobias). Incluye varios de los tejidos musculares de todas las especies del género *Thunnus*, el barrilete y varios escómbridos inferiores. Estos datos son importantes aún en exámenes limitados sobre las diferencias de las capacidades fisiológicas y la distribución de varios escómbridos. Hasta ahora se conoce poco acerca de estas fases de los túnidos.

(2) Basados en el análisis del punto (1), se están estudiando enzimas seleccionadas en un programa del análisis de la afinidad cinética y de los substratos. Según esto esperamos poder determinar la "óptima" fisiológica con respecto a la temperatura de la función enzimática. Una propiedad de las adaptaciones bioquímicas que afecta en general la distribución de los animales de sangre fría,

es una estrecha distribución "óptima" de variables específicas ambientales (las principales variables son la temperatura y los niveles de oxígeno). Los otros factores parecen ser varias órdenes de magnitud menos importantes en la mayoría de los vertebrados acuáticos, según se ha determinado al estudiar su sensibilidad y comportamiento resultante.

(3) Se hará una comparación de los atunes y formas afines, usando los datos recolectados para los estudios descritos antes en (1) y (2). Junto con los datos de un estudio de la anatomía comparativa, se realizará una comparación genética-sistemática de las especies y de los grupos intraespecíficos. Estos datos facilitarán además la comparación de los grupos afines (grupos que puedan habitar en un ambiente similar) para emplearlos especialmente en un estudio sobre la distribución de túnidos, y tal vez también en varios otros escómbridos.

(4) Se está realizando una síntesis general de las capacidades fisiológicas importantes y de las limitaciones de los escómbridos, y una comparación de lo que se conoce acerca de cada especie en contraste al grupo en general, con la esperanza de poder determinar los factores importantes que limitan la distribución.

Se ha terminado un estudio experimental de las enzimas del corazón y de los músculos rojo y blanco del aleta amarilla, atún aleta azul, albacora y barrilete. Los tejidos rojos de cada especie parecen ser muy similares, y el músculo blanco es bioquímicamente diferente al músculo rojo. Se descubrieron suficientes diferencias importantes para necesitar que se realice un estudio completo enzimológico y una comparación de las especies.

Programas de cómputo

En 1974 se adaptó una serie de unos 40 programas computadores sobre la dinámica de población y estadísticas a la computadora Burroughs 6700 usada por la Comisión del Atún en la Universidad de California. Algunos de estos programas fueron escritos por los investigadores de la Comisión y otros por el personal científico de otras organizaciones. Se está preparando ahora un manual para suministrar a los investigadores de la Comisión y otras personas interesadas descripciones de estos programas e instrucciones para su empleo. Este manual reemplazará en su mayoría al manual original, preparado en 1966, que ya es parcialmente anticuado.

Otros programas de cómputo fueron escritos por los oceanógrafos de la Comisión. Estos programas se colocan en dos categorías básicas. El primero de éstos trata de la reducción de los datos de los satélites de cintas magnéticas de una resolución muy alta radiométrica para producir temperaturas de cuerpo negro de la superficie de la tierra. La segunda serie de programas trata de las medidas de las corrientes oceánicas y desplazamientos del viento y representaciones gráficas de la pautas de las anclas paracaídas.

Se preparó además un programa para sumarizar las capturas de atún registradas desde 1959 hasta ahora por áreas de 5 grados y mes. Las capturas registradas se perforan en tarjetas computadoras en 5 categorías: (1) La captura

sin reglamentar de los cerqueros; (2) la captura reglamentada de los cerqueros; (3) la captura sin reglamentar de las embarcaciones de carnada; (4) las capturas reglamentadas de las embarcaciones de carnada, todos correspondientes al área en el ARCAA; (5) la captura de los cerqueros fuera del ARCAA. Esto se hizo para dividir las capturas totales registradas y sin registrar por áreas de 5 grados y mes. Luego se volvieron a dividir estos datos por medio de otro programa según las capturas efectuadas en cardúmenes asociados y no asociados con delfines. Se emplean para dividir las muestras frecuencia-talla en categorías similares.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Composición de talla en la captura de 1974

Las muestras frecuencia-talla del aleta amarilla y barrilete han sido obtenidas por el personal de la Comisión desde 1954, de las capturas de embarcaciones de carnada y cerqueras. La información obtenida de estas muestras se ha empleado para estimar el índice de crecimiento, mortalidad, producción por reclutamiento y abundancia de la generación del mismo año. Los resultados de estos estudios han sido publicados en varios boletines de la Comisión y en informes anuales anteriores.

En 1974, se midió la frecuencia-talla de 387 muestras de aleta amarilla y 223 muestras de barrilete de capturas desembarcadas en California, Puerto Rico, Panamá, Ecuador y Perú. La distribución anual, frecuencia-talla, del aleta amarilla capturado en el ARCAA durante 1969-1974 se presenta en la Figura 12. La estimación preliminar en 1974 del peso promedio de esta especie en el ARCAA es 18.0 libras, una de las estimaciones más bajas registradas del peso promedio anual. Una gran proporción de la captura de 1974 provino de cardúmenes de peces (no asociados con delfines) capturados frente a Centroamérica. Estos cardúmenes estaban formados casi totalmente por peces de la misma generación que entraban a la pesca. La gran captura de este grupo de peces se debe probablemente al aumento en la vulnerabilidad a la captura causada por condiciones oceanográficas o a una inusitada abundancia de una generación de un mismo año que entraba a la pesca.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla capturado en el Océano Pacífico oriental al oeste del ARCAA hasta los 150°W de longitud durante 1970-1974 se presenta en la Figura 13. En 1974, como en años anteriores, los peces capturados en el área exterior fueron más grandes que los obtenidos en el ARCAA. El peso promedio en 1974 es 80.3 libras, que es 6 libras inferior al peso promedio de 1973, pero superior al peso promedio de los años anteriores a 1973, ninguno de los cuales excedió 76 libras.

La distribución anual frecuencia-talla de las muestras de barrilete, medida según las capturas realizadas en el Océano Pacífico oriental durante 1969-1974, se presenta en la Figura 14. La estimación preliminar del peso promedio anual del barrilete en 1974 es 7.0 libras. Esto es 1.7 libras menos que el peso promedio de 1973, pero muy próximo al promedio de largo plazo de 7.4 libras de 1964 a 1973.

Composición de talla del aleta amarilla muestreado en embarcaciones de cerco

Este proyecto que empezó en 1973 con el fin de evaluar las características de talla del aleta amarilla capturado en diferentes cardúmenes por embarcaciones cerqueras, está casi terminado. Se principió con la idea de que el conocimiento sobre el comportamiento gregario podía ser útil para obtener mayor rendimiento de la población. Los resultados, que incluyen técnicas para aumentar la talla promedio del aleta amarilla en la captura, son promisorios.

El análisis de los datos recolectados desde 1968 a 1973, indica que varios cardúmenes capturados por cerqueros en la misma área de 1 grado en unos pocos días incluyen tallas similares de aleta amarilla, y que las principales diferencias en talla dependen de las diferencias en tiempo o área de la calada. Si algunos estratos de áreas y/o meses incluyen grandes porciones de captura de peces de talla específica, puede entonces, que sea posible controlar la talla promedio de los peces en la captura.

Se pueden identificar dos áreas generales geográficas: el área costera en la que se capturan los cardúmenes sin la ayuda de delfines y el área fuera de la costa donde los delfines forman parte necesaria de la pesca. La mayoría del aleta amarilla pequeño se captura en el área de la costa, siendo los meses de abril y mayo los más importantes bajo las condiciones actuales de pesca. El aleta amarilla en la pesca con delfines, fuera de la costa, es generalmente más grande, y además varía más en talla en los cardúmenes.

Capturas mundiales de atunes

Los atunes se negocian como artículo de consumo en los mercados mundiales, y la ley de oferta y demanda influye la estrategia de pesca cuantas veces y en cualquier lugar donde ocurra la pesca. Además, existe un intercambio considerable de embarcaciones atuneras que pescan entre el Océano Pacífico, Atlántico e Indico. Consequentemente es importante que los investigadores conozcan la magnitud y la composición de especies de las capturas anuales de túnidos y especies afines de varios océanos. Desafortunadamente, los sistemas actuales para recolectar estadísticas de captura atuneras son inadecuados en muchas partes del mundo, y por lo consiguiente solo podemos obtener estimaciones aproximadas. No se puede restar importancia a la necesidad que existe de mejorar las estadísticas globales atuneras.

Nuestras estimaciones se encuentran basadas en datos provenientes de varias fuentes; la más importante ha sido la de los datos compilados por la Organización de Agricultura y Alimentación de las Naciones Unidas (FAO) y la de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA). En la Figura 15 se indican las tendencias de las capturas atuneras y de peces espada. Los peces espada, es decir, todos los miembros de las familias Xiphiidae e Istiophoridae (espadón, marlin, pez vela y pez aguja corta), se incluyen con los atunes, ya que el conjunto de ellos es capturado por embarcaciones con palangre que pescan también atún, y realmente se comercian en grado considerable con

los atunes. La familia Scombridae, con excepción del género *Scomber* y *Rastrelliger*, se divide en dos grupos, las "especies principales comerciales" y "especies secundarias comerciales." El primer grupo incluye todas las especies del género *Thunnus* (albacora, aleta amarilla, aleta azul, patudo etc.) y el género monoespecífico *Katsuwonus* (barrilete). Hay muchos géneros y especies incluidos en el segundo grupo, de los cuales los más importantes son los bonitos (*Sarda* spp.), caballas (*Scomberomorus* spp.), barriletes negros (*Euthynnus* spp.) y los atunes botellitas (*Auxis* spp.). En la Figura 16 se presentan las capturas de 1972 de los miembros más importantes de varios grupos de atunes y peces espada. La distribución geográfica de las capturas de las especies principales comerciales de los océanos del orbe se presentan en la Figura 17.

Especies comerciales secundarias de atunes

Las embarcaciones que pescan principalmente aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental pescan también cantidades menores de las "especies comerciales secundarias." Estas son el bonito, *Sarda chiliensis* en el Pacífico oriental, el bonito *S. orientalis* en el Pacífico Indico, el barrilete negro, *Euthynnus lineatus*, y los atunes botellita, que son ya sea *Auxis thazard* o *A. rochei*. Hasta hace poco, el bonito del Pacífico oriental fue la única de estas especies buscada por los cerqueros atuneros. Cuando se capturaba bonito, barrilete negro y los botellita del Pacífico Indico, mezclados con las especies principales comerciales (especialmente aleta amarilla y barrilete) las especies secundarias eran como norma, arrojadas al mar. En el transcurso de los últimos años, con el desarrollo de la capacidad de la flota cerquera, se busca cada vez más el barrilete negro y en menor grado los botellita como objetivo potencial pesquero. Aunque el grueso de barrilete negro se sigue descartando en el mar, se retienen ahora algunas capturas para ser procesadas en las enlatadoras, y en 1974 los desembarques sobrepasaron las 3,000 toneladas americanas.

El barrilete negro es lo suficientemente grande para que las redes usadas en la pesca del aleta amarilla y barrilete puedan usarse para esta pesca sin ninguna modificación. Sin embargo, los botellita son considerablemente más pequeños, así que cuando se hace una calada sobre éstos, a menudo se enredan en la malla y se requiere una labor muy grande para sacarlos. Las capturas de botellita por lo consiguiente se evitan cuantas veces es posible. Si hubiera, sin embargo, suficiente demanda, se podrían usar redes de malla más pequeña para evitar este problema.

El barrilete negro se encuentra distribuido desde el sur de California hasta la región central de Perú, pero el fuerte de la población fluctúa desde la parte sur de Baja California hasta el norte del Perú. Se encuentra limitado en su mayoría a las regiones costeras, aunque se encuentra también alrededor de algunas de las islas y bancos del Océano Pacífico oriental, como la Isla Clipperton y el Banco Shimada. No aparece fuera del Océano Pacífico oriental. A semejanza del barrilete negro los botellita se distribuyen desde el sur de Baja California al norte del Perú, pero estas especies se encuentran también en alta mar lejos de la costa y las islas. Poco se conoce acerca del bonito del Pacífico Indico, pero se cree que

aparece en concentraciones relativamente pequeñas desde Panamá a Ecuador. Algun bonito de la región del Pacífico Indico es capturado por cerqueros atuneros frente al Ecuador, donde este pez es enlatado.

Debido a la falta de pescas substanciales de barrilete negro y botellitas, se conoce relativamente poco acerca de estas especies. Sin embargo, los investigadores de la Comisión han obtenido algunos indicios con los que ha sido posible hacer algunas evaluaciones preliminares del recurso. Según los exámenes de larvas y del análisis del contenido estomacal de grandes atunes aleta amarilla se conoce que los botellita son los más numerosos de todos los atunes que habitan aguas cálidas del Pacífico oriental y otras partes. Por otra parte, el barrilete negro, cuya área de distribución es relativamente pequeña, debe ser menos abundante que los botellita. Algunos científicos estiman que es posible obtener una captura anual de unas 200,000 toneladas de botellitas en el Océano Pacífico oriental. Puede que esta estimación sea muy alta, pero sin embargo los investigadores creen que se podrían obtener capturas substanciales de botellitas y barrilete negro en el Océano Pacífico oriental. Aunque no se dedicará mayor esfuerzo científico a las especies comerciales secundarias en un futuro próximo, los investigadores de la Comisión continuarán obteniendo datos sobre la captura y esfuerzo de estas especies y agregarán otra información biológica en forma incidental a los estudios de las especies comerciales principales.

Vulnerabilidad del aleta amarilla relacionada a las condiciones ambientales

El atún aleta amarilla pequeño que apareció frente a las costas de Colombia, Panamá y Costa Rica en 1973, produjo la captura más grande en número que se haya registrado de un grupo individual de reclutas en un tiempo tan limitado y una área tan pequeña. Las embarcaciones que estaban pescando y atravesando esta área en enero y febrero de 1973 informaron la presencia de grandes cantidades difusas de peces pobremente congregados e incapturables. El comienzo de las buenas capturas en el área fue repentino, ocurriendo aproximadamente en la segunda semana de marzo. El índice de captura empezó luego a ascender constantemente hasta mayo.

Se compilaron los datos de caladas individuales de los extractos de bitácora de viajes en los que se registró el esfuerzo en el área de estudio. Estos datos y los datos frecuencia-talla de este estrato de tiempo-área se usaron para estimar el número de peces capturado por calada y las toneladas por calada obtenidas en cardúmenes no asociados con delfines y asociados con delfines. Los cálculos son los siguientes:

	1-31 Marzo	1-15 Abril	16-30 Abril	1-31 Mayo
Aleta amarilla/calada (no-d)	707	2,024	2,876	2,983
Aleta amarilla/calada (d)	621	977	728	2,612
Ton./calada (no-d)	10.10	10.26	14.58	19.20
Ton./calada (d)	11.01	21.36	15.91	12.69

no-d = no delfines, d = delfines

En las caladas no asociadas con delfines, tanto el número de peces por calada como el número de caladas por día aumentó durante el período del 1 de marzo al 31 de mayo. Durante esos tres meses se ejerció una gran cantidad de esfuerzo en caladas no asociadas con delfines, y es difícil explicar el aumento basados en la mayor eficacia de las embarcaciones como las artes de manipuleo u otras técnicas pesqueras. Como los factores ambientales pueden influir en la capturabilidad de los peces, se examinaron los datos que se tenían de la oceanografía física (temperatura, profundidad de la capa mixta, fuerza del gradiente de la termoclina, etc. con respecto a los datos de la captura y el esfuerzo.

En la Figura 18 se grafica el promedio de las profundidades mensuales de la capa mixta y de la profundidad de la isoterma de 23°C (73.4°F) y 15°C (59.0°F) correspondiente al período de enero a junio. Se indican además aproximadamente las profundidades mínimas y máximas de una red de cerco de 40 brazas. Se indica en esta área la cantidad de peces capturada por día y por calada en cardúmenes asociados con delfines (peces no-d).

La profundidad de la capa mixta se mantiene consistentemente sobre la profundidad mínima, y no parece que esté relacionada con el aumento en la vulnerabilidad del aleta amarilla en cardúmenes no asociados con delfines. La isoterma de 23°C emerge a una profundidad sobre la profundidad mínima de la red justamente antes del aumento en la vulnerabilidad de los peces. Esta isoterma se escogió *a priori* debido a que se observó que el aleta amarilla pequeño (40 a 70 cm) se congrega en la superficie de separación de las corrientes que se encuentran, y son disponibles donde la temperatura de la superficie del mar es de 23°C o más, pero rara vez a menos de 23°C, indicando aversión a las temperaturas de menos de 23°. Parece que los aleta amarilla pequeños son más sensibles a los ambientes en que la temperatura no es óptima, que los grandes peces que forman la captura asociada con delfines. Esto probablemente se relaciona tanto a los índices de la producción como a la desaparición del calor, así que se espera que estos índices fluctúen según la talla. Las consideraciones energéticas no son evidentes actualmente, pero se están buscando datos.

En el Pacífico oriental la isoterma de 23° se aproxima al punto medio de la termoclina, y la isoterma de 15°C al fondo. Los gráficos de las profundidades de la isoterma y el tiempo del año indican que ambas isothermas la de 15°C y la de 23°C pueden afectar la vulnerabilidad del aleta amarilla durante el período de estudio. La isoterma de 15°C asciende y cruza la profundidad máxima de pesca de una red de cerco de 40 brazas de profundidad, cruzando al mismo tiempo la isoterma de 23°C la profundidad mínima de pesca.

Un análisis de regresión de los siguientes datos se hizo para determinar cualquier efecto correlativo entre la profundidad de la isoterma de 23°C y la captura por unidad de esfuerzo en los dos tipos de cardúmenes (asociados con delfines y no asociados con delfines) en el área de estudio, por mes.

Mes	Captura/esfuerzo (no-d)	Captura/esfuerzo (d)	Profundidad media de la isoterma de 23°C
enero	2.48	5.70	190
febrero	2.66	3.67	200
marzo	8.16	6.26	145
abril	11.76	9.54	115
mayo	12.03	5.55	105
junio	6.38	7.86	130

D [C/E (no-d)] = 0.94 (significativo al nivel del 1 por ciento)

P [C/E (d)] = -0.66 (no significativo)

La captura por unidad de esfuerzo asociada con delfines (en peces algo más grandes) no se relacionó aparentemente con la profundidad de la isoterma de 23°C. La captura por unidad de esfuerzo de peces no asociados con delfines se encontró que estaba altamente correlacionada con la profundidad de la isoterma de 23°C.

Al intentar describir la interacción entre los aleta amarilla pequeños no asociados con delfines y la isoterma de 23°C, es evidente que la profundidad relativa, "aceptable" del agua de la región, puede determinar su comportamiento de aglomeración. La condición difusa atribuida a la distribución del aleta amarilla en el área de estudio a fines de enero y en febrero, estuvo en contraste con el aumento en la conglomeración (tanto en cantidad como en tonelaje) encontrado según progresaba la temporada de 1973. Esto no excluye los otros factores de emigración, que pueden haber afectado aún más la densidad de los peces, pero la estrecha relación entre la pesca positiva y la profundidad de la isoterma de 23°C no requiere otras causas externas para causar los efectos observados.

Durante la temporada de pesca de 1974, se realizaron en una extensa área costera que incluye el área de estudio de 1973, determinaciones ambientales similares. De enero a junio de 1974 la isoterma de 23°C estuvo constantemente sobre la profundidad mínima de pesca de una red típica cerquera (150 pies). Parece que la densidad general no fue tan densa debido al área mucho más grande en la que se pescó en 1974, pero el número de peces fue muy superior ya que se capturaron muchos más peces (en cantidad y tonelaje) en 1974 que en 1973.

Se harán otros estudios de estos procesos en 1975.

Barrilete, temperatura superficial del mar y oscilación austral

Se supone que el barrilete capturado en el Océano Pacífico oriental proviene del desove en la zona tropical del Pacífico central entre los 180° y 130°W. Como la cantidad de larvas de barrilete encontradas en los arrastres de la red de plancton en una región de desove aumenta con la temperatura, los años cálidos del Pacífico central pueden dar como resultado altos índices de la abundancia aparente en las pescas del Pacífico oriental. Se considera que los peces tengan de 1 a 2 años de edad cuando son reclutados en la pesca del Pacífico oriental, así que las variaciones en la cantidad de desove o supervivencia de los huevos y larvas deben reflejarse en la pesca aproximadamente año y medio más tarde.

Las investigaciones anteriores realizadas por el U.S. Bureau of Commercial Fisheries (ahora National Marine Fisheries Service) han indicado que se encuentran más larvas de barrilete en las regiones en que hay muchas islas que en las que hay pocas o carecen de ellas. Si este es el caso, debe esperarse más desove al sur de la línea ecuatorial que al norte de ésta, ya que hay muchas más islas y arrecifes al sur. Los datos de los arrastres de las redes de plancton realizados entre los 180° y los 130°W indican que las larvas de barrilete son doblemente abundantes al sur del ecuador que al norte. Según esto, y la relación de la abundancia de las larvas y la temperatura, es probable que la mayoría de los reclutas que entran a la pesca epipelágica del Pacífico oriental, proviene del desove que ocurre durante los meses cálidos en el hemisferio austral y que una minoría se origina de desoves en los meses cálidos en el hemisferio austral y que una minoría se origina de desoves en los meses cálidos del hemisferio boreal. Sin embargo, existe probablemente una superposición considerable en las áreas de desove. Es decir, probablemente los reproductores en el verano del norte desovan a cierta distancia al sur del ecuador, y los reproductores en el verano del sur desovan también a alguna distancia al norte del ecuador.

El reexamen de las distribuciones trimestrales frecuencia-talla del barrilete capturado en el Pacífico oriental, indica la presencia de dos cohortes de reclutas aproximadamente seis meses aparte. Parece que en años recientes entra a la pesca una cohorte más grande en el primer trimestre, y que en el tercer trimestre entra una cohorte más pequeña. Si los reclutas más pequeños tienen cerca de 1 año, entonces la primera cohorte (primer trimestre) puede provenir del desove en el sur y la segunda cohorte (tercer trimestre) del desove en el norte. Se cree que los peces, en promedio, permanecen cerca de un año en la pesca antes de regresar a las regiones de desove. Sin embargo, pueden regresar más pronto en algunos años y más tarde en otros, como lo indican las proporciones fluctuantes de los grandes peces en la captura.

Se han escogido cuatro índices de la abundancia del barrilete para correlacionarlos con las anomalías de temperatura en el área de desove. Los datos de la captura por unidad de esfuerzo han sido rechazados como índices de la abundancia en este análisis debido al problema de asignar el esfuerzo en la pesca de las dos especies. Se escogió el primer índice de la abundancia, la cantidad estimada de reclutas en la primera cohorte (edad-1 + peces, de 1 o 2 años de edad) capturados al sur de los 15°N en el primer trimestre debido a la extraordinaria periodicidad evidente en estos datos, excluyendo a 1974 (Figura 19A). Este fenómeno no ocurre al norte de los 15°N en peces de la misma edad. El mismo patrón ocurre con el segundo índice, es decir las cantidades estimadas de reclutas de la primera cohorte capturados tanto al norte como al sur de los 15°N en el ARCAA en los dos primeros trimestres (Figura 19B). En la mayor parte de los años la mayoría de los peces son capturados al sur de los 15°N. Se indica la misma periodicidad aparente de 4 años, aunque menos claramente, en los dos últimos índices de la abundancia, la captura total anual al este de los 150°W de peces de todas las edades (Figura 19C) y el porcentaje de desviación de la tendencia (no se muestra). La tendencia aparentemente descendente en las

capturas en años recientes está indicada por la línea a puntos en la Figura 19C, basada en las medias móviles de 4 años, extrapoladas a lo largo del valor medio de los últimos 4 años. La captura total ajustada según la tendencia se calcula según la desviación y el valor anual de la tendencia.

La periodicidad aparente de 4 años en la abundancia del barrilete requiere una explicación. Los exámenes previos de las anomalías de temperatura en las regiones de desove no revelaron un ciclo evidente de 4 años, aunque las correlaciones con la abundancia del barrilete en la pesca en una época más tarde fueron significativas. Sin embargo, estudios recientes, indican un ciclo de 4 años en el índice de la Oscilación Austral entre 1953 y 1971.

La Oscilación Austral (O.A.) es una fluctuación de diferencias en la presión atmosférica entre el centro de alta presión de la Isla de Pascua y el centro de baja presión de Yakarta. Se emplean los datos de la presión de Darwin, Australia para vigilar las fluctuaciones en el centro de baja presión de Yakarta. El índice de la O.A. es la media de 12 meses de la diferencia en la presión atmosférica al nivel del mar entre la Isla de Pascua y Darwin. Un alto índice de la O.A. se asocia con los vientos alisios más fuertes del sudeste, el afloramiento ecuatorial más fuerte y las temperaturas más bajas de la superficie del mar cerca al ecuador y en una gran parte del área de desove del barrilete en la región meridional del Pacífico central; un índice bajo de la O.A. se asocia con los vientos alisios más débiles del sudeste, el afloramiento débil y las temperaturas más altas de la superficie del mar cerca al ecuador y en el área meridional de desove, y con frecuencia con las condiciones del "Niño" frente a Sudamérica. El índice de la O.A. se encuentra estrechamente correlacionado a la temperatura superficial del mar por los vientos alisios del sudeste, así que las fluctuaciones deben ser similares, y lo son, con unas pocas excepciones suficientes para ocultar la aparición del ciclo de 4 años en las anomalías de temperatura. Por ejemplo, el índice de la O.A. fue bajo en 1961-62, pero las anomalías de temperatura fueron promedio. El índice de la O.A. usado aquí se basa en los datos desde el mes de abril de un año a marzo del año siguiente, y se presenta en la Figura 19D (obsérvese la escala invertida para compararlos más fácilmente con los datos pesqueros). Es aparente un ciclo de 4 años desde 1953-54 hasta 1971-72. Los ápices (mínimos) aparecen regularmente cada 4 años pero las depresiones (máximas) ocurren irregularmente con 2 a 5 años de separación. El período común de la O.A. varía entre 1 y 5 años y tiene un promedio de 2 años y medio, así que no se debe esperar que continúen los 4 años de periodicidad, y, en realidad, se desintegraron después de 1971-72. El índice de la O.A. fue extremadamente bajo (7.0 mb) en 1972-73, 3 años después del mínimo anterior, y extremadamente alto (12.9 mb) en 1973-74, 3 años después del máximo anterior. Similarmente el ciclo notablemente regular de 4 años en las cantidades de barrilete jóvenes capturados en el primer trimestre (Figura 19a) y en los dos primeros trimestres (Figura 19B) se desintegra en 1974, ocurriendo un ápice de 3 años después del anterior. Según la Tabla 6 es evidente que los índices de la abundancia del barrilete en el período desde 1961, cuando los cerqueros fueron el medio principal de captura del barrilete, se encuentran todos significativamente corr-

elacionados al nivel del 1% con el índice de la O.A. Los dos primeros índices, que representan los peces de la primera cohorte, están mejor correlacionados con el índice de la O.A. de lo que han estado con las anomalías de temperatura a lo largo del ecuador. Una posible explicación es que la O.A. se asocia principalmente con las condiciones atmosféricas y oceanográficas del hemisferio austral, aunque su influencia directa se extienda algunos grados norte del ecuador al ecuador meteorológico, mientras que las anomalías de temperatura a lo largo del ecuador pueden asociarse con condiciones correspondientes a ambos hemisferios. Se supone por lo consiguiente que la O.A. es un factor mejor correlacionado respecto a la primera cohorte de reclutas que entran en la pesca del Pacífico oriental durante el primer trimestre, los que parecen formar la mayoría de la captura total anual en la mayor parte de los años. Se está buscando un factor similar en el hemisferio boreal con el fin de explicar las fluctuaciones de la segunda cohorte que entra a la pesca en el tercer trimestre.

Con el fin de probar más tarde la relación aparente que existe entre las condiciones en las áreas de desove y las capturas de barrilete en las regiones pesqueras, se han hecho pronósticos de las capturas totales anuales desde 1972 al entrar los datos físicos en las ecuaciones de regresión. El pronóstico para 1973, basado en las temperaturas de la superficie del mar a lo largo del ecuador, fue de un año pobre, 56,000 toneladas siendo la mejor estimación; se capturaron 48,000 toneladas, así que se consideró que el pronóstico había tenido éxito. El pronóstico para 1974, también basado en las temperaturas ecuatoriales superficiales del mar, fue de un buen año siendo la mejor estimación 132,000 toneladas; solo se obtuvieron unas 85,600 toneladas así que se consideró que el pronóstico no tuvo éxito. Los pronósticos para 1973 y 1974, basados en el índice de la O.A., se presentan en la Tabla 6 para los cuatro índices de la abundancia, y en la Figura 20 se indica el tercer índice. Se pronosticaron con éxito los índices primero, tercer y cuarto para 1973, pero el segundo se consideró que no tuvo éxito. Se pronosticó que la captura total y la captura total ajustada con relación a la tendencia sería de 55,000 y 50,000 toneladas, respectivamente, siendo la captura actual de 48,000 toneladas. Se pronosticaron con éxito los dos primeros índices para 1974, mientras el pronóstico para los dos últimos no tuvo éxito. El pronóstico para 1975 sobre la cantidad de peces de la primera cohorte que se han de capturar durante el primer trimestre al sur de los 15°N es extremadamente bajo, siendo la mejor estimación de 100,000 peces, mientras el de la primera cohorte en los dos primeros trimestres en el ARCAA es solo de 1,800,000 peces. Los pronósticos de la captura total y de la captura total ajustada por la tendencia son de 46,000 y 43,000 toneladas, respectivamente, así que 1975 será un año pobre si las correlaciones aparentes son reales.

Abundancia de barrilete al sur del ecuador

Se ha obtenido una porción considerable de la captura de barrilete en el Océano Pacífico oriental, en años anteriores, al sur del ecuador, pero después de 1971, las capturas en esa área se han reducido fuertemente. En la Figura 21 se indican las estadísticas de los cerqueros obtenidas de los datos de bitácora. Desde

1967 las capturas se han reducido más rápidamente que el esfuerzo, resultando en una declinación en la captura por unidad de esfuerzo, que se ve claramente en el recuadro superior.

La pesca de carnada local ecuatoriana, que se localiza cerca a la costa, principalmente al sur del ecuador, empezó a mediados del decenio de 1950. La capacidad total de la flota de pequeñas embarcaciones, que puede considerarse como una medida aproximada del esfuerzo, aumentó hasta 1970 donde se estabilizó a unas 1,700 toneladas (Figura 22). Es evidente según la figura que aunque la capacidad de la flota fue más alta a principios de la década de 1970, las capturas han declinado precipitadamente.

Las tendencias son similares para cerqueros y embarcaciones de carnada; las capturas anuales y las capturas por unidad de esfuerzo de los primeros y las capturas anuales de las últimas son, a principios del decenio de 1970, aproximadamente la mitad de lo que eran en el decenio de 1960. No se conoce la razón de esta reducción. Las capturas japonesas de barrilete en el Pacífico occidental han sido extraordinariamente grandes durante el decenio de 1970; 271,000 toneladas americanas en 1972, 313,000 toneladas en 1973 y aún una captura superior estimada para 1974. Es concebible que pueda existir una relación entre las grandes capturas en el Pacífico occidental y las capturas pobres en el Pacífico sudeste en años recientes. Tal vez las condiciones oceanográficas fueron tales que fueron la causa de que grandes números de peces emigraran al occidente de las áreas de desove del Pacífico central en lugar de al este.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA ATUNERA

Estudio de los satélites

Se hicieron los análisis correlacionales de los datos de la temperatura infrarroja del satélite NOAA-2 y de los datos de temperatura obtenidos por métodos convencionales, para las siguientes regiones del Pacífico oriental: (1) entre las Islas Galápagos y el Ecuador; (2) frente a la costa oeste de Baja California; (3) en la ruta probable de emigración del albacora frente a California y (4) en la zona costera frente a Oregon. Los datos infrarrojos del satélite, de vuelos diarios, se promediaron para suministrar las temperaturas medias de la superficie del mar por cada área de 1° , y los valores diarios fueron entonces promediados por el tiempo durante el período de los estudios individuales. Los datos de captura del aleta amarilla y barrilete fueron también empleados en los análisis para ver si estaban correlacionados por área y tiempo con los datos de temperatura según fueron observados por el satélite.

En el estudio de las Galápagos se emplearon las capturas registradas por barcos cerqueros y de carnada en febrero de 1973, en el área limitada al norte y al sur por 1°N y 5°S y al este y oeste por la costa occidental de Sudamérica y los 95°W . La temperatura superficial del mar (T_{cn}) correspondiente a las capturas máximas de aleta amarilla y barrilete fue 297.25°K (24.1°C) (Figura 23). El análisis de los datos de la T_{cn} indicó que el detector tenía una lectura baja de 1°C ,

y este valor ha de agregarse a los de la T_{cn} . La mejor estimación de los datos de este satélite es $T_{cn} = 25.1^{\circ}\text{C}$, que está bien de acuerdo con las temperaturas superficiales del mar relacionadas normalmente a las buenas capturas de aleta amarilla y barrilete.

En el estudio del albacora se emplearon las capturas realizadas en junio de 1973 al oeste de California del Sur, por el barco de investigación *David Starr Jordan* del U.S. National Marine Fisheries Service (NMFS) y por arrastreros comerciales fletados. La distribución de las capturas con respecto a la temperatura es aproximadamente normal (Figura 24), con un valor óptimo de la T_{cn} de 291.25°K (18.1°C). Se encontró que el detector de la T_{cn} tenía una lectura de 1.2°C inferior a esta área, y si este valor se agrega a la serie de datos, la temperatura óptima viene a ser de 19.3°C , que se aproxima bastante a la temperatura óptima de la superficie del mar (19.2°C) obtenida por el NMFS en la comparación de las capturas de albacora con las temperaturas superficiales del mar tomadas en barcos que se encontraban en el área.

Aunque los datos indican que los del satélite tienen suficiente importancia para usarlos en tales estudios, siguen existiendo diferencias en la resolución espacial y en la frecuencia del muestreo, las cuales deben minimizarse. Este problema se reducirá bastante al mantener los datos de captura del aleta amarilla y del barrilete en una forma disponible más conveniente, como es en una cuadrícula más refinada de área y tiempo (que ya los investigadores de la Comisión están elaborando). Una discusión más completa sobre el estudio de los cuatro casos se presenta en el informe anual del proyecto.

Se principió durante el año una investigación en dos estudios nuevos sobre los datos de los satélites. Los dos estudios incluyen el empleo de datos de un radiómetro de resolución muy alta y de un radiómetro explorador del satélite NOAA-3, y probablemente, datos del satélite ERTS-1 correspondientes a la región costera frente al noroeste del Africa y una segunda región frente a Baja California.

Se recibieron y se han procesado mapas diarios de datos infrarrojos en forma de "fichas" geográficas de 15° que abarcan la región al noroeste del Africa, del National Environmental Satellite Service (NESS). La adquisición de datos oceanográficos de la superficie durante la expedición de JOINT-1 (véase sección AEAC) ha suministrado información conveniente para realizar comparaciones futuras con las observaciones del satélite. Además de las "fichas" de 15° de datos, se está usando una serie de datos digitales de alta densidad de cintas magnetofónicas de la región, provenientes de NESS, para estudiar las variaciones espaciales tan pequeñas como 0.5 millas náuticas en diámetro.

El segundo estudio que investiga las aguas adyacentes a Baja California fue realizado en el Golfo de California en noviembre por el barco de investigación *Alpha Helix* del Scripps Institution of Oceanography (SIO), para obtener medidas de temperatura, salinidad, clorofila, productividad primaria, etc. Las observaciones de temperatura y clorofila de la superficie obtenidas en el *Alpha*

Helix por el personal científico de SIO serán de valor considerable para compararlas con las observaciones del color del océano y temperatura de la superficie del mar, del satélite.

El objetivo de estos dos estudios es desarrollar un prototipo de un esquema de muestreo de etapas múltiples para vigilar las condiciones ambientales de pesca en regiones geográficas seleccionadas.

Análisis de los ecosistemas del afloramiento costero (AEAC)

El primer estudio extenso multidisciplinario de los procesos físicos, químicos y biológicos que aparecen en una zona costera de afloramiento fue terminado durante la primavera de 1974. Este estudio se hizo bajo los auspicios del International Decade of Ocean Exploration, una oficina del National Science Foundation de los Estados Unidos. Tres barcos de investigación de los Estados Unidos, dos de Francia y uno de España, tomaron numerosas medidas a unas 60 millas al noroeste de la costa africana, en una región limitada al norte por 22°30'N y al sur por 20°30'N.

Los investigadores de la Comisión, en colaboración con los de la Escuela de Oceanografía de la Universidad del Estado de Oregon y otros científicos participantes de Alemania e Inglaterra, trabajaron a bordo del barco de investigación *Gillis* de la Universidad de Miami. Durante el mes y medio del crucero se obtuvieron 261 observaciones STD (salinidad, temperatura y densidad). Aunque los lanzamientos menos profundos se hicieron cerca al litoral en unos 40 m de agua, los lanzamientos fuera de la costa se realizaron a 1200 m en el agua, mar afuera de la zona de afloramiento. En varias ocasiones se realizaron series cronológicas, usando un correntómetro perfilador para medir las corrientes desde el *Gillis*. Se colocaron correntómetros (anclados) en una línea mar afuera y se dejaron para que registraran automáticamente la velocidad de la corriente, temperatura y conductividad (salinidad) a intervalos de 5 a 10 minutos.

La labor de los investigadores de la Comisión fue la de tomar medidas directas de las corrientes con paracaídas flotantes (anclas) especialmente diseñados con este propósito. Aunque fue necesario hacer algunos cambios en el diseño original de los experimentos debido a las marejadas y ventiscas, se lanzaron uno o más paracaídas en seis ocasiones durante el crucero con el fin de evaluar la longitud de la escala a lo largo del litoral asociada con la circulación tridimensional. Las trayectorias del movimiento horizontal del agua en la región de afloramiento determinada según los movimientos de los paracaídas flotantes han sido graficadas y se hizo luego el análisis numérico para dividir el campo de velocidad en corrientes medias y de marea. Uno de los experimentos Lagrangian (28 de marzo) se presenta en la Figura 25. Los tres paracaídas a la deriva se emplazaron a 10 m de profundidad y se siguieron durante 25 horas antes de recobrarlos. Inicialmente se movieron hacia tierra reaccionando a un cambio previo de los vientos superficiales antes de moverse mar afuera bajo la fuerza direccional de fuertes vientos del norte. Los análisis de varios experimentos de los paracaídas flotantes, junto con las mediciones obtenidas por otros científicos

participantes en JOINT-1, indican que la corriente en la capa superficial se dirige predominantemente hacia el ecuador considerándose que el afloramiento más intenso ocurre paralelo a la costa y en la plataforma del medio. El fuerte afloramiento constante, debido a los fuertes vientos, combinado con la alta velocidad del transporte superficial, se considera que es responsable por el "arrastre hacia afuera" de parches de fitoplancton, lo cual resultó en una concentración inferior de productores primarios, que cuando la fuerza del viento fue inferior, pero lo suficientemente favorable para el afloramiento.

Se espera continuar con el programa del AEAC por varios años más, y durante este tiempo se harán trabajos extensos para estudiar el ecosistema frente a la costa del Perú en 1976 y 1977.

Estudios de la producción primaria en el Ecuador

Se continuó el trabajo de procesar las observaciones experimentales preliminares del crucero de la productividad primaria realizado colaborativamente (Instituto Nacional de Pesca del Ecuador (INPE) y la Comisión del Atún) en septiembre de 1973. Debido a problemas financieros del patrocinador, la Organización de los Estados Americanos, el proyecto se vió forzado a continuar en 1974 moderadamente. Se han procesado los datos de la química de nutrición, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, clorofila, normalización de las observaciones del C^{14} según la absorción del carbono por el fitoplancton y medidas del correntómetro. La reducción de los volúmenes del zooplancton se realiza en el laboratorio de INPE.

Una mirada preliminar a los datos de los correntómetros anclados en el área de la Bahía de Santa Elena (Figura 26) indica que la corriente a 10 m se desplazó bastante rápidamente en una dirección norte por 1 día, antes de calmarse exhibiendo un pequeño movimiento neto por casi 20 horas. Luego la corriente prosiguió brevemente hacia el litoral antes de voltear de nuevo hacia el norte. La influencia de la corriente de las mareas fue más aparente durante el segundo día que en el primero.

CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1974 Y PERSPECTIVAS PARA 1975

Los investigadores de la Comisión del Atún tienen la responsabilidad de vigilar las fluctuaciones de la abundancia de los atunes tropicales en el Océano Pacífico oriental y determinar las consecuencias que las actividades del hombre tienen sobre su abundancia. La información científica que obtienen cada año los investigadores, se emplea para hacer recomendaciones relativas a la administración de estas especies. Esto se lleva a cabo al presentar la información en los documentos fundamentales y oralmente en las reuniones de la Comisión. Con el fin de distribuir esta información al público en general, se compendia en este informe anual.

ATUN ALETA AMARILLA

La pesca de atún tropical en el Océano Pacífico oriental comenzó alrededor de 1917, y en 1950 se había extendido desde Baja California hasta el norte de Chile. Los investigadores de la Comisión empezaron a trabajar desde 1950, y pudieron obtener las estadísticas de captura y esfuerzo de la pesca del aleta amarilla y barrilete desde 1934, de registros de bitácora. Se ha continuado con la serie de datos hasta la fecha recolectando los datos de los cuadernos de bitácora. Se han obtenido además los datos de la composición de talla de los peces desde 1954.

Las estadísticas de captura y esfuerzo se emplearon para idear un modelo llamado modelo logístico con el fin de pronosticar las consecuencias que tiene la pesca sobre la abundancia del aleta amarilla. Se estimó que esta especie en el Pacífico oriental podía, en promedio, sostener capturas anuales de unas 95,000 toneladas. Esta cantidad no se excedió antes de 1960. Sin embargo, en 1960 y 1961, después de que una gran porción de la flota fue reacondicionada de barcos de carnada a barcos con redes de cerco, doblando por lo consiguiente la capacidad de pesca, las capturas ascendieron a 122,000 y 116,000 toneladas, respectivamente. Los investigadores pronosticaron que durante 1962, la abundancia del aleta amarilla se reduciría fuertemente. El esfuerzo permaneció alto en 1962 y 1963, pero la captura anual se redujo a unas 80,000 toneladas y la captura por día normal de pesca (CPDNP), que los científicos emplean como un índice de la abundancia del aleta amarilla, se redujo de acuerdo.

Además de los estudios de los datos de captura y esfuerzo, se realizaron otros estudios empleando aspectos más detallados del ciclo de vida de esta especie como la talla de los peces en la captura. Estos indicaron que no debía esperarse un aumento en la producción por recluta basado en un aumento en el esfuerzo, pero que si se pudiera aumentar el promedio de talla de los peces en la captura, la producción por recluta, y probablemente toda la producción, podría aumentarse. Sin embargo, se determinó en esta época que no era práctico aumentar la talla promedio de los peces en la captura.

En estos estudios fue implícita la suposición de que la población del aleta amarilla bajo explotación estaba formada por una subpoblación de peces diferentes a los encontrados más hacia el oeste. Aunque no se verificó esta suposición, en este tiempo, pareció que era razonable.

Las medidas para controlar la captura del aleta amarilla en el Pacífico oriental se recomendaron por primera vez en 1961, pero no fue posible que los países participantes en la pesca hicieran cumplir las recomendaciones hasta 1966. La cuota de captura establecida en ese tiempo se aplicaba al Área Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA), presentada en la Figura 1. La pesca ha estado cada año desde 1966 bajo administración.

Los modelos usados para describir la dinámica de pesca del aleta amarilla permitieron que la Comisión pronosticara las condiciones de la población con bastante exactitud durante los años anteriores al establecimiento del programa administrativo. Después de 1965, sin embargo, las observaciones no estuvieron

tan bien de acuerdo con los pronósticos como antes. Algunas de las tendencias observadas en la CPDNP (Figura 5), especialmente el aumento desde 1965 a 1968, fueron inesperadas, especialmente en vista del hecho de que las capturas también estaban aumentando. Si la población se comportaba como los modelos habían pronosticado la CPDNP debía haber permanecido baja durante ese período. Es posible que el aumento de 1965 a 1968, fuera el resultado de cambios reales en la abundancia del aleta amarilla o cambios aparentes causados por tales factores como el cambio en la eficacia de las artes pesqueras etc.

Respecto a cambios reales, los investigadores han examinado la expansión geográfica de pesca, las alteraciones en la composición de talla de los peces en la captura, cambios en el reclutamiento y cambios ambientales. La expansión geográfica de pesca y la alteración en la composición de talla de los peces en la captura parece que han sido especialmente significativos. Además, el aumento en el reclutamiento contribuyó aparentemente al aumento en la abundancia en 1968. Se supone que las consecuencias de los cambios ambientales se compensaron sobre un largo plazo.

Durante la era de las embarcaciones de carnada la flota atunera pescó desde Baja California al norte de Chile, pero con excepción de unas pocas áreas fuera de la costa como las Islas Galápagos y las Revillagigedo, la pesca se limitó a unos cientos de millas de la línea costera. Durante este período había relativamente pocas embarcaciones cerqueras, y éstas pescaron principalmente en las regiones pesqueras del norte. Entre 1959 y 1961, la mayoría de las embarcaciones de carnada fueron reacondicionadas a la pesca con cerco, y a fines de 1960 las embarcaciones reacondicionadas habían extendido sus maniobras en toda el área histórica de las de carnada (Figura 27). A medida que aumentó la capacidad de la flota, se intensificó la competencia por los peces, y los barcos empezaron a pescar más lejos fuera de la costa. En 1964, la flota estaban maniobrando regularmente por lo menos 150 millas más lejos fuera de la costa, y en 1969, alcanzó el límite occidental del ARCAA (Figura 28). Las regiones históricas y el área fuera de la costa se presentan como Areas A1 y A2, respectivamente en la Figura 29.

La expansión fuera de la costa del área de pesca suscita algunas preguntas importantes relativas a la estructura poblacional del aleta amarilla y sus consecuencias sobre los cálculos de la producción potencial continuada. Si la flota hubiera empezado a pescar una población anteriormente inexplorada de peces según las embarcaciones se desplazaban más lejos fuera de la costa, se esperaría que la producción potencial continuada aumentara. Sin embargo, si los peces capturados más lejos fuera de la costa formaban parte de la población pescada cerca a la costa y si los peces de las Areas A1 y A2 se mezclaban rápidamente, se esperaría que la producción potencial continuada aumentara muy poco o de ninguna manera. Si la situación verdadera se sitúa entre estas dos posibilidades (*e.d.*, que hubiera dos poblaciones con mezcla parcial), el aumento de la producción potencial se encontraría apenas correlacionado inversamente con la magnitud de la mezcla. Debido a la importancia de esta pregunta, los

investigadores le han prestado considerable atención. Los resultados, hasta ahora, de este trabajo han sido examinados en informes anuales anteriores.

En vista de los grandes cambios que han ocurrido en la pesca desde que se inició el programa administrativo, y de ahí, la dificultad en estimar la producción potencial continuada de pesca, se decidió experimentar con la pesca para obtener nueva información que conduzca a la resolución del problema. En 1969, se adoptó un programa de pesca experimental concebido para averiguar empíricamente la producción máxima continuada del aleta amarilla. Este establecía cuotas anuales de captura de 120,000 toneladas durante 1969, 1970 y 1971. Se acordó que si el promedio de la CPDNP se reducía a menos de 3 toneladas en cualquier época antes de terminarse el período de 3 años, la captura sería limitada para compensarla con el nivel corriente de la producción continuada.

En la Tabla 7, columna 2, se indica la CPDNP esperada bajo el programa experimental de pesca. Si los parámetros del modelo logístico, según se calculó a principios del experimento, eran correctos, entonces la CPDNP debía haberse reducido substancialmente en 1971. Las capturas (Columna 4) durante los dos primeros años del experimento, 1969 y 1970, excedieron las cuotas de 120,000 toneladas. La CPDNP (Columna 3) durante esos años no se redujo como se había pronosticado, pero permaneció a unas 6.0 toneladas, aunque se capturaron casi 141,000 toneladas durante 1970. La cuota para 1971 fue de nuevo establecida en 120,000 toneladas, pero se agregó la opción de aumentarla en uno o dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno si el análisis de las condiciones de la población indicaba que tal acción era justificada. La pesca de aleta amarilla empezó lenta durante 1971, y continuó así durante el primer semestre del año. La cuota no se aumentó, y la captura total del año ascendió solo a unas 113,000 toneladas. La CPDNP fue 4.2 toneladas, una reducción del 32% con respecto a 1970. Esta reducción en la abundancia fue pronosticada por el modelo y, si era real, indicaba sobrepesca de la población, que en realidad era el objetivo del programa experimental. Sin embargo, se desarrollaron dos importantes factores durante 1971 que pueden por lo menos en parte explicar la CPDNP baja. Estos fueron el efecto del mercurio en la estrategia de pesca y la alta abundancia inusitada de barrilete durante el período de abundancia más alta del aleta amarilla. Se ofrece una discusión de éstos en el informe anual de la Comisión en 1973.

Debido a la fuerte posibilidad de que la CPDNP baja durante 1971 no fue el resultado de una verdadera reducción en la abundancia, el programa experimental se continuó por otro año, y la cuota en 1972 se estableció en 120,000 toneladas. Sin embargo, el Director de Investigaciones fue autorizado para aumentarla mediante dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno si durante el año la condición de la población indicaba que tal acción era justificada. A principios de 1972 la CPDNP fue alta con relación a la de 1971, así que la cuota se aumentó primero a 130,000 toneladas y luego a 140,000 toneladas. La captura de aleta amarilla en 1972 sobrepasó 152,000 toneladas, unas 12,000 toneladas más que la cuota, y la CPDNP aumentó al nivel de 1970. Basados en estos hechos

y también en otros factores, el programa experimental se continuó en 1973, y la cuota se estableció en 160,000 toneladas, la más alta en la historia de pesca. La captura y la CPDNP en ese año fueron de 178,000 y 5.2 toneladas, respectivamente. El programa experimental se continuó nuevamente en 1974. Los investigadores recomendaron límites de la cuota de 130,000 y 175,000 toneladas, respectivamente, pero la Comisión los aumentó a 175,000 y 195,000 toneladas. La captura y la CPDNP en 1974 fueron 189,000 y 4.6 toneladas, respectivamente.

Además del ARCAA, la flota epipelágica ha maniobrado extensamente durante los últimos años en el área al oeste del ARCAA, pero al este de los 150°W (Área A3 en la Figura 29). Las capturas en esta área se presentan en la Tabla 7, Columna 6. Existe alguna duda sobre qué porción de la captura registrada que provino de fuera del ARCAA durante 1968 y 1969, se originó actualmente en esa área debido a las dificultades en informar sobre las maniobras. Sin embargo, desde 1970, las localidades de captura han sido informadas con mucha más exactitud.

Se han empleado varios métodos para evaluar los efectos que tiene la pesca en la abundancia del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Estos análisis se han llevado a cabo con modelos generales de producción, usando los datos de la captura y el esfuerzo, y modelos de la estructura de la edad, empleando información más detallada sobre la biología del aleta amarilla. Los modelos logísticos y de la producción por recluta, mencionados antes brevemente, son tipos de modelos generales de producción y de la estructura de la edad, respectivamente. Una descripción detallada de estos estudios se presenta en los boletines e informes anuales anteriores de la Comisión. La breve discusión que sigue presenta algunas de las conclusiones obtenidas de tales análisis.

Se considera generalmente en los modelos generales de producción, que el crecimiento de la población está representado por una función asintótica y que la producción se puede maximizar a algún nivel óptimo de la magnitud de la población. En estos modelos el reclutamiento, crecimiento y mortalidad natural se consideran individualmente o en conjunto como dependientes de la densidad. Se han usado dos métodos para estimar los parámetros del modelo.

En el primer método las estadísticas de la captura observada y del esfuerzo en el ARCAA durante 1960-1974, se usaron para estimar los parámetros del modelo logístico. La estimación del promedio de producción máxima continuada (PPMC) en este caso, es aproximadamente 148,000 toneladas que pueden capturarse con unos 38,000 días normales de esfuerzo. La curva de producción calculada según los parámetros estimados en este análisis se presenta en el recuadro superior de la Figura 30, junto con los valores anuales observados de la captura y el esfuerzo.

En el segundo método, la CPDNP durante los dos primeros trimestres del año se empleó como índice de la abundancia de la población, y las capturas durante los dos últimos trimestres se usaron para estimar los cambios en la magnitud de

la población durante estos dos trimestres. Esta técnica se concibió para evaluar el efecto que tiene la veda de pesca del aleta amarilla en la estimación de los parámetros. Se empleó en este análisis la misma serie de los años 1960-1974. El PPMC se estima que sea aproximadamente 178,000 toneladas, que pueden capturarse con un esfuerzo de unos 55,000 días normales de esfuerzo. La curva de producción de este análisis, junto con los valores anuales observados de la captura y el esfuerzo, se presentan en el recuadro inferior de la Figura 30.

Es difícil determinar cuál de los dos métodos representa mejor la condición de la población. Las estimaciones de los parámetros son inestables en ambos casos debido a que la mayoría de las observaciones aparecen alrededor del borde izquierdo de las curvas. Las observaciones de 1973 y 1974, aparecen substancialmente más allá de los valores de 1960-1972, y por lo consiguiente tienen un efecto considerable en las estimaciones de los parámetros. A medida que se acumulan otras observaciones cerca de este nivel del esfuerzo, las estimaciones llegarán a ser más estables y las estimaciones del PPMC obtenidas por los dos métodos serán probablemente más similares. En el primer método la captura durante los tres últimos años ha excedido el PPMC, así que si se mantiene el esfuerzo al nivel actual se esperaría que la captura se reduzca. En el segundo método las capturas de 1973 y 1974, no han excedido el PPMC pero se están acercando a él. En este caso se pronosticaría que no se puede aumentar más la captura.

Aunque solo se emplean los datos de la captura y el esfuerzo en los modelos generales de producción, se usa la información de la talla de los peces en la captura en los modelos de la estructura de la edad.

Parece que el aleta amarilla en el Pacífico oriental pertenece a dos grupos, el grupo X que entra primero a la pesca durante el primer semestre del año, pero que no contribuye significativamente a ésta hasta el primer semestre del año siguiente, y el grupo Y que entra primero a la pesca en el segundo semestre del año, y que tampoco contribuye significativamente a ella hasta el primer semestre del año siguiente. Las estimaciones del reclutamiento en la pesca, en millones de peces, es el siguiente:

Generación del mismo año	Grupo X	Grupo Y
1963	19.2	11.1
1964	11.0	13.9
1965	12.5	15.6
promedio 1963-1965	14.2	13.5
1966	33.3	17.2
1967	19.1	24.3
1968	13.7	17.6
1969	19.5	20.5
1970	23.6	22.7
1971	19.8	14.2
1972	15.0	21.2
1973	9.2	29.6
promedio 1966-1973	19.3	20.9
promedio 1963-1973	16.3	17.2

Las estimaciones de las generaciones de un mismo año de 1972 y 1973 son preliminares, y por lo consiguiente sujetas a cambio.

Para calcular los efectos de los cambios recientes en la pesca, sobre la población, se analizaron las estimaciones del reclutamiento antes mencionadas de dos maneras, empleando a TUNPØP, un modelo computador de simulación de la estructura de la edad. En la primera simulación se supuso que el reclutamiento era el mismo (36 millones de peces) para el primer período (1963-1965) y el último (1966-1973), pero se supuso que los índices trimestrales de la mortalidad por pesca a edad específica, eran diferentes en los dos períodos. La captura simulada resultante del último período fue aproximadamente 14% superior a la del primer período. En la segunda simulación se supuso que el reclutamiento era diferente en el primer período (28 millones) y el último (40 millones), mientras se supuso que los índices trimestrales de la mortalidad por pesca a edad específica eran iguales en los dos períodos. La captura simulada en el último período fue aproximadamente 50% superior a la del primer período. Es evidente según estos análisis que (1) un cambio en la mortalidad por pesca a edad específica no puede por sí mismo ser la causa del aumento en la captura observada en el último período y (2) un cambio en las estimaciones de reclutamiento por sí mismo da como resultado una sobreestimación del aumento en la captura en el último período.

En el informe anual de la Comisión de 1973, la captura del aleta amarilla fue dividida entre peces más pequeños y más grandes que 85 cm, y los índices de la mortalidad por pesca (F) fueron calculados para cada grupo de talla en el primer período (1963-1965) y el último (1966-1971) de pesca. Los datos fueron los siguientes:

	Cantidades		Índices de mortalidad por pesca	
	<85 cm	>85 cm	<85 cm	>85 cm
primer	7,107,000	1,766,000	0.56	0.80
último	7,177,000	3,177,000	0.34	0.82

Es evidente que la F de los peces pequeños ha disminuído del primero al último período, mientras ha permanecido casi igual con respecto a los peces grandes. La mayoría de los peces pequeños se capturan en el Area A1, y la captura en el Area A2 consiste generalmente de peces grandes. Cuando la pesca se extendió al Area A2, aparentemente capturó grandes peces aproximadamente en la misma proporción que los capturó en el Area A1, pero capturó relativamente pocos peces pequeños. Así que en el último período la captura de peces pequeños no aumentó significativamente, pero se redujo la estimación de F de estos peces debido a que el esfuerzo en el Area A2 produjo pocos de ellos. Además los peces grandes fueron capturados en el Area A2 aproximadamente en la misma proporción de lo que fueron capturados en el Area A1, así que la captura de peces grandes en el último período fue superior, pero la estimación de F permaneció casi igual.

Existen dos hipótesis respecto a la estructura de la población del aleta

amarilla que se explota en el ARCAA. La primera es que el Area A1 es una región de cría de peces con una talla inferior a 85 cm de longitud, y que los individuos que crecen emigran fuera de la costa. Antes de la expansión de pesca fuera de la costa, los peces grandes en el ARCAA no eran completamente disponibles, pero cuando se extendió al Area A2 los peces grandes fueron disponibles y la población total explotada demostró ser más grande lo que originalmente se había estimado. La segunda hipótesis es que el desplazamiento de los peces fuera de la costa no ocurre, y que los peces pequeños aparecen en grandes cantidades en el Area A2, pero que no son vulnerables a las artes. Los datos actuales del mercado no indican una tendencia de los peces a emigrar fuera de la costa a medida que crecen, demostrando que la segunda hipótesis es probablemente la correcta, pero la cuestión sigue debatible.

Basados en lo anterior parece que si se mantienen las pautas corrientes de reclutamiento y la mortalidad a edad específica permanece igual, la población del aleta amarilla que actualmente se explota en el ARCAA podrá sostener capturas aproximadamente iguales a las de años recientes. Con el fin de evaluar esto aún más, es aconsejable examinar los cambios recientes en la estructura de la edad de los peces en la captura.

Desde la expansión de la pesca cerquera al Area A2, el peso promedio, en libras, del aleta amarilla capturado en el ARCAA ha sido el siguiente:

1968	30.3	1972	37.8
1969	29.3	1973	28.3
1970	31.5	1974	18.3
1971	27.7		

Es importante determinar las razones de la reducción abrupta en el peso promedio en 1974. Una posibilidad es que la abundancia de los peces pequeños ha aumentado, mientras que la de los peces grandes ha permanecido casi igual; otra es que la abundancia de los peces pequeños ha permanecido casi igual, mientras la abundancia de los peces grandes ha disminuído. Es evidentemente necesario evaluar estas posibilidades si ha de administrarse la pesca razonablemente. Por lo consiguiente, se ha examinado la composición de edad de los peces en la captura correspondiente al período de 1968-1974. En el margen izquierdo de la Figura 31 se presenta el peso estimado de los peces de 1 año a 5+ en las capturas cerqueras de los dos primeros trimestres de 1968 a 1974. En el margen derecho de esa figura se presentan las capturas cerqueras de las cohortes de peces de 1 año a 5+ desde 1968 a 1974. Debido a lo difícil que es asignar edades a los individuos más viejos, se agrupan todos los peces de 5 años y mayores. En el margen izquierdo de la figura es evidente que la mayoría de la captura consistió en peces de 2 y 3 años durante 1968-1972. En 1973 los peces de 1 año, además de los de 2 y 3 años, formaron una contribución importante. En 1974 los peces de 1 año formaron de nuevo una contribución importante y los de 2 años solo contribuyeron escasamente. En el margen derecho de la figura puede verse que las cohortes de peces de 1968, 1970, 1971 y 1972 produjeron la contribución más importante como peces de 3 años, mientras que los de la cohorte de 1969 fueron

más importantes a los 2 años. En contraste, las cohortes de peces de 1973 y 1974 fueron muy importantes como peces de 1 año y los anteriores solo produjeron una pequeña contribución como peces de 2 años. Como la captura de la cohorte de peces de 2 años en 1973, fue tan baja en 1974, parece que esta fue solo una cohorte promedio que fue decimada por la fuerte pesca en 1973 como peces de 1 año. Si ésto es así, la captura de los peces de 3 años en 1975 debe ser baja. La gran captura en 1974 de peces de 1 año puede deberse a la alta abundancia inusitada de peces de la cohorte de 1974; en este caso las capturas de peces de 2 años en 1975 y de 3 años en 1976 debe ser alta. Por otra parte, si la abundancia de la cohorte en 1974 es solo promedio, las capturas de peces de esta cohorte debe ser baja en 1975 y 1976.

En conclusión, el impacto de la pesca en el aleta amarilla del ARCAA ha sido calculado usando los modelos generales de producción y de la estructura de la edad. En los modelos generales de producción se estimaron los parámetros al emplear los datos de la captura y el esfuerzo de dos maneras. En un método el PPMC fue estimado en unas 148,000 toneladas, y por el otro se estimó en unas 178,000 toneladas. No es posible en esta etapa determinar cuál de las dos estimaciones sea más correcta. Si la primera estimación es correcta, y se mantiene el esfuerzo al nivel actual, la captura debe estabilizarse a unas 148,000 toneladas. Si la segunda estimación es correcta y se aumenta ligeramente el esfuerzo, la captura debe estabilizarse a unas 178,000 toneladas. En ningún caso se ha demostrado que existe sobreexplotación. Por lo consiguiente, hablando sobre el objetivo de la Comisión de sobrepesca el recurso sin riesgo, no se ha alcanzado evidentemente el lado de sobrepesca de la curva general de producción.

Los modelos de la estructura de la edad se han empleado también para calcular el impacto de pesca. Estos análisis han indicado que han habido cambios en la mortalidad por pesca a edad específica y aumentos en el reclutamiento, que pueden ser el resultado de la expansión de pesca fuera de la costa. Si se supone que la remoción de reproductores potenciales por la pesca no reduce el reclutamiento subsiguiente y que la mortalidad por pesca a edad específica permaneció igual en 1973-1974 que en 1968-1972, la población debe tener la capacidad de sostener capturas de 150 a 175 mil toneladas. Sin embargo, el hecho de que la composición de talla de los peces en la captura de 1973 y 1974, fue tan diferente, causa alguna preocupación sobre la capacidad de la población de sostener capturas a ese nivel.

Se ha demostrado anteriormente que se capturaron inusitadamente altas proporciones de peces de 1 año en 1973 y 1974. Las hipótesis que se han formulado para explicar ésto son las siguientes:

- (1) Los peces de 1 año que formaron un gran segmento de la captura en 1974, provenían de una generación muy grande que atrajo el esfuerzo de las embarcaciones que pescaban peces más grandes asociados con delfines.
- (2) Los peces de 1 año pertenecían a una generación promedio, pero se obtuvo

una gran captura de ellos a causa de que fueron inusualmente vulnerables a las artes de pesca.

- (3) Se ha reducido la abundancia de los grandes peces por la fuerte pesca de peces jóvenes durante los años anteriores, así que las embarcaciones se concentran en peces pequeños.
- (4) La abundancia de los grandes peces no ha cambiado, pero a causa de que los delfines pueden evitar ahora más las embarcaciones pesqueras de lo que hacían antes, la captura de los grandes peces asociados con delfines ha disminuído.

Los pronósticos de captura en 1975 y 1976, pueden hacerse con TUNPØP, un modelo simulado de cómputo de la estructura de la edad. Para ésto es necesario formular teorías respecto a la estructura de la edad de la población, la vulnerabilidad de los peces a la pesca y la cantidad de esfuerzo de pesca que se ha de gastar. Se supone que el reclutamiento en la pesca de los peces de 1 año en 1973 y 1974, fue promedio (unos 40 millones de peces en cada año), que el reclutamiento en 1975 y 1976 será promedio, y que la vulnerabilidad a edad específica de los peces de 2 años a 5+ ha permanecido constante. Si no hay reglamentación en 1975 y 1976, la captura debe ubicarse entre 150 y 200 mil toneladas en el primer año y no más de 130 mil toneladas en 1976. Si la pesca sin reglamentar termina durante el segundo trimestre, la captura en 1975 será entre 120 y 160 mil toneladas; depende de la vulnerabilidad de los peces de 1 año. En 1976, bajo las mismas condiciones, la captura sería de 120 a 155 mil toneladas. Si la pesca sin reglamentar termina a fines de marzo, la captura en 1975 no excedería 130 mil toneladas, pero en 1976 aumentaría a unas 155 mil toneladas.

Se insiste que los pronósticos anteriores son válidos solo si las suposiciones en que se basan son válidas. Es especialmente importante la suposición de que el reclutamiento en 1973 y 1974 fue promedio, y que las altas capturas de peces de 1 año se debió, en esos años, a una vulnerabilidad superior al promedio de los peces pequeños al arte pesquero. Si las grandes capturas de los peces de 1 año en 1973 y 1974 se debieron a un reclutamiento superior al promedio en esos años, las perspectivas de 1975 y 1976 son mucho mejores. Sin embargo, por dos razones, se cree que el reclutamiento ha sido solamente promedio en 1973 y 1974. Primero, la gran captura de peces de 1 año en 1973 no fue seguida por una alta captura de peces de 2 años en 1974 (Figura 31), la cuál se esperaría si el reclutamiento fue fuerte en 1973. Segundo, en la región de la América Central, donde se capturó la mayoría de los peces pequeños, se encontró agua inferior a 23°C (73.4°F) anórmalmente cerca a la superficie durante el segundo trimestre de 1973 y 1974. Como los aleta amarilla pequeños parecen preferir aguas más cálidas a ésta, los peces se vieron forzados a estar cerca a la superficie donde se encontraban más vulnerables a la captura.

Tomando en consideración (1) las estimaciones del PPMC, que fluctúan de 148,000 a 178,000 toneladas, (2) las capturas recientes de 175,000 a 190,000 toneladas, y (3) los cambios significantes en la composición de talla de los peces

durante 1973 y 1974, que indican la posibilidad de sobreexplotación de los peces de 1 año, los investigadores de la Comisión aconsejaron que se debía establecer una medida para limitar la captura a niveles significativamente inferiores a los de años recientes si las indicaciones tempranas en 1975 demostraban que tal acción era necesaria. Se recomendó específicamente que la cuota de captura en 1975 fuera de 130,000 toneladas. Sin embargo, se recomendó además que se tomaran medidas para aumentar la cuota mediante incrementos a los niveles de años recientes si los datos actuales de 1975 indicaban que tal acción era justificable. Como medida de seguridad se recomendó que se retuviera el límite inferior de 3 toneladas de la CPDNP.

La pesca ha maniobrado en el área al oeste del ARCAA desde 1968. Las capturas aumentaron en la mayoría de los años, y en 1973 alcanzó unas 50,000 toneladas. En 1974, sin embargo, la captura se redujo a unas 42,000 toneladas. La CPDNP desde 1971 a 1974 ha permanecido relativamente constante de 5.0 a 5.9 toneladas. Estos datos se presentan en la Tabla 7.

Se pregunta si es o no aconsejable limitar la pesca fuera del ARCAA con fines de conservación. Con el fin de examinar esta pregunta es primero necesario determinar si los peces del Area A3 pertenecen o no a la misma población que los de las Areas A1 y A2, ya que la estrategia administrativa depende de esto. Los datos de marcado que se tienen actualmente indican que la cantidad de entremezcla de los peces del ARCAA y el Area A3 es pequeña, lo que indica que es conveniente considerar que los peces de las dos áreas pertenecen a poblaciones separadas. Además, en las estadísticas de captura de la flota cerquera ocurre una división en la captura del aleta amarilla entre los 115°W y 120°W, en la banda horizontal del área productiva de pesca del aleta amarilla entre los 5°N y 15°N. Puede que esto se deba a una discontinuación en la distribución de los peces o solo a la tendencia de los pescadores de pescar más lejos al este, donde el tiempo es mejor y los puertos más cercanos, cuando la pesca en el ARCAA no está reglamentada. Es interesante observar, sin embargo, que no existe tal división en las capturas del aleta amarilla de embarcaciones palangreras que pescan en esta área. Tomando esto en consideración, más el hecho de que la CPDNP en esta área no ha disminuído significativamente, no parece que haya razón de limitar la pesca en el Area A3.

BARRILETE

El barrilete aparece en casi todas las aguas tropicales de los océanos del orbe. En años recientes la captura mundial de esta especie ha excedido la de cualquier otro atún o especies afines. Este es también el caso en el Océano Pacífico; en 1972, el barrilete constituyó el 40% de la captura de especies principales comerciales de atún en ese océano.

No se conoce muy bien la estructura de las poblaciones de barrilete que habitan el Océano Pacífico, debido principalmente al hecho de que la mayoría de los estudios de esta especie se ha basado en poblaciones que aparecen en áreas

relativamente pequeñas, mientras que es necesario realizar amplios experimentos y análisis en todo el océano. Los estudios serológicos recientemente publicados indican que existen por lo menos dos subpoblaciones en el Océano Pacífico occidental, una aparentemente limitada al área al oeste de los 165°E y la otra apareciendo al este de la primera subpoblación y extendiéndose posiblemente al Océano Pacífico oriental.

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

La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental aparece en su mayoría en dos áreas, al norte alrededor de las Islas Revillagigedo y frente a la costa occidental de Baja California, y al sur frente a la América Central y al norte de Sudamérica hasta Perú. Las capturas en el área meridional son generalmente casi el doble de las del área del norte. El área de aguas muy cálidas frente al sur de México que separa las dos áreas, se encuentra por lo general desprovista de barrilete. En algunos años como en 1956, el agua en el área central fue inusitadamente fría y la distribución de barrilete fue continua de norte a sur. Sin embargo, en los años normales, los resultados del marcado han indicado que no existe virtualmente intercambio entre los peces del norte y del sur. Nueve peces marcados y liberados en el área septentrional fueron recapturados cerca a las islas hawaianas y las Line, pero ninguno liberado en el área meridional ha sido recapturado en el Pacífico central, posiblemente debido a la poca intensidad pesquera en esa área al sur del ecuador.

La captura y la abundancia aparente del barrilete varían considerablemente de un año a otro. Esta variabilidad no parece estar relacionada a la intensidad de pesca en el Océano Pacífico oriental pero más bien parece que sea el resultado de factores naturales. No se conoce si la variabilidad natural representa cambios en la abundancia de toda la población o refleja solamente los cambios en segmentos de una población relativamente constante que es disponible, en diferentes años, a la pesca del Pacífico oriental. Las estimaciones de la abundancia aparente de las áreas al norte y sur se correlacionan bastante bien la una con la otra, pero en algunos años, por ejemplo en 1968 y 1970, la captura puede ser superior al promedio en un área o inferior en la otra. Esto puede indicar que cuando los peces jóvenes emigran del Pacífico central al oriental diferentes grupos se desplazan a las áreas norte y sur en diferentes años. La captura de barrilete en el ARCAA durante 1974, fue de unas 84,100 toneladas, ligeramente superior al promedio del periodo de 1958-1974, pero una mejora marcada sobre 1972 y 1973 (Tabla 1).

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

obligaciones fiscales. Parte de esta investigación se ha dirigido hacia el pronóstico de la captura y abundancia de esta especie. El modelo desarrollado con este propósito, descrito en otro lugar de este informe, ha servido en parte para explicar estas fluctuaciones, explicando aproximadamente la mitad de la variabilidad observada. En 1975, se pronostica una abundancia inferior al promedio. Si este pronóstico se cumple servirá como prueba de que el model es válido, lo cuál facilitará al personal científico para que pronostique con más confianza la abundancia en 1976. Si este pronóstico no se realiza, el efecto será contrario, pero la conclusión no será necesariamente que el model no tiene valor alguno.

APPENDIX 1—APENDICE 1

STAFF*—PERSONAL*

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

SCIENTIFIC—CIENTIFICO

Senior Scientists—Científicos principales

William H. Bayliff, Ph.D. (Washington)	
Biology	—Biología
Bruce M. Chatwin, B.A. (British Columbia)	
Biology: statistics	—Biología: estadísticas
(To January 31, 1974)	—Hasta el 31 de enero de 1974)
Robert C. Francis, Ph.D. (Washington)	
Biology: population dynamics	—Biología: dinámica de poblaciones
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto)	
Biology	—Biología
Forrest R. Miller, M.A. (California)	
Meteorology	—Meteorología
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State)	
Biology: statistics	—Biología: estadísticas
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)	
Oceanography	—Oceanografía

Associate Scientists—Científicos asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)	
Biology	—Biología
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)	
Biology: statistics	—Biología: estadísticas
	(San Pedro, California)
Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)	
Biology	—Biología
Christopher T. Psaropulos, A.B. (San Diego State)	
Biology	—Biología
Walter Ritter O., B.S. (Univ. Autónoma, Guerrero, México)	
Biology	—Biología

- Robert D. Robinson, B.S. (Colorado State)
Statistics —Estadísticas
- Gary D. Sharp, Ph.D. (California)
Biology —Biología
- Ziro Suzuki, B.S. (Tokyo)
Biology —Biología
(From November 25, 1974 —Desde el 25 de noviembre 1974)
- Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)
Biology: population dynamics —Biología: dinámica de poblaciones
- Assistant Scientists—Científicos Auxiliares
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Biology: statistics —Biología: estadísticas

TECHNICAL—TECNICO

- Javier Barandiarán, B.A.C. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
—Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- Richard J. Busch
Laboratory technician —Técnico de laboratorio
(To February 28, 1974 —Hasta el 28 de febrero 1974)
- Julio Carranza
Waterfront contact: laboratory technician
—Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
(Peru)
- Nannette Y. Clark
Statistical clerk —Técnica de estadísticas
- Fernando Crastz P.
Waterfront contact —Oficiante en el muelle
(Panamá)
- Mike E. Freese
Waterfront contact: laboratory technician
—Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
(San Pedro, California)
- Rafael A. Gaudier, B.B.A. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
—Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
(Puerto Rico)

- Mark D. Heinrich, B.A. (California)
 Laboratory technician (oceanography) —Técnico de laboratorio
 (oceanografía)
 (From August 1, 1974 —Desde el 1 de agosto 1974)
- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
 Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Puerto Rico)
- Daniel K. Green, B.S. (Syracuse)
 Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (To September 30, 1974 —Hasta el 30 de septiembre 1974)
- C. Aníbal 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)
- Helen R. Wicks
 Secretary (oceanography) —Secretaria (oceanografía)
 (From November 1, 1974 —Desde el 1 de noviembre 1974)

ADMINISTRATIVE—ADMINISTRATIVO

- Theodore C. Duffield
 Bookkeeper and administrative assistant—Contador y asistente adminis-
 trativo
- Lucy Dupart
 Bilingual secretary —Secretaria bilingüe
- Jean A. Holmberg
 Switchboard operator —Telefonista
 (To May 3, 1974 —Hasta el 3 de mayo 1974)

Regina A. Newman

Bilingual secretary to Director

—Secretaria bilingüe del Director

Robert L. Sheppard, B.A. (Stanford)

Switchboard operator

—Telefonista

(From April 29, 1974

—Desde el 29 abril 1974)

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted

*Todo el personal de la Jolla, a no ser que se indique de otra manera

TUNA COMMISSION
APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES
FIGURAS Y TABLAS

TABLE 1. Catches (1958-1974), and landings (1945-1974) of yellowfin and skipjack tuna in the CYRA and west of the CYRA, in millions of pounds.
YF = yellowfin, SK = skipjack.

TABLA 1. Capturas (1958-1974) y desembarques (1945-1974) de atún aleta amarilla y de barrilete en el ARCAA y al oeste de ésta en millones de libras. AA = aleta amarilla, B = barrilete.

Year Año	Total CYRA catch Capturas totales del ARCAA			Total CYRA landings Desembarques totales del ARCAA			Total catch outside CYRA Captura total fuera del ARCAA		
	YF AA	SK B	Total	YF AA	SK B	No ident. Sin ident.	Total	YF AA	SK B
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				234.2	110.5	0.7	345.4	—	—
1961	244.3	103.0	347.3	239.8	143.1	—	382.9	—	—
1962	174.1	156.8	330.9	172.5	161.4	—	333.9	—	—
1963	145.5	212.2	357.7	144.3	205.1	—	349.4	—	—
1964	203.9	130.6	334.5	197.7	125.2	—	322.9	—	—
1965	180.1	172.2	352.3	188.7	185.9	—	374.6	—	—
1966	182.3	133.1	315.4	187.9	132.4	—	320.3	—	—
1967	179.3	265.0	444.3	180.8	269.8	—	450.6	—	—
1968	229.2	155.4	384.6	229.1	155.3	—	384.4	2.4	0.0
1969	253.0	128.4	381.4	253.4	129.2	—	382.6	38.4	2.0
1970	285.4	110.9	396.3	284.2	110.4	—	394.6	59.6	12.8
1971	227.0	227.7	454.7	227.6	227.8	—	455.4	46.7	2.3
1972	304.7	71.4	376.1	298.9	70.4	—	369.3	89.5	2.5
1973	359.4	94.8	454.2	358.5	94.8	—	453.3	99.8	3.5
1974*	378.9	168.2	547.1	376.0	164.4	—	540.4	83.4	5.7

* preliminary—preliminar

TABLE 2. Logged yellowfin and skipjack tuna catches by major areas of the CYRA, in thousands of short tons, 1970-1974.

TABLA 2. Capturas registradas de atún aleta amarilla y de barrilete por áreas principales del ARCAA, en miles de toneladas americanas, 1970-1974.

Yellowfin—Atún aleta amarilla											
Area of catch Area de captura	1970	1970	1971	1971	1972	1972	1973	1973	1974*	1974*	
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	
North of 20°N	19.9	9.4	9.4	4.9	4.1	5.3	3.0	5.9	11.2	8.7	
Al norte de los 20°N											
15°-20°N	27.5	0.8	8.9	0.5	9.7	2.1	10.8	3.0	11.4	1.7	
10°-15°N	23.3	0.2	13.6	1.2	23.0	1.5	18.0	1.6	50.1	3.4	
5°-10°N	31.7	0.2	32.9	1.5	58.8	3.4	69.8	8.4	37.1	5.6	
0°- 5°N	2.6	0.0	8.8	0.2	18.1	0.8	10.4	2.1	9.7	2.3	
South of 0°	8.2	2.8	12.5	3.7	8.4	3.8	11.8	4.7	4.0	0.8	
Al sur de los 0°											
Total	113.2	13.4	86.1	12.0	122.1	16.9	123.8	25.7	123.5	22.5	
Skipjack—Barrilete											
North of 20°N	4.0	18.7	13.6	5.7	1.2	6.3	0.8	5.8	2.1	3.1	
Al norte de los 20°N											
15°-20°N	1.8	2.7	1.2	0.3	0.4	0.1	0.6	0.6	1.7	0.5	
10°-15°N	2.1	0.3	4.4	1.0	0.2	0.1	0.1	0.0	17.8	1.4	
5°-10°N	2.4	0.2	20.3	4.8	3.7	0.3	6.7	4.0	19.2	6.6	
0°- 5°	0.2	0.1	1.2	2.8	1.2	0.5	3.6	7.8	7.6	2.8	
South of 0°	4.9	2.1	32.3	4.6	4.0	5.9	4.5	0.8	1.6	0.4	
Al sur de los 0°											
Total	15.4	24.1	73.0	19.2	10.7	13.2	16.3	19.0	50.0	14.8	

NR = non-regulated—sin reglamentación

R = regulated—reglamentada

* = preliminary—preliminar

TABLE 3. Number of tuna fishing vessels operating in the CYRA by flag, gear, size class, and capacity (short tons) during 1974.**TABLA 3.** Número de embarcaciones de pesca atuneras que maniobraron en el ARCAA por bandera, arte, clase de arqueo y capacidad (tonelada americana) durante 1974.

Flag	Gear	Size class—Clase de arqueo						Total no. of vessels No. total de embarcaciones	Total capacity Capacidad total
		1	2	3	4	5	6		
Bandera	Arte								
Bermuda	seiner cerquero						2	2	
Costa Rica	seiner				1	1		2	
Japan*	seiner						1	1	
Total Bermuda, Costa Rica, and Japan								5	2,008
Canada	seiner				2	1	5	8	6,150
Ecuador	baitboat	48		2				50	1,675
	carnada								
	seiner		4	5	6			15	2,302
	bolichera	4						4	110
France	seiner						2	2	3,343
Mexico	baitboat			2				2	270
	seiner			2	9	3	7	21	9,076
Netherlands	seiner						2	2	2,436
Panama	seiner		1	1	1	1	7	11	7,192
Peru	seiner			3	5			8	1,960
Spain	seiner						5	5	5,014
U.S.A.	baitboat	8	29	21	3			61	5,968
	seiner			13	13	7	102	135	104,964
	jig	7						7	150
All flags	seiner		5	24	37	15	131	212	144,445
	baitboat	56	29	25	3			113	7,913
	jig	7						7	150
	bolichera	4						4	110
Total all gear		67	34	49	40	15	131	336	152,618

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

Class	1	2	3	4	5	6	
Seiner		430	3,999	9,745	5,344	124,927	144,445
Baitboat	1,714	2,063	3,418	718			7,913
jig	150						150
bolichera	110						110
Total	1,974	2,493	7,417	10,463	5,344	124,927	152,618

* The number of Japanese longline vessels operating in the CYRA each month during 1974, varied between 12 and 31. Information concerning their capacity is not available.

El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1974, fluctuó entre 12 y 31. No se dispone de la información sobre su capacidad.

TUNA COMMISSION

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 arqueo, correspondiente a embarcaciones con base en los Estados Unidos (incluyendo a Puerto Rico) durante viajes no reglamentados.

BAITBOATS—EMBARCACIONES DE CARNADA								
Class Clase	Yellowfin—Atún aleta amarilla				Skipjack—Barrilete			
	1971	1972	1973	1974*	1971	1972	1973	1974*
1	1,522	2,853	170	778	2,044	616	796	618
2	2,209	5,116	1,094	1,260	5,421	2,037	1,140	1,740
3	2,463	5,547	1,648	2,248	10,582	2,445	1,364	2,410
4	5,334	6,988	3,606	3,704	8,538	1,750	4,802	1,734
5	—	—	—	—	—	—	—	—
6	—	—	—	—	—	—	—	—
	Standardized to Class 4—normalizados a la Clase 4							
	4,397	8,417	2,375	2,912	10,081	3,006	2,478	2,910
PURSE SEINERS—EMBARCACIONES CERQUERAS								
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	7,219	8,734	5,032	21,064	3,602	68	214	182
4	7,468	8,775	8,016	14,332	4,665	262	266	2,686
5	8,812	14,263	8,052	11,248	8,168	979	1,080	3,012
6	20,612	31,855	25,738	21,022	17,039	2,787	3,166	7,638
	Standardized to Class 3—normalizados a la Clase 3							
	10,428	18,175	14,990	13,535	8,537	1,498	1,798	4,705

* 1974 is preliminary—1974 es preliminar

TABLE 5. Catch per ton of carrying capacity (all species), gross earnings per ton of carrying capacity, and average gross earnings per vessel for California- and Puerto Rico- based purse seiners, 1963-1974.

TABLA 5. Captura por tonelada de capacidad de acarreo (todas las especies), ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo y promedio de la ganancia bruta por embarcación cerquera basada en California y Puerto Rico, 1963-1974.

Capacity Year-Año	Size class—Clase de arqueo							All classes Todas las clases	
	3 101-200	4 201-300	5 301-400	6 401-600	7* 601-800	8** 801-1000	9** 1001-1200	10 1201 +	
	Catch per ton of carrying capacity—Captura por tonelada de capacidad de acarreo								
1963	4.76	4.33	4.07	3.49	2.49				3.88
1964	4.56	4.50	4.12	3.67	2.48				3.74
1965	4.14	3.68	4.16	3.11	3.32				3.71
1966	4.80	3.87	3.98	3.75	3.02				3.80
1967	6.64	5.19	4.92	5.12	4.27				5.03
1968	4.57	3.98	4.09	4.26	4.00	3.92			4.10
1969	5.11	3.48	3.65	4.34	4.09	3.45			3.87
1970	4.96	3.85	3.77	4.06	4.21	3.06	2.82		3.80
1971	4.26	2.92	2.97	3.27	4.33	3.59	2.80	3.69	3.43
1972	5.31	2.56	3.03	3.12	3.83	2.73	2.12	2.17	2.88
1973	3.62	2.71	2.47	2.71	3.09	2.51	2.48	2.28	2.59
1974	4.69	3.70	3.01	2.55	2.63	2.02	2.53	2.10	2.47
	Gross earnings per tons of carrying capacity—Ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo								
1963	\$1,153	\$1,050	\$1,068	\$ 776	\$ 552				\$ 917
1964	1,145	1,113	1,009	876	560				910
1965	1,077	974	1,073	776	764				938
1966	1,462	1,256	1,298	1,217	912				1,210
1967	1,572	1,251	1,199	1,172	914				1,172
1968	1,327	1,189	1,220	1,258	1,155	\$1,136			1,205
1969	1,533	1,078	1,142	1,380	1,290	1,070			1,208
1970	1,658	1,322	1,299	1,428	1,483	1,061	\$ 961		1,319
1971	1,391	1,105	1,322	1,312	1,729	1,388	1,073	\$1,407	1,332
1972	1,877	1,020	1,278	1,364	1,676	1,190	918	939	1,235
1973	1,263	1,136	1,065	1,275	1,480	1,193	1,173	1,062	1,203
1974	2,270	1,953	1,599	1,439	1,500	1,142	1,429	1,168	1,383
	Gross earnings per vessel—thousands of dollars—Ganancia bruta por barco—miles de dólares								
1963	\$189	\$268	\$363	\$354	\$ 446				
1964	187	284	345	398	456				
1965	181	252	369	362	627				
1966	246	320	448	570	792				
1967	263	319	413	547	779				
1968	223	303	426	617	751	\$1,059			
1969	264	275	403	680	855	987			
1970	282	337	459	724	1,007	954	\$1,018		
1971	234	278	402	672	1,181	1,227	1,154	\$2,180	
1972	323	277	459	720	1,170	1,903	989	1,354	
1973	224	299	400	683	1,032	1,101	1,269	1,616	
1974	381	508	603	787	1,053	1,035	1,543	1,806	

*Classes 7, 8, and 9 combined 1963-1967.—Clases 7, 8 y 9 combinadas 1963-1967

**Classes 8 and 9 combined 1968-1969.—Clases 8 y 9 combinadas 1968-1969

TABLE 7. Catches and CPSDF of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean.

Year Año	Yellowfin Atún aleta amarilla				Skipjack Barrilete				Both species Ambas especies			
	Inside CYRA En el ARCAA		Outside CYRA Fuera del ARCAA		Inside CYRA En el ARCAA		Outside CYRA Fuera del ARCAA		Total	Both areas Ambas áreas		
	Expected esperada	Observed observada	Catch Captura	Observed observada	Catch Captura	Observed observada	Catch Captura	Observed observada	Catch Captura	Total total		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1968	—	6.1	114.6	—	1.2	115.8	3.6	77.7	—	—	77.7	193.5
1969	5.1	5.9	126.5	7.8	19.2	145.7	2.1	64.2	0.6	1.0	65.2	210.9
1970	4.0	6.0	142.7	4.6	29.7	172.4	1.8	55.4	1.5	6.4	61.8	234.2
1971	3.0	4.2	113.1	4.9	23.4	136.5	4.0	113.8	0.3	1.2	115.0	251.9
1972	—	6.0	152.2	5.5	44.8	197.0	1.0	35.8	0.2	1.2	37.0	234.0
1973	—	5.2	178.0	5.9	49.5	227.5	1.2	46.6	0.2	1.2	47.8	275.3
1974	—	4.6	189.4	5.1	41.7	231.1	2.4	84.1	0.6	2.8	86.9	318.0

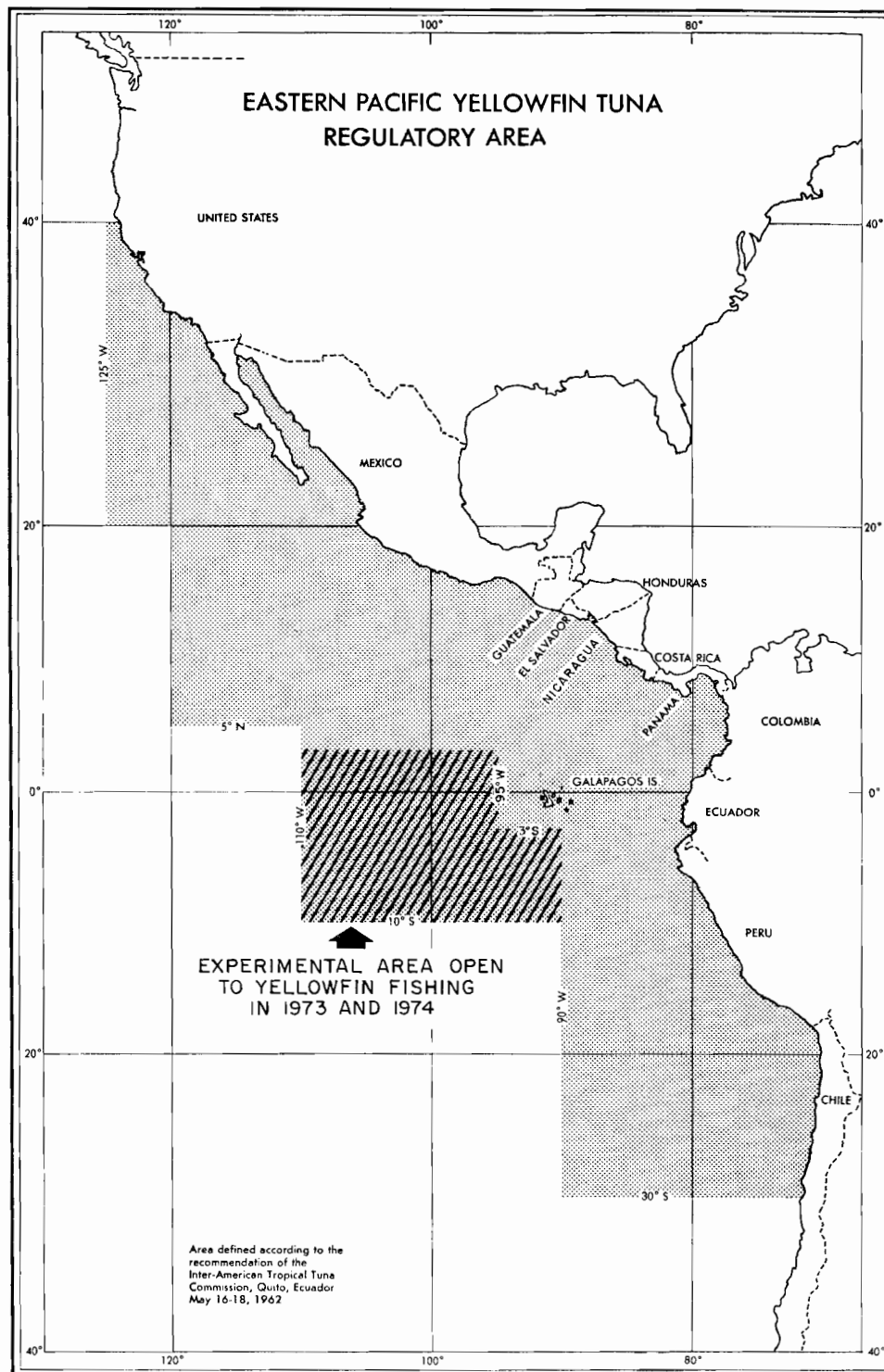
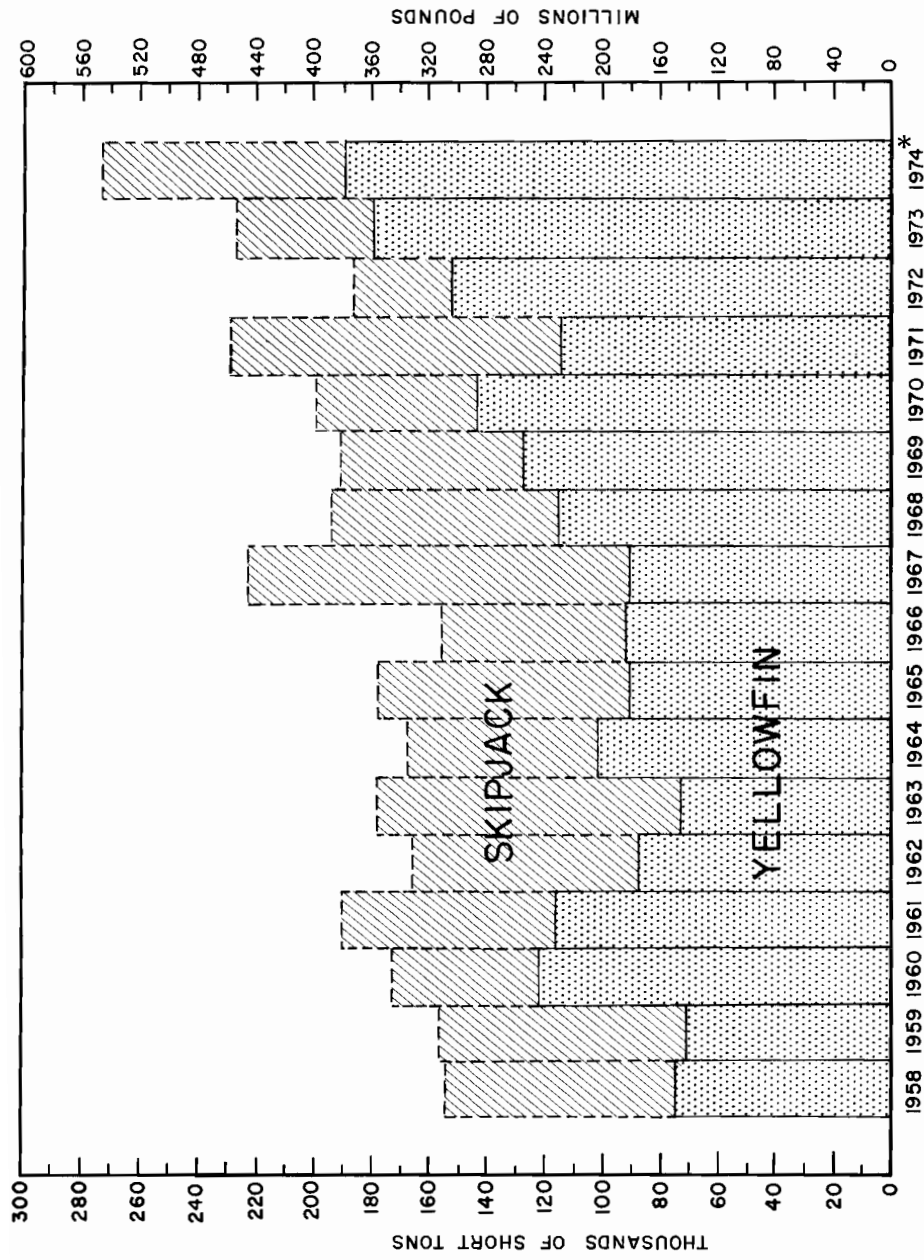


Figure 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

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



*PRELIMINARY ESTIMATES

Figure 2. Combined-species catches from the CYRA, 1958-1974.

Figura 2. Captura de especies combinadas en el ARCAA, 1958-1974.

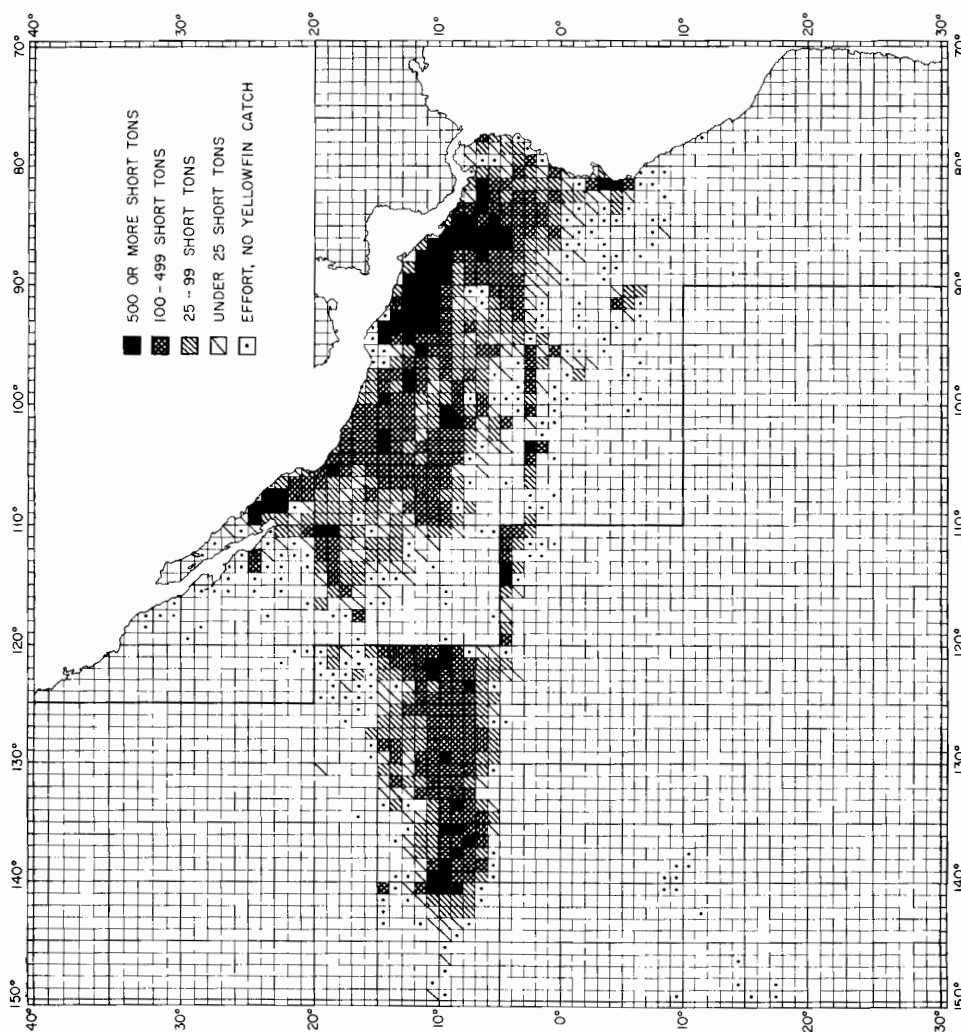


Figure 3. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1974 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

Figura 3. Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1974, por áreas de 1° correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora con excepción de viajes reglamentados en el ARCAA.

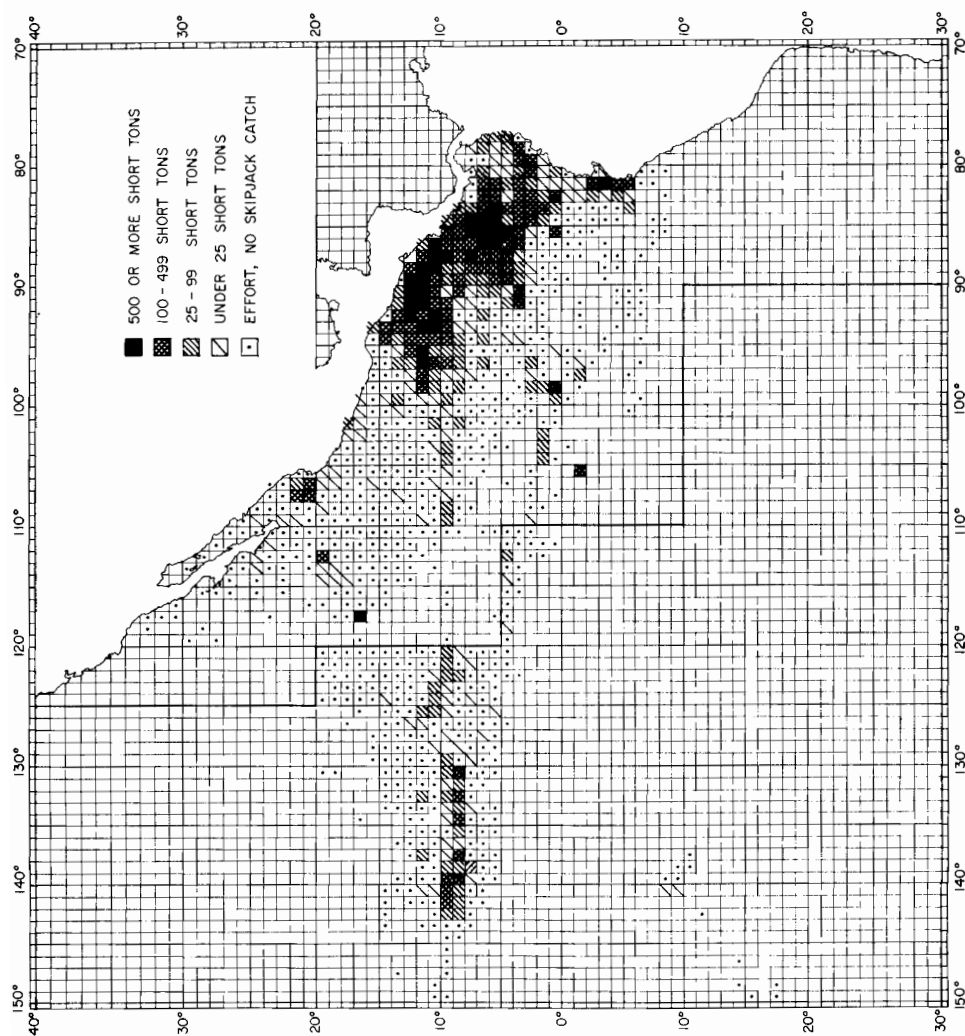


Figure 4. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1974 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained except regulated trips within the CYRA.

Figura 4. Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1974, por áreas de 1° correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora con excepción de viajes reglamentados en el ARCAA.

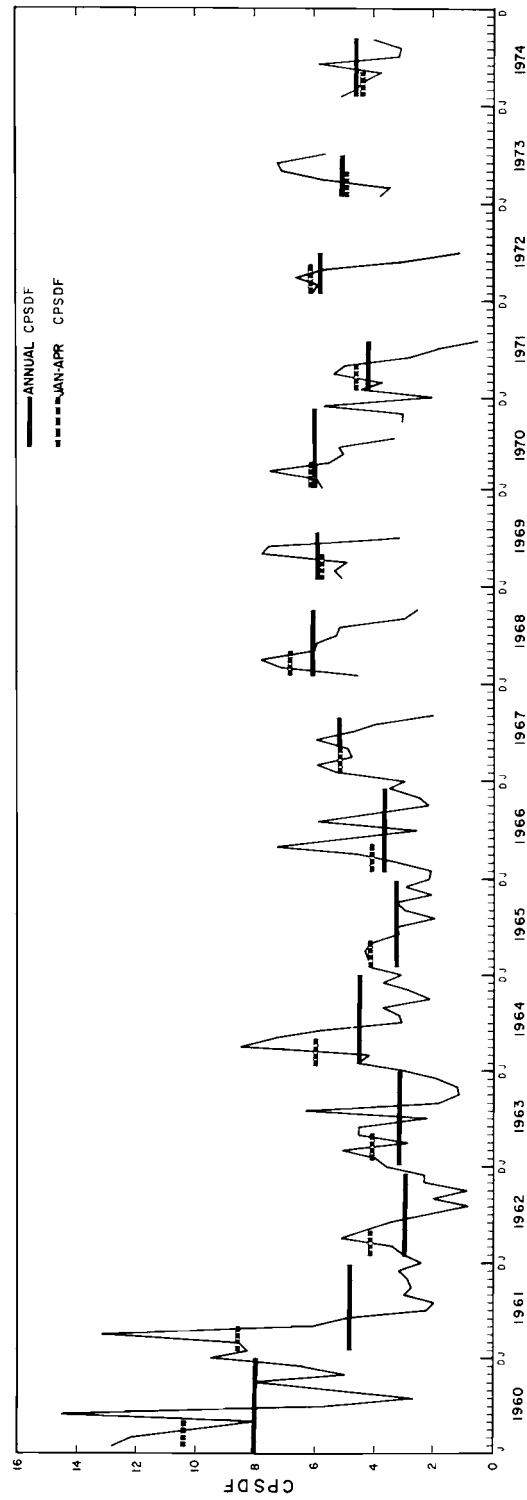


Figure 5. Catch per standard day's fishing for yellowfin, in class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1974. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1974 are preliminary.

Figura 5. Captura por día normal de pesca del aleta amarilla, en unidades de la clase 3 de arqueo en el ARCAA durante 1960-1974. Se emplean solamente los datos de viajes no reglamentados. Los valores de 1974 son preliminares.

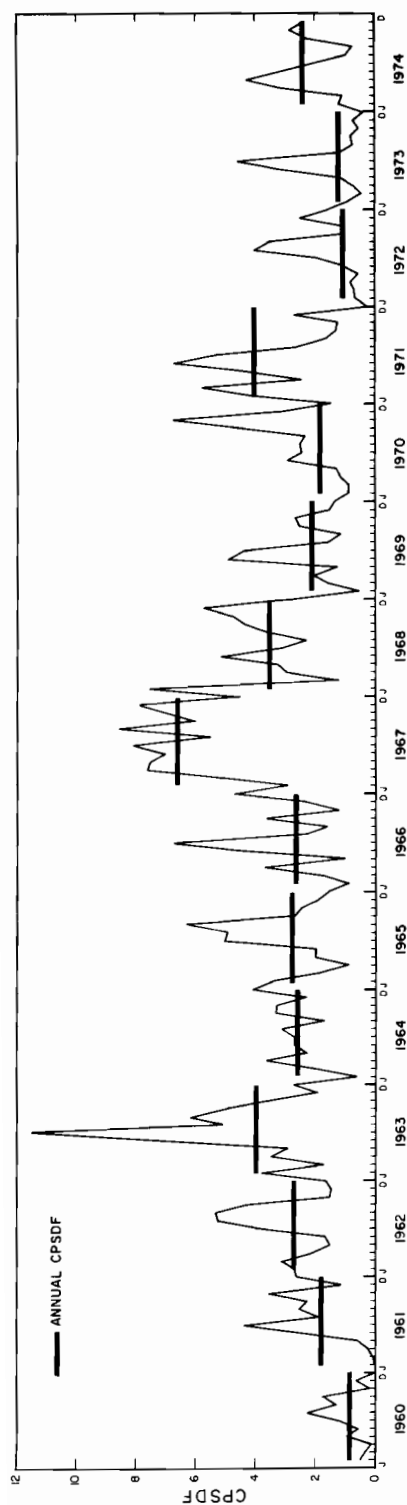


Figure 6. Catch per standard day's fishing for skipjack, in class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1974. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1974 are preliminary.

Figura 6. Captura por día normal de pesca del barrilete, en unidades de la clase 3 de arqueo en el ARCAA durante 1960-1974. Se emplean solamente los datos de viajes no reglamentados. Los valores de 1974 son preliminares.

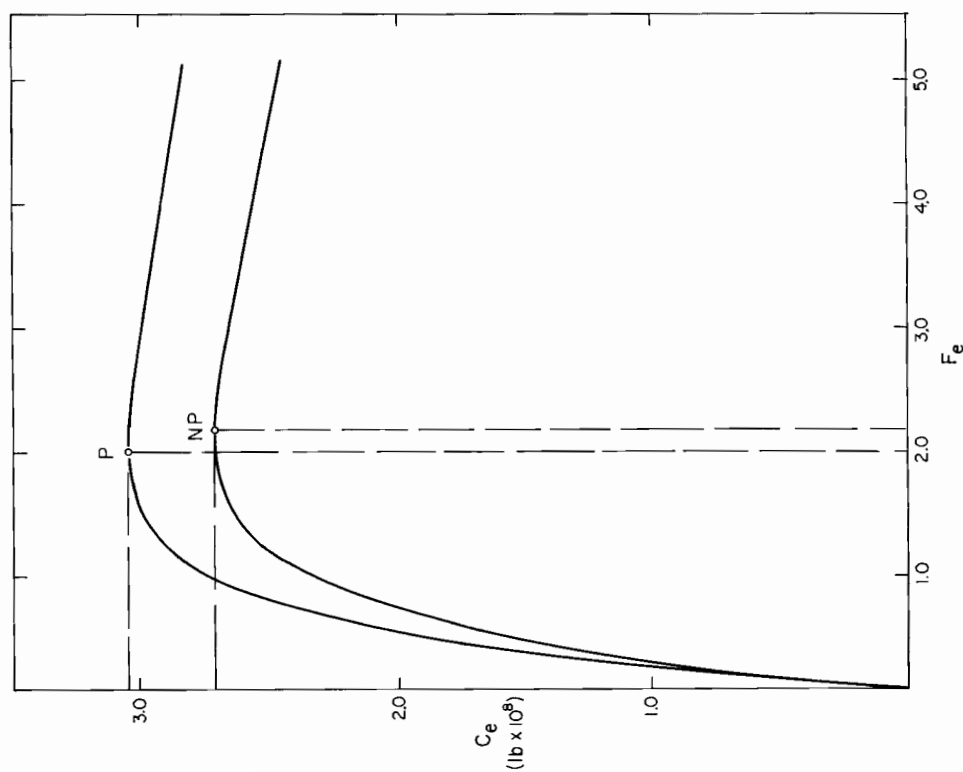


Figure 7. Equilibrium catch plotted against equilibrium effort under simulated fishing conditions.

Figura 7. La captura equilibrada graficada contra el esfuerzo equilibrado bajo condiciones simuladas de pesca.

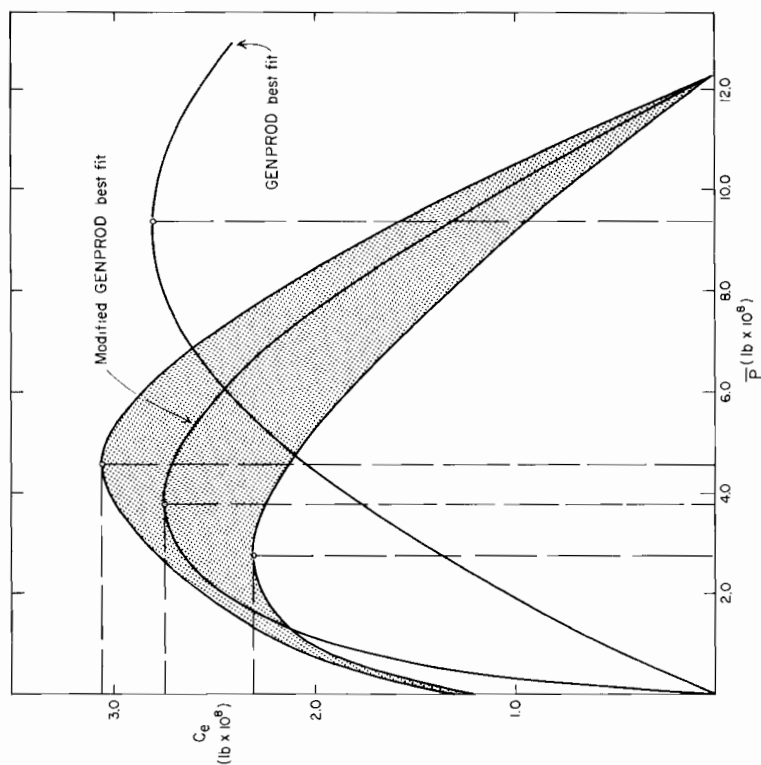


Figure 8. Estimates of equilibrium catch plotted against population biomass for 30 year simulation.

Figura 8. Estimaciones de la captura equilibrada graficadas contra la biomasa de la población en una simulación de 30 años.

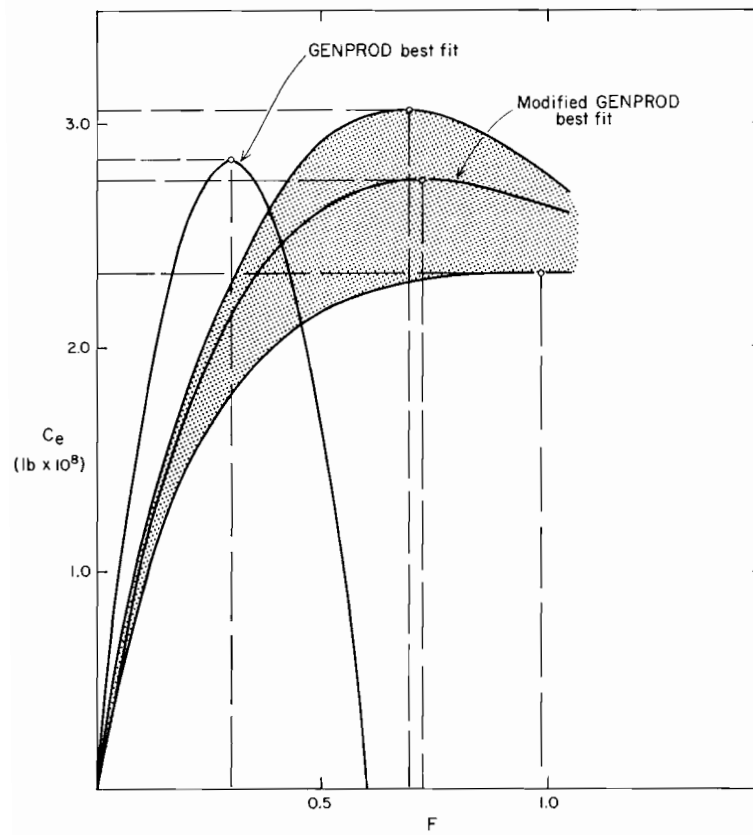


Figure 9. Estimates of equilibrium catch against fishing mortality for 30 year simulation.

Figura 9. Estimaciones de la captura equilibrada graficadas contra la mortalidad de pesca en una simulación de 30 años.

TUNA COMMISSION

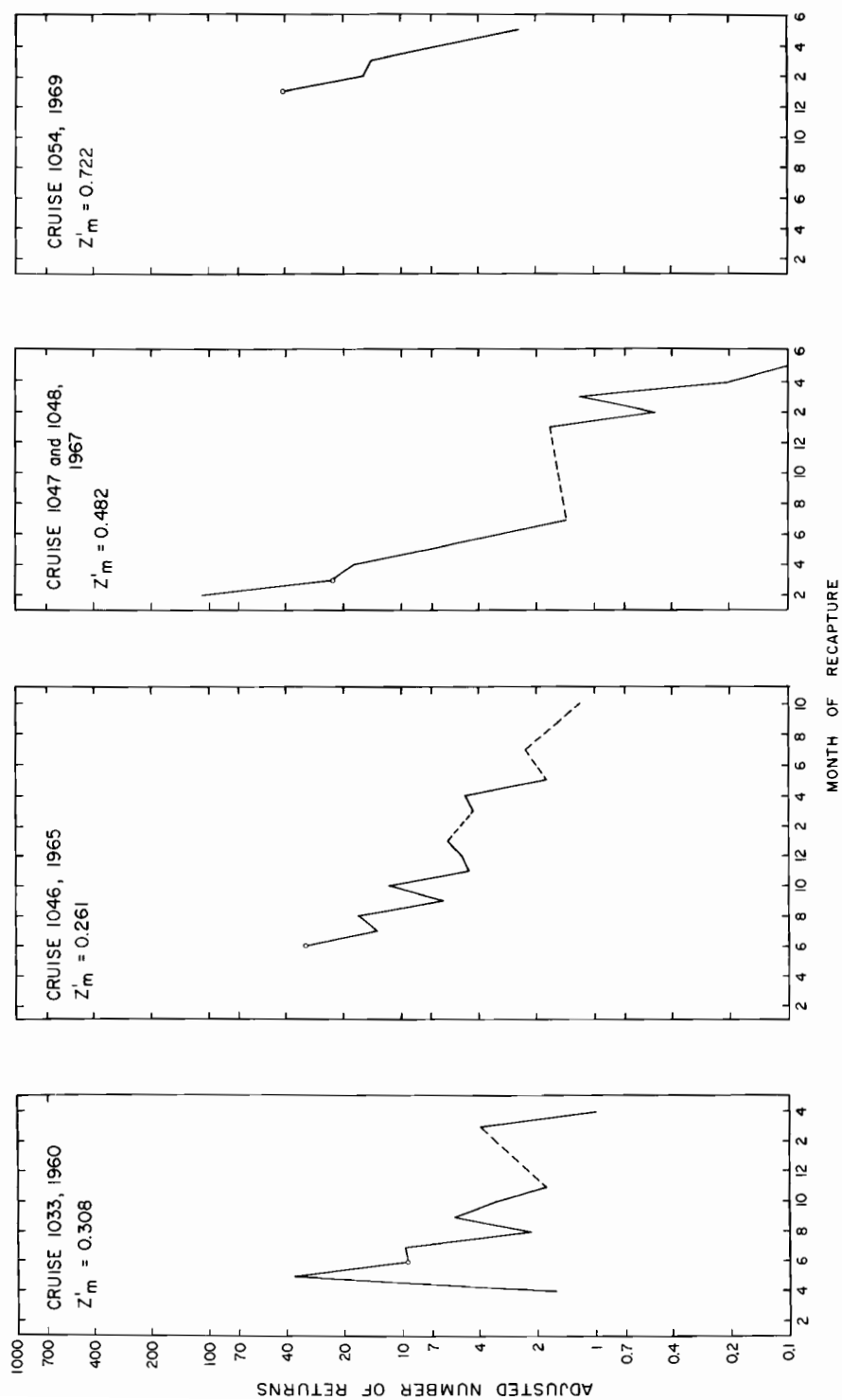


Figure 10. Adjusted returns by month of recapture for tagged yellowfin released in the Revillagigedo Islands area.

Figura 10. Recuperaciones ajustadas por mes de recaptura correspondiente a atunes aleta amarilla marcados y liberados en el área de las Islas Revillagigedo.

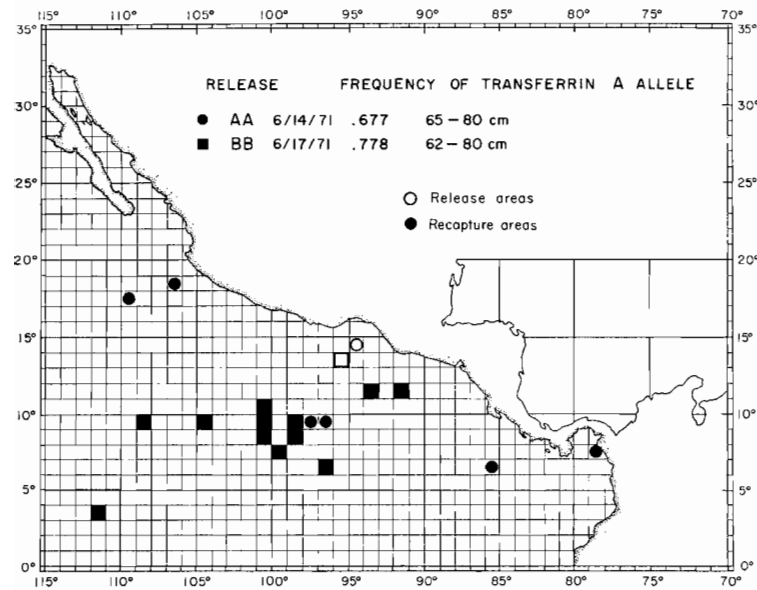


Figure 11. Distribution of tag returns from two genetically distinct (and homogeneous) schools of yellowfin of similar size composition.

Figura 11. Distribución de la recuperación de marcas de dos cardúmenes distintos genéticamente (y homogéneos) de aleta amarilla de composición similar de talla.

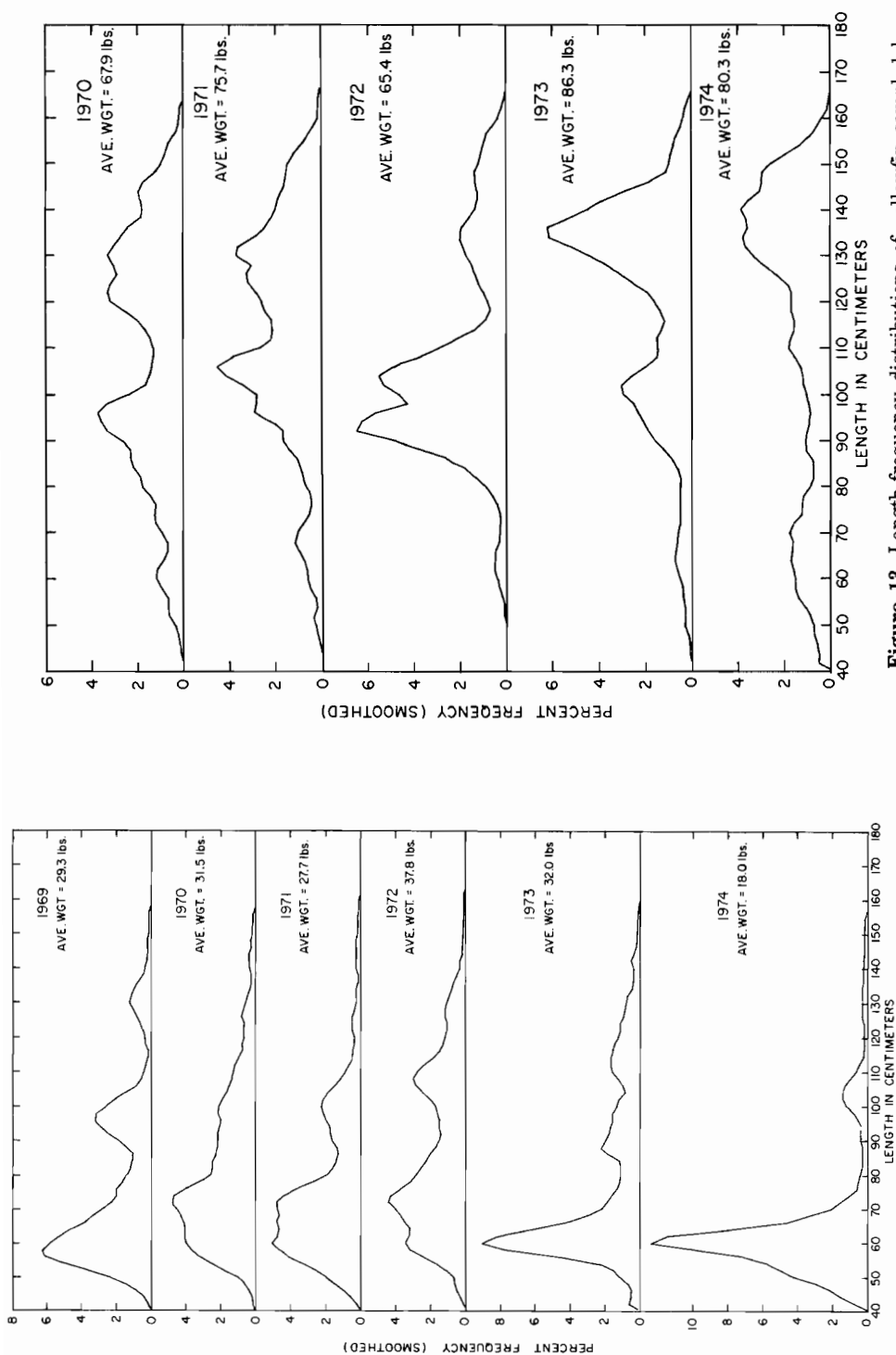


Figure 12. Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA, 1969-1974.

Figura 12. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA, 1969-1974.

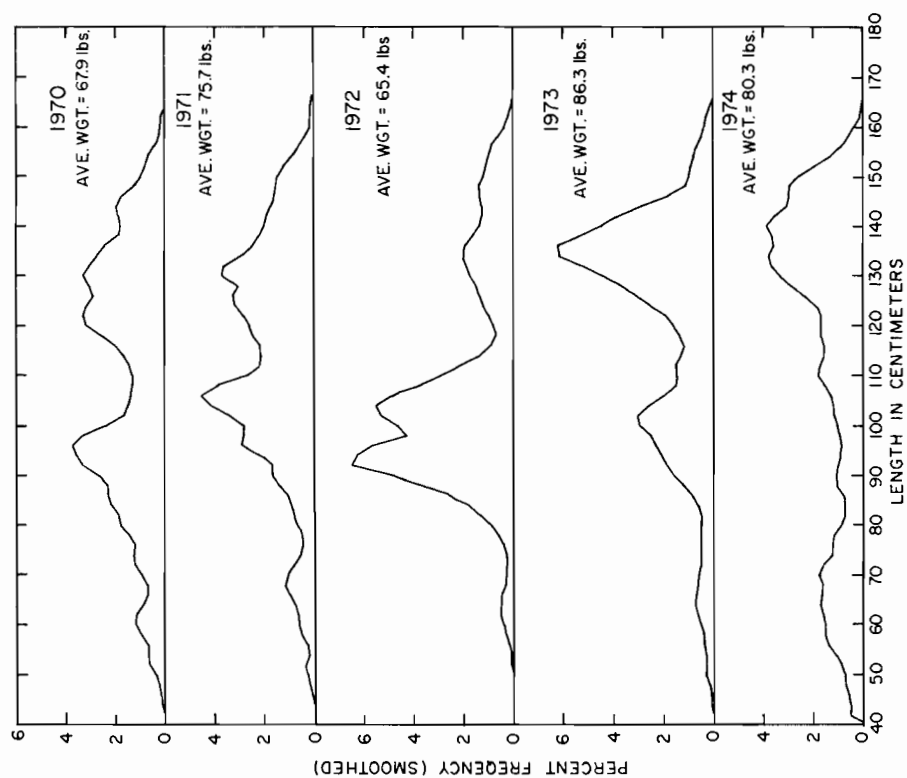


Figure 13. Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150°W, 1970-1974.

Figura 13. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado entre los límites del ARCAA y los 150°W, 1970-1974.

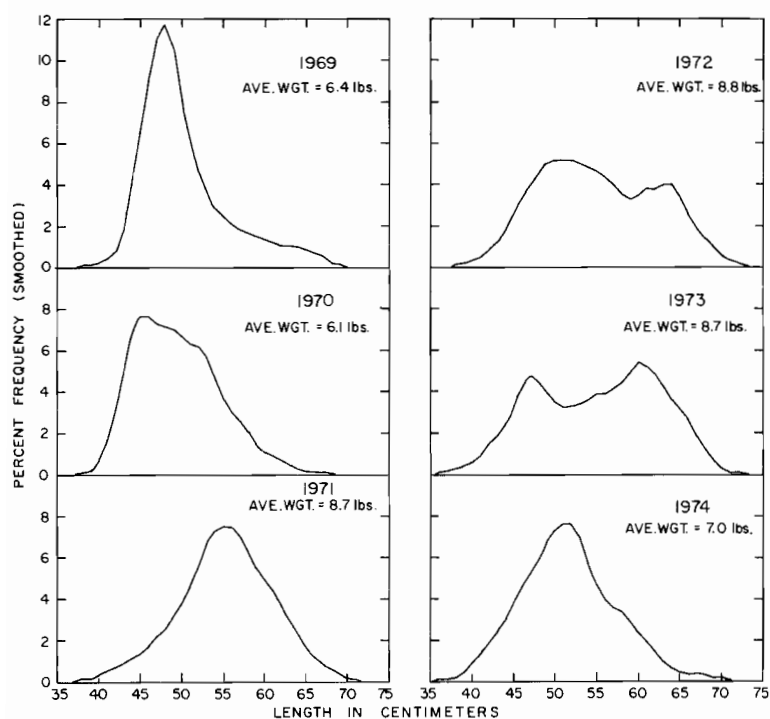


Figure 14. Length-frequency distributions of skipjack sampled in the eastern Pacific Ocean, 1969-1974.

Figura 14. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, 1969-1974.

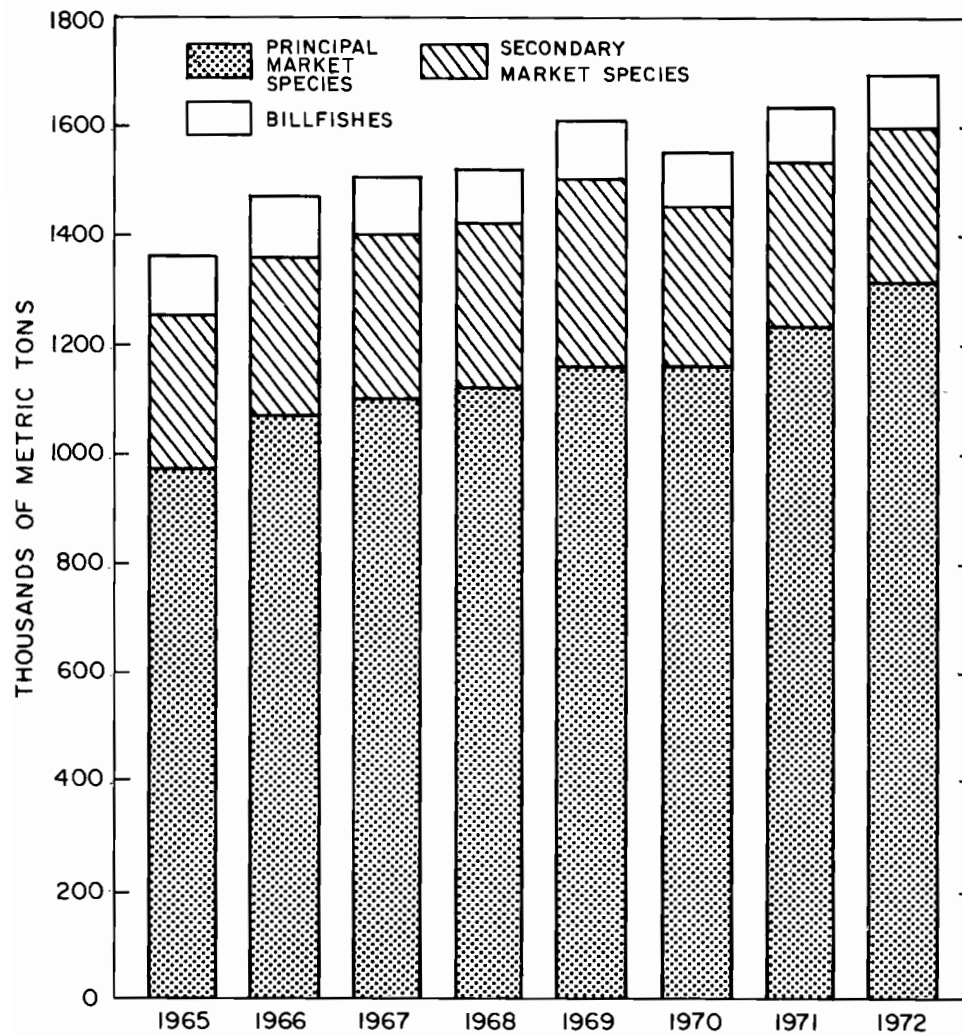


Figure 15. Total estimated world catches of tunas and billfishes, 1965-1972.

Figura 15. Estimación total de las capturas mundiales de atunes y peces espada, 1965-1972.

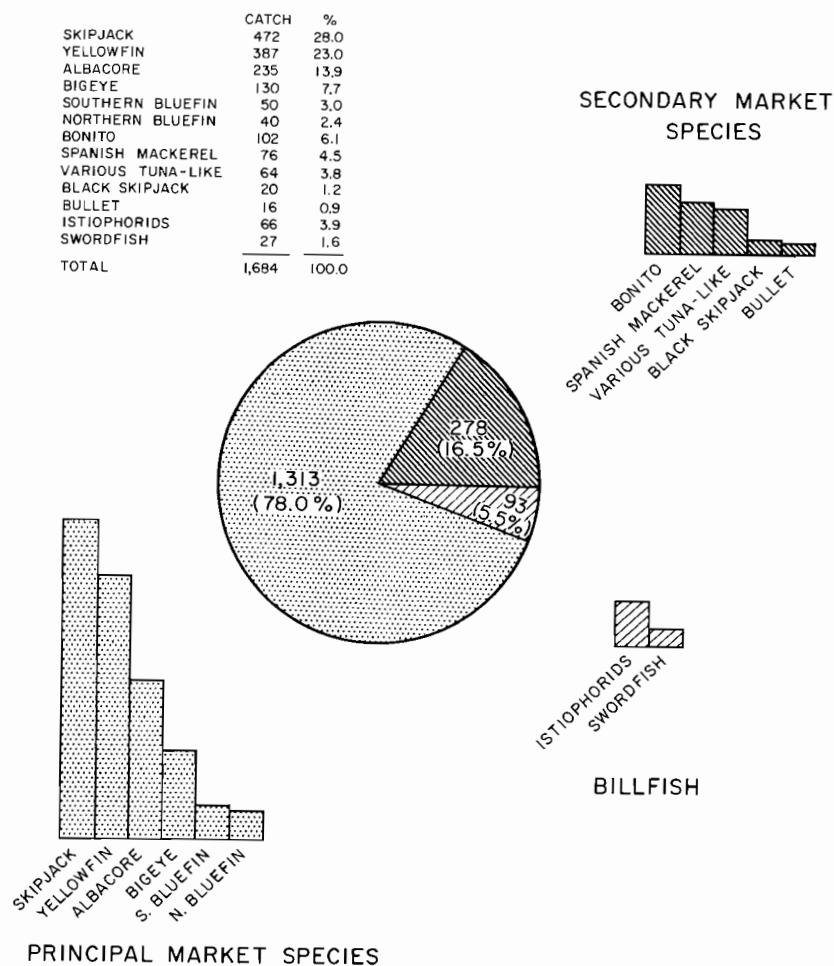


Figure 16. Total estimated world catches of tunas and billfishes, 1972, by major groups and species, in metric tons.

Figura 16. Estimación total de las capturas mundiales de atunes y peces espada, 1972, por grupos principales y especies, en toneladas métricas.

TUNA COMMISSION

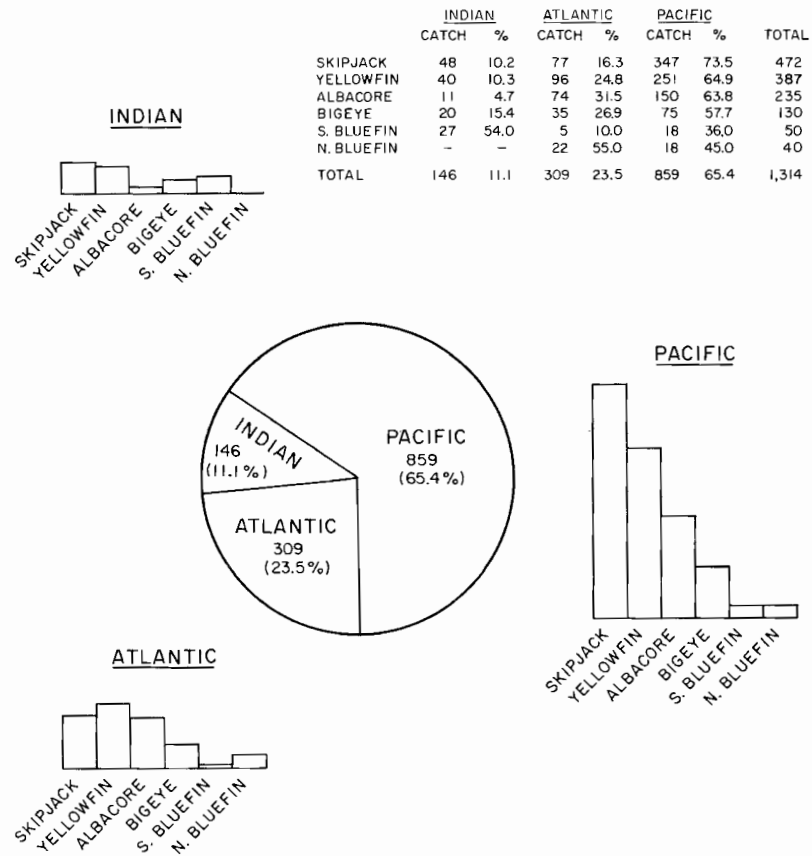


Figure 17. Total estimated world catches of the principal market species of tunas, 1972, by oceans and species, in metric tons.

Figura 17. Estimación total de las capturas mundiales de las especies principales comerciales de atunes, 1972, por océanos y especie, en toneladas métricas.

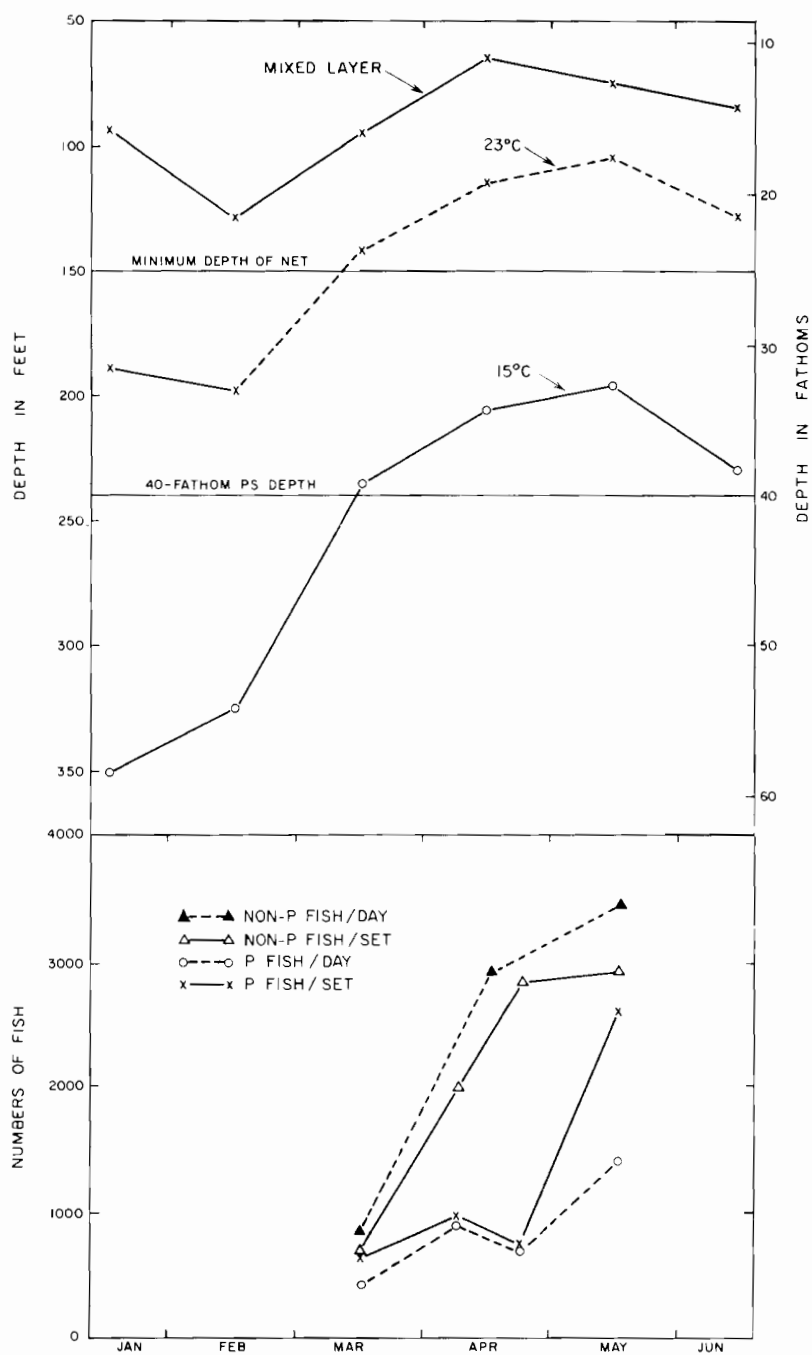


Figure 18. Depths of mixed layer and 23°C and 15°C isotherms, and catches per unit of effort of small yellowfin.

Figura 18. Profundidad de la capa mixta y de las isothermas de 23°C y 15°C, y capturas por unidad de esfuerzo de aleta amarilla pequeños.

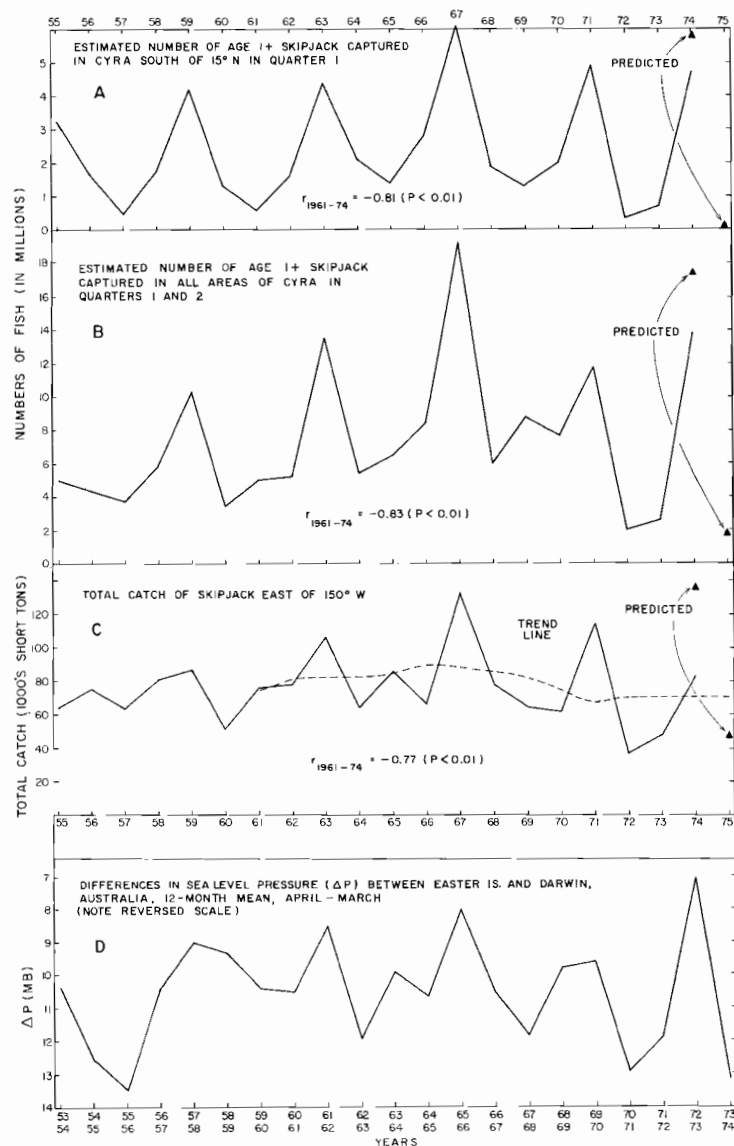


Figure 19. A, estimated numbers of age-1 + skipjack caught in the CYRA south of 15°N in the first quarter; B, estimated numbers of age-1 + skipjack caught in all parts of the CYRA in the first two quarters; C, total catch of skipjack of all ages east of 150°W and the trend line based on 4-year running means; D, Southern Oscillation index (12-month mean difference in sea-level atmospheric pressure between Easter Island and Darwin, Australia, for the period April-March.)

Figura 19. A, Cantidad estimada de barrilete de 1 + año capturado en el ARCAA al sur de los 15°N en el primer trimestre; B, cantidad estimada de barrilete de 1 + año capturado en todas las partes del ARCAA en los dos primeros trimestres; C, captura total de barrilete de todas las edades al este de los 150°W y la línea de tendencia basada en medias móviles de 4 años; D, índice de la Oscilación Austral (diferencia media en la presión atmosférica al nivel del mar de 12 meses, entre la Isla de Pascua y Darwin, Australia, durante el período de abril a marzo).

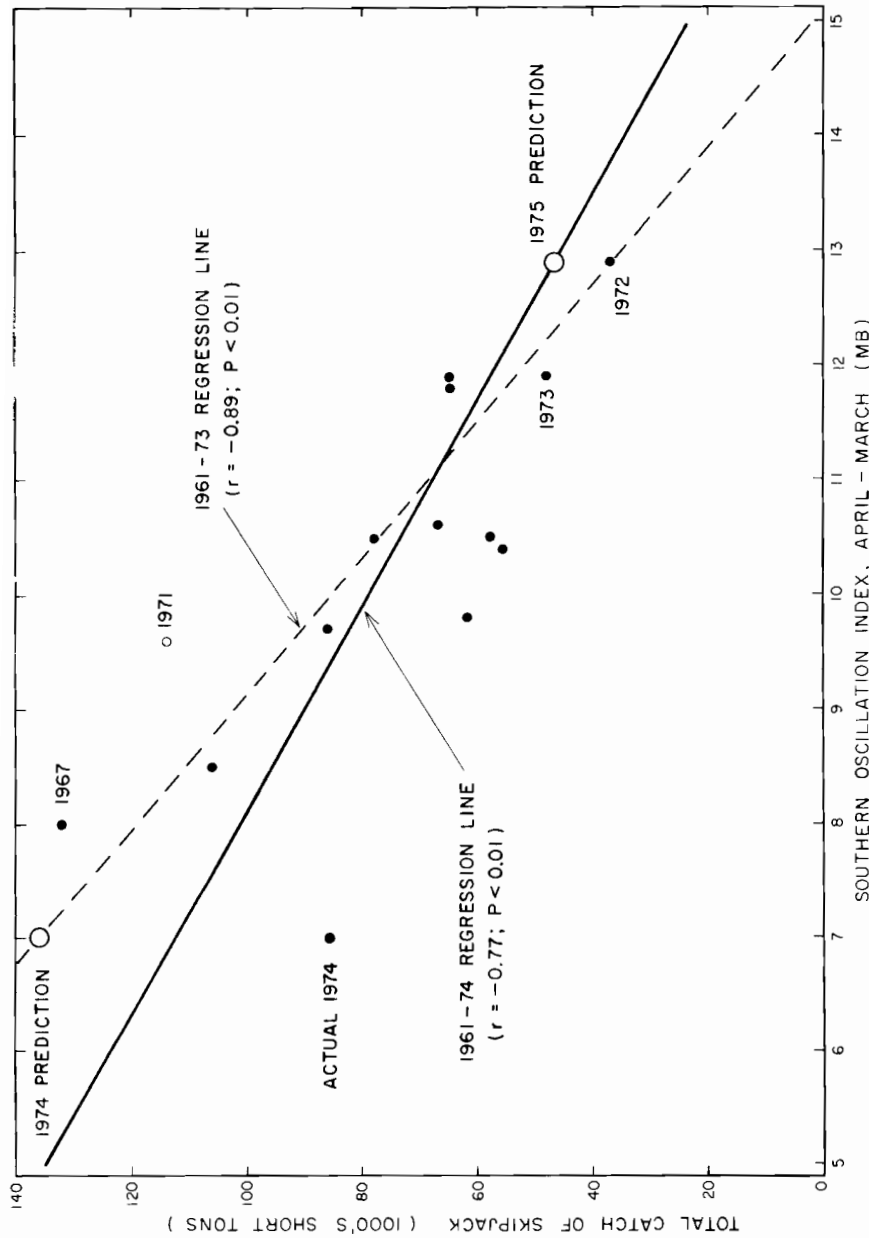


Figure 20. Relationships of the catches of skipjack by purse-seiners and baitboats in the Pacific Ocean east of 150°W to the Southern Oscillation indices about 1½ years earlier. The broken and solid regression lines are derived from the 1961-1973 and 1961-1974 data, respectively. The predicted values for 1974 and 1975 are shown by open circles.

Figure 20. Relación que existe entre las capturas de barrilete por embarcaciones cerqueras y de carnada en el Océano Pacífico al este de los 150°W y los índices de la Oscilación Austral año y medio antes. La línea de regresión a puntos y a trazos se deriva de los datos de 1961-1973 y 1961-1974 respectivamente. Los valores pronosticados de 1974 y 1975 se presentan mediante círculos en blanco.

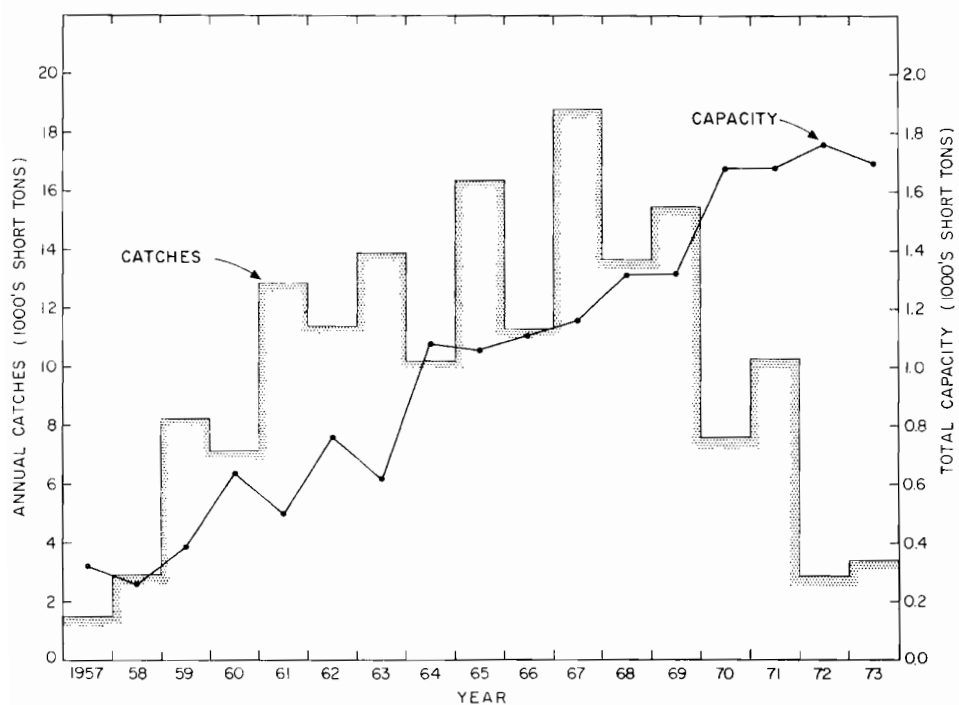


Figure 22. Annual catches of skipjack by small Ecuadorian baitboats, and their total capacity.

Figura 22. Capturas anuales de barrilete por embarcaciones pequeñas de carnada ecuatorianas, y su capacidad total.

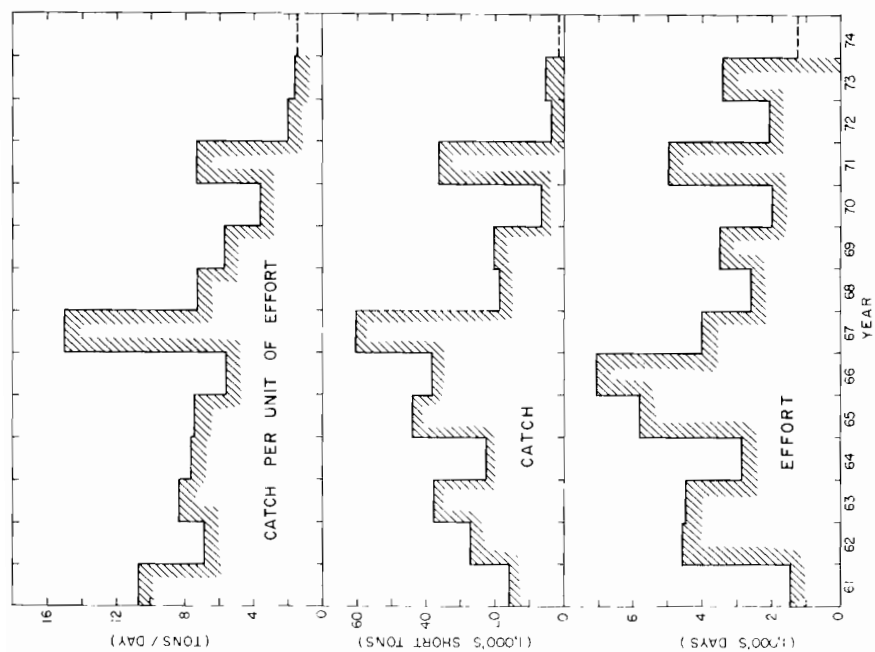


Figure 21. Annual values of standardized effort, catch of skipjack, and catch per unit of effort of skipjack south of the equator by the high-seas purse-seiners from which logbook data were obtained.

Figura 21. Valores anuales del esfuerzo normalizado, captura de barrilete y captura por unidad de esfuerzo del barrilete al sur del ecuador de los cerqueros de altura, de los cuales se obtuvieron los datos de bitácora.

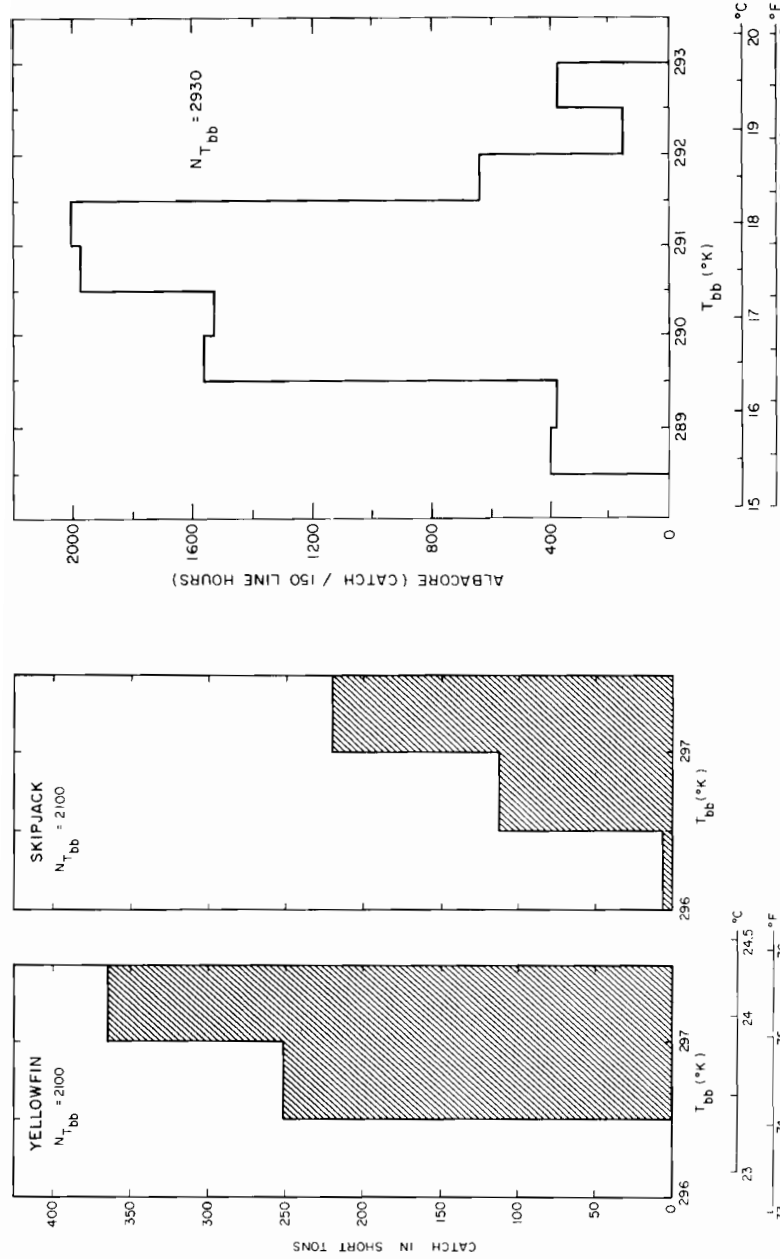


Figure 23. Histograms of yellowfin and skipjack catch and corrected T_{bb} values for the Galapagos Islands study. $N_{T_{bb}}$ is the number of satellite temperatures used in the study.

Figura 23. Histogramas de la captura de aleta amarilla y barrilete, y valores corregidos de la T_{cn} del estudio de las Islas Galápagos. $N_{T_{cn}}$ es el número de las temperaturas del satélite usadas en este estudio.

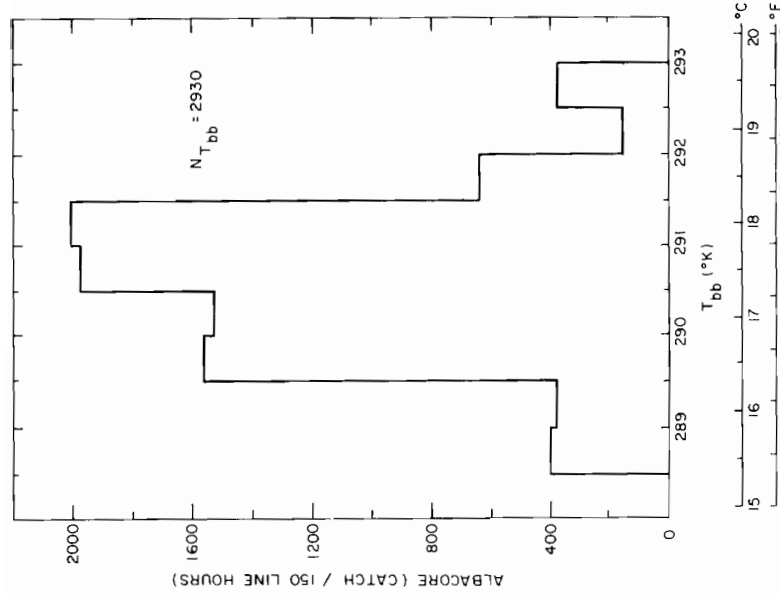


Figure 24. Histogram of albacore catch and corrected T_{bb} values for the albacore study. $N_{T_{bb}}$ is the number of satellite temperatures used in the study.

Figura 24. Histograma de la captura del albacora y valores corregidos de la T_{cn} correspondientes al estudio de esta especie. $N_{T_{cn}}$ es el número de las temperaturas del satélite usadas en este estudio.

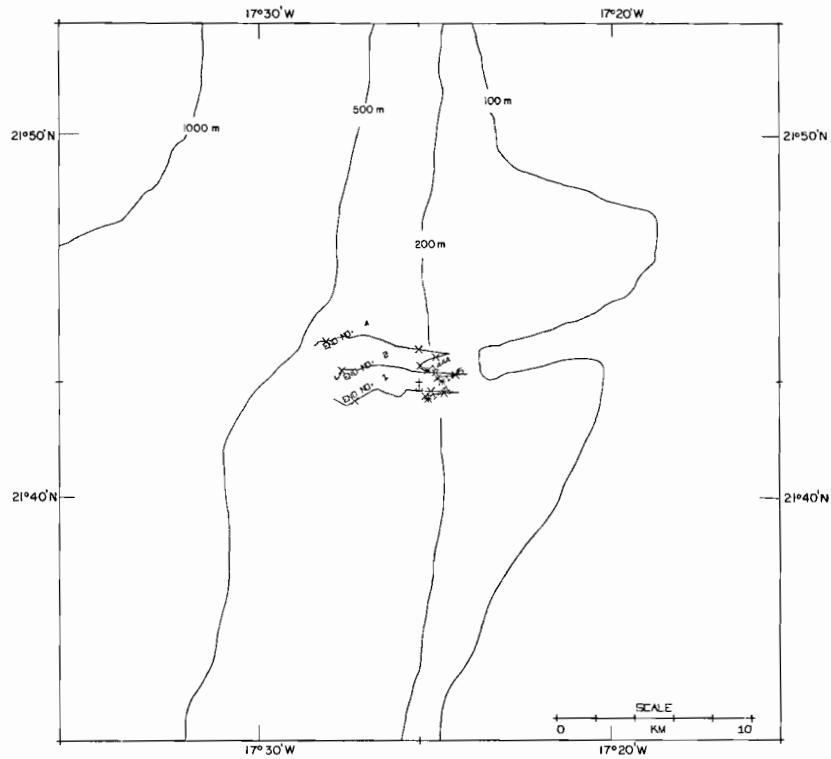


Figure 25. Trajectories of the drogues in the surface layer (10-m depth) off northwest Africa. The consecutive x's along the trajectories represent time intervals of 6 hours.

Figura 25. Derroteros de los paracaídas flotantes en la capa superficial (10-m de profundidad) frente al noroeste del Africa. Las x consecutivas a lo largo de los derroteros representan intervalos de tiempo de 6 horas.

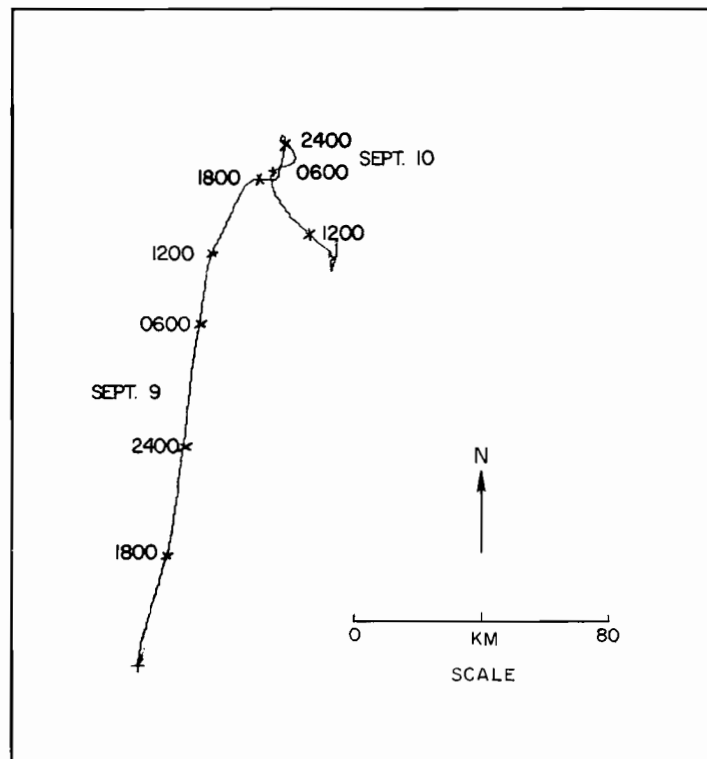


Figure 26. Progressive vector diagram of a current meter moored 7 m below the surface at Bahia Santa Elena. The trajectory is produced by connecting the ends of the consecutive velocity vectors.

Figura 26. Diagrama progresivo del vector de un correntómetro anclado 7 m debajo de la superficie en la Bahía Santa Elena. El derrotero se produce al conectar los extremos de los vectores consecutivos de velocidad.

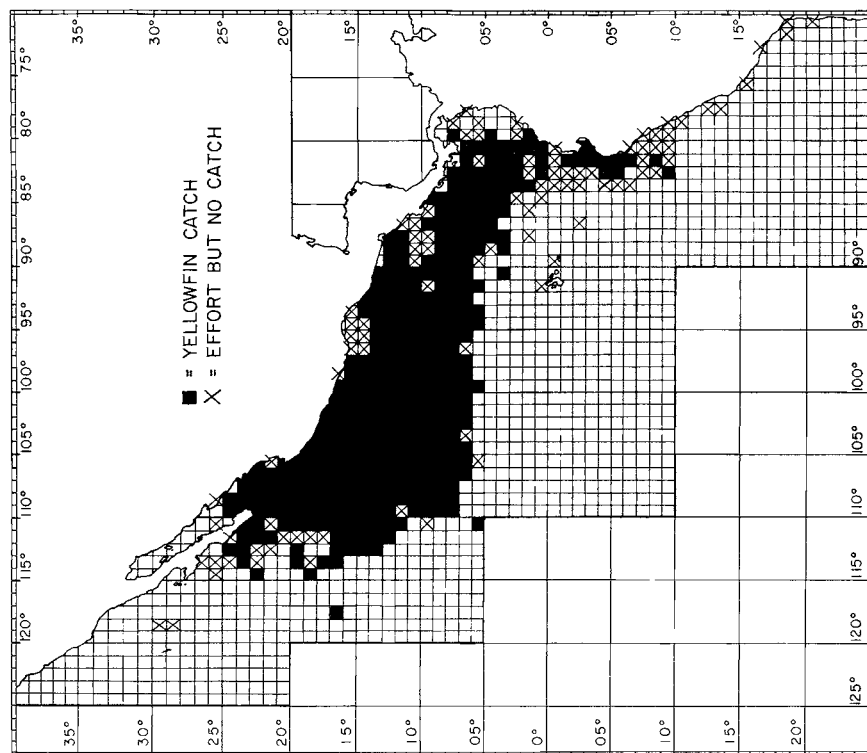


Figure 28. One-degree areas within the CVRA where yellowfin were captured by purse-seine vessels during 1969.

Figura 28. Areas de un grado en el ARCAA donde las embarcaciones cerqueras capturaron aleta amarilla durante 1969.

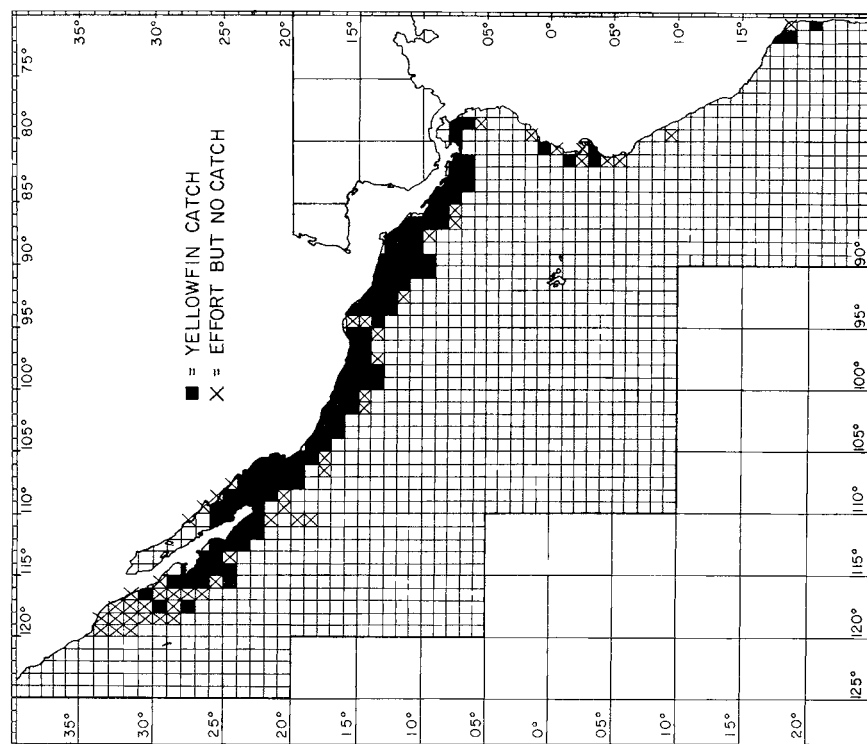


Figure 27. One-degree areas where yellowfin were captured by purse-seine vessels during 1960.

Figura 27. Areas de un grado donde las embarcaciones cerqueras capturaron aleta amarilla durante 1960.

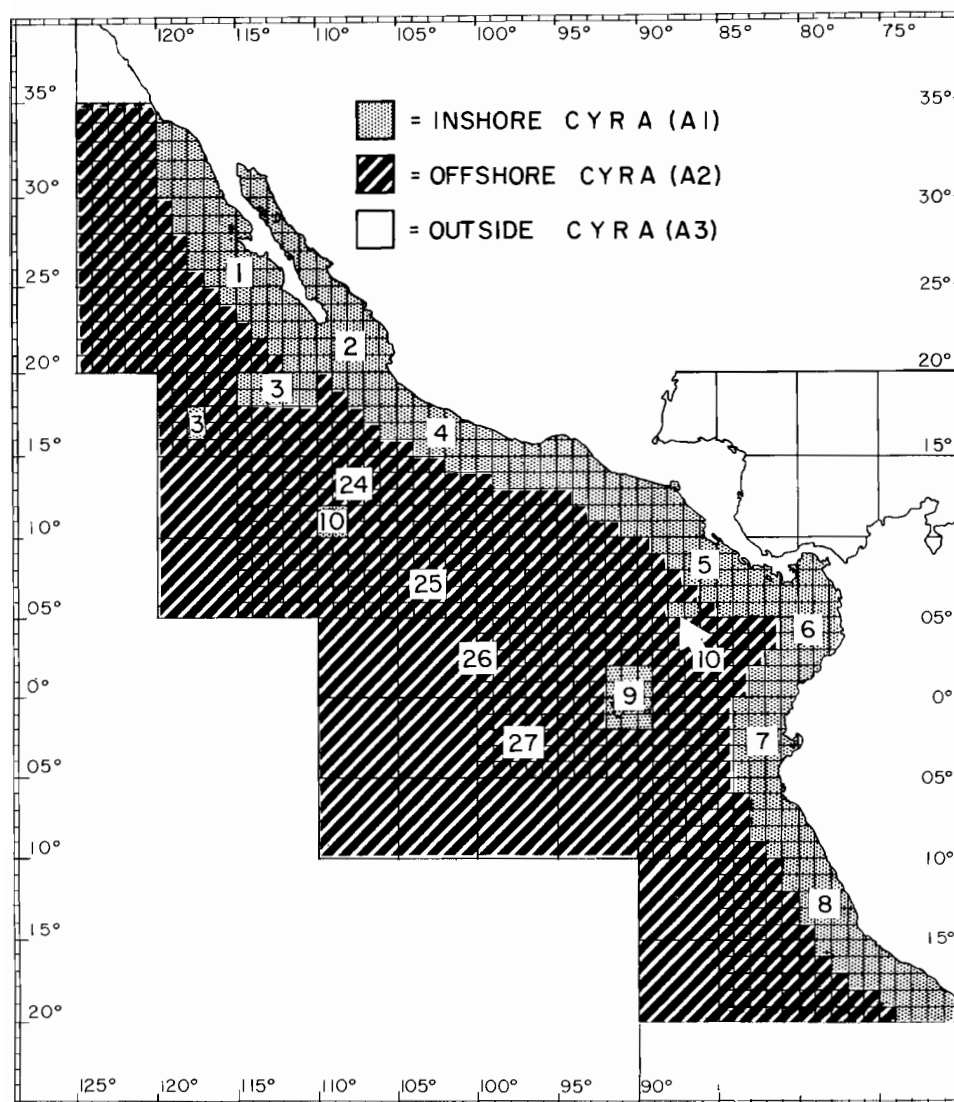


Figure 29. The eastern Pacific Ocean, showing Areas A1, A2, and A3. The numbers within the areas designate subareas used for size composition studies.

Figura 29. El Océano Pacífico oriental, mostrando las Areas A1, A2, y A3. Las cifras en las áreas indican subáreas usadas en los estudios de la composición de talla.

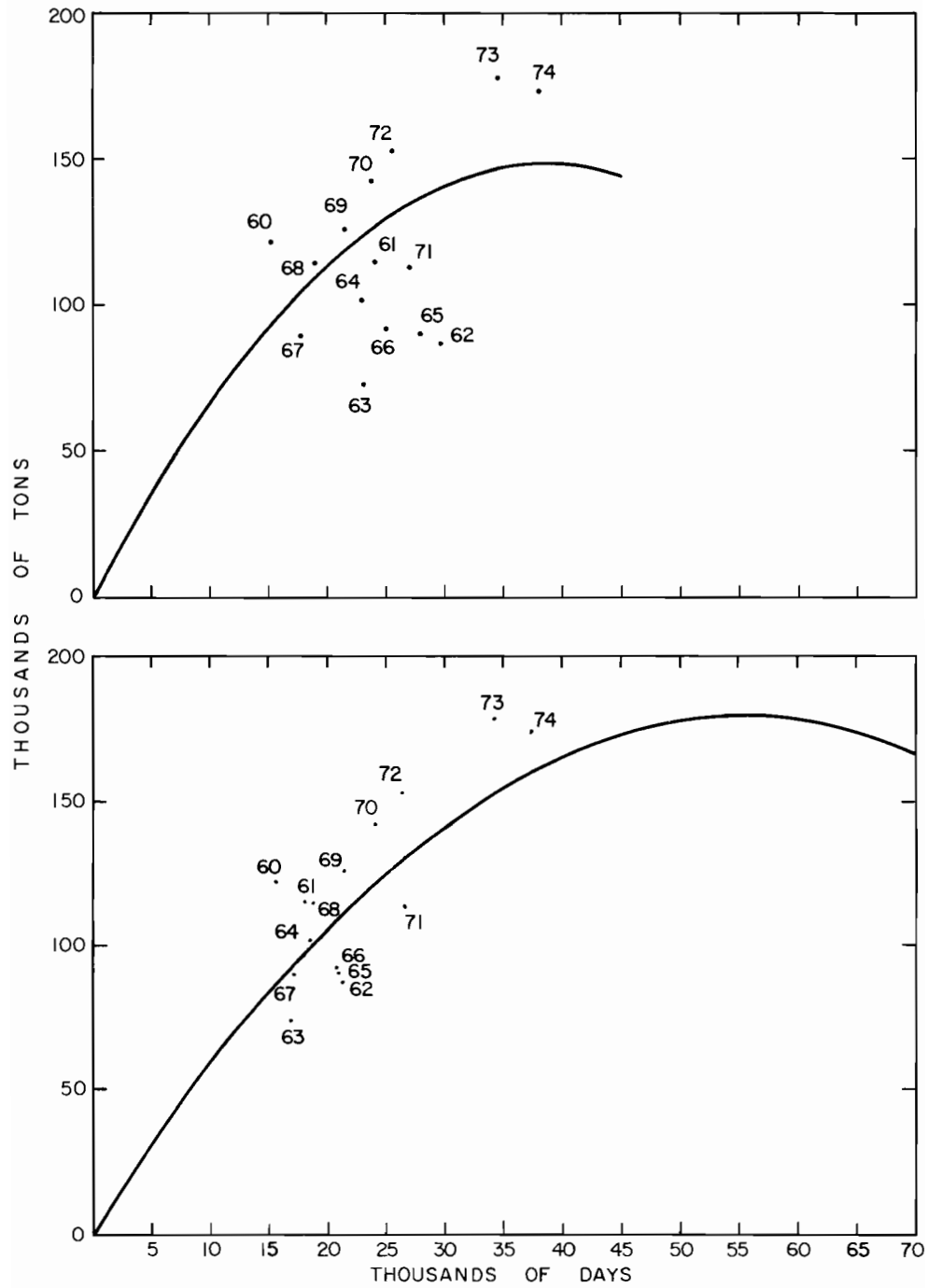


Figure 30. Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery within the CYRA.

Figura 30. Relación entre el esfuerzo y la captura de la pesca de aleta amarilla en el ARCAA.

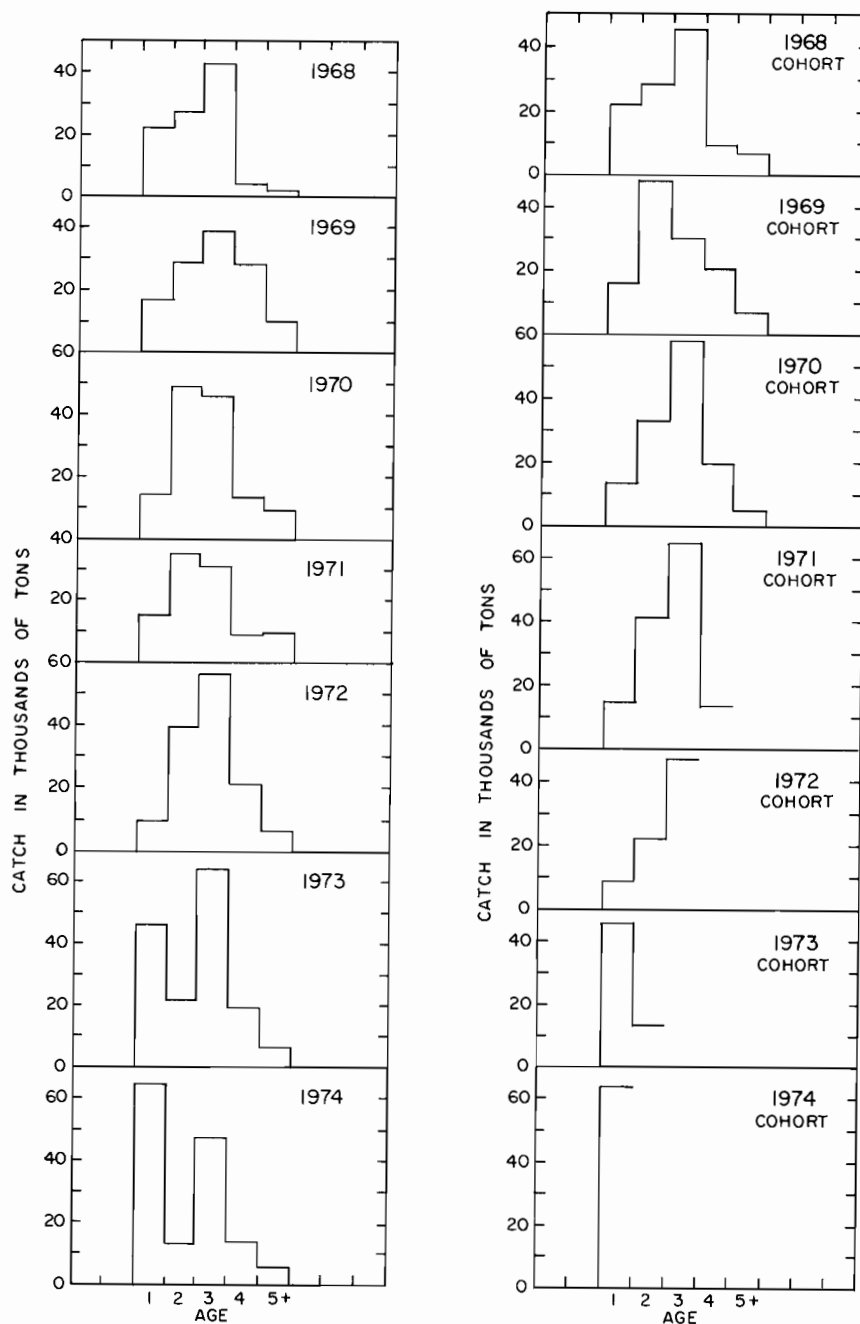


Figure 31. Estimated weights of fish of ages 1 through 5+ in the first- and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1974 (left panel) and estimated weights of fish of the first- and second-quarter purse-seine catches of fish of the 1968 through 1974 cohorts at ages 1 through 5+ (right panel).

Figura 31. Peso estimado de los peces de 1 año a 5+ en los dos primeros trimestres, capturados por cerqueros desde 1968 a 1974 (recuadro izquierdo), y peso estimado de los peces en los dos primeros trimestres en las capturas de peces de 1 año a 5+ de las cohortes de 1968 a 1974, obtenidas por cerqueros (recuadro derecho).

