

ISSN:0074-1000

ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1979

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

La Jolla, California

1980

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
COMMISSION MEETINGS	13
ADMINISTRATION	14
Budget	14
Financial statement	14
Inter-agency cooperation	17
Field offices	18
PUBLICATIONS AND REPORTS	19
THE FISHERY IN 1979	22
Résumé	22
Statistics of catch and landings	23
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean	26
RESEARCH IN 1979	27
Abundance of tunas and success of fishing	27
Population structure and migrations	31
Other aspects of tuna biology	41
Tuna-porpoise investigation	51
Oceanography and tuna ecology	58
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1979 AND OUTLOOK FOR 1980	65
Yellowfin	65
Skipjack	81
Bluefin	87

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION	89
REUNIONES DE LA COMISION	89
ADMINISTRACION	97
Presupuesto	97
Declaración financiera	97
Colaboración entre entidades afines	100
Oficinas regionales	101
PUBLICACIONES E INFORMES	102
LA PESCA EN 1979	105
Resumen	105
Estadísticas de captura y desembarque	107
La flota atunera del Océano Pacífico oriental	109
INVESTIGACION EN 1979	111
Abundancia de atunes y resultados de pesca	111
Estructura de la población y migración	116
Otros aspectos de la biología atunera	126
Investigación atún-delfín	137
Oceanografía y ecología del atún	144
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1979 Y PERSPECTIVAS PARA 1980	152
Atún aleta amarilla	152
Barrilete	170
Atún aleta azul	176

APPENDIX I — APENDICE I

STAFF — PERSONAL	178
------------------------	-----

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS	183
---	-----

**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TUNA
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1979**

**LOS DELEGADOS DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN
TROPICAL Y SUS PERIODOS DE SERVICIO DESDE LA INICIACION
EN 1950 HASTA EL 31 DE DICIEMBRE DE 1979**

COSTA RICA

Virgilio Aguiluz1950-1965
José L. Cardona-Cooper1950-1979
Victor Nigro1950-1969
Fernando Flores B.1958-1977
Milton H. López G.1965-1977
Eduardo Beeche T.1969-1971
Francisco Terán Valls1971-1977
Manuel Freer1977-1979
Gabriela Myers1977-1979
Rodolfo Sáenz O.1977-1979

UNITED STATES OF AMERICA

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

MEXICO

Rodolfo Ramirez G.1964-1966
Mauro Cárdenas F.1964-1968
Héctor Chapa Saldafia1964-1968
María Emilia Téllez B.1964-1971
Juan Luis Cifuentes L.1967-1970
Alejandro Cervantes D.1968-1970
Amin Zarur M.1968-1978
Arturo Díaz R.1970-1978
Joaquín Mercado F.1970-1977
Pedro Mercado S.1970-1975
Fernando Castro y Castro .1975-1977

PANAMA

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

CANADA

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

JAPAN

Tomonari Matsushita1971-1973
Shoichi Masuda1971-
Fumihiko Suzuki1971-1972
Seiya Nishida1972-1974
Kunio Yonezawa1973-1979
Harunori Kaya1974-1976
Michio Mizoguchi1976-1977
Michihiko Kunihiro1979-
Tatsuo Saito1979-

FRANCE

Serge Garache1973-
Robert Letaconnoux1973-
René Thibaudau1976-1977

NICARAGUA

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

*Deceased in service April 10, 1961

*Murió en servicio activo el 10 de abril de 1961

†Deceased in service April 26, 1965

†Murió en servicio activo el 26 de abril de 1965

‡Deceased in service December 18, 1968

‡Murió en servicio activo el 18 de diciembre de 1968

§Deceased in service May 5, 1973

§Murió en servicio activo el 5 de mayo de 1973

**Deceased in service October 16, 1975

**Murió en servicio activo el 16 de octubre de 1975

ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1979

INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission operates under the authority and direction of a convention originally entered into by the Republic of Costa Rica and the United States of America. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970 and France and Nicaragua in 1973. Ecuador withdrew from the Commission in 1968, Mexico in 1978, and Costa Rica in 1979.

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 29th year. The results of its research are published by the Commission in its Bulletin series in English and Spanish, its two official languages. Reviews of each year's operations and activities are reported upon in its annual report, also in the two languages. Other studies are published in outside scientific journals and trade journals. By the end of 1979 the Commission's staff had published 115 bulletins, 194 articles in outside journals, and 28 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 selection of the world's scientific community.

COMMISSION MEETINGS

As reported in the Commission's annual report for 1978, the Commission's 36th meeting, held in Tokyo from October 16 to 18, 1978, was recessed without taking action on setting a quota on yellowfin tuna for 1979. However, by July 13, 1979, the Commission's Director of Investigations had received unanimous agreement to the following resolution:

The Inter-American Tropical Tuna Commission

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

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

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

Concludes that it is desirable to continue during 1979 the experimental fishing program on yellowfin tuna,

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 1979 at 175,000 short tons from the CYRA, defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962, and modified in Item 11 below, provided:

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

2) Reserve a portion of the annual yellowfin tuna quota for an allowance for incidental catches of tuna fishing vessels when fishing in the CYRA for species normally taken mingled with yellowfin tuna after the closure of the unrestricted fishing for yellowfin tuna. The amount of this portion should be determined by the Director of Investigations at such time as the catch of yellowfin tuna approaches the recommended quota for the year.

3) Allow vessels to enter the CYRA during the open season, which begins January 1, 1979, with permission to fish for yellowfin tuna without

restriction on the quantity until the vessels return to port for the first time after closure of the unrestricted fishery.

4) Close the fishery for yellowfin tuna in 1979 at such date as the quantity already caught, plus the expected catch of yellowfin tuna by vessels which are at sea with permission to fish without restriction or will depart for sea under provision of Item 10, reaches 175,000, 195,000 or 210,000 short tons, if the Director of Investigations so determines that such amounts should be taken, less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and for the special allowances provided for in Items 6, 8 and 9, below, such date to be determined by the Director of Investigations.

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

6) Permit:

a)

- (1) the flag vessels of Panama and Nicaragua, which because of characteristics such as size, gear, or fishing techniques, present special problems, to fish unrestricted for yellowfin tuna until 6,000 short tons of yellowfin tuna are taken during the closed season by such vessels of each country;
- (2) those member governments of the Commission referred to in Item 6(a) (1) which are developing nations whose fisheries are in an early stage of development and which have the possibility during 1979 of acquiring one or more fishing vessels that present special problems because of size, gear, or fishing techniques, to request through the Commission the study of the specific problem and a recommendation for a solution. Unless all member governments express agreement with the proposed solution, such government shall, jointly or individually, by the same agency, request a meeting of a special working group of all members of the Commission with the purpose of finding a satisfactory solution. Both consultations may be transmitted telegraphically to all member countries, and their replies shall be transmitted within 10 days.

- b) the flag vessels of those nations not referred to in Item 6(a) which are less than 400 short tons capacity, or which entered the yellowfin fishery prior to January 1, 1960, to fish unrestricted for yellowfin tuna until 6,000 short tons of yellowfin tuna are taken during the closed season by such vessels of each country or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the catch of yellowfin tuna during the closed season by such vessels of each country to 6,000 short tons.

The vessels referred to in Items 6(a) and 6(b) shall be permitted to land an incidental catch of yellowfin tuna taken after the amounts referred to in Items 6(a) and 6(b) have been caught. The vessels which shall be eligible for such fishing and the amount each vessel is permitted to land as an incidental catch shall be determined by the government which regulates the fishing activities of such vessels, provided that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by such vessels of each country so permitted shall not exceed 15 percent of the total catch taken by such vessels of each country during trips commenced after the amounts referred to in Items 6(a) and 6(b) 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 1979 only, 1,000 short tons of yellowfin tuna to be taken during the closed season by a vessel or vessels of the United States of America for continued research on the reduction of accidental porpoise mortality.

- 9) a) In order not to curtail their fisheries, those countries whose governments accept the Commission's recommendations, but whose fisheries of yellowfin tuna are not of significance, will be exempted of their obligations of compliance with the restrictive measures.
- b) Under present conditions, and according to the information available, an annual capture of 1,000 short tons of yellowfin tuna is the upper limit to enjoy said exemption.

10) For 1979 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 1978, 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 1979 only, exclude from the CYRA on an experimental basis the three areas defined as follows: (1) the area encompassed by a line drawn commencing at 110°W longitude and 5°N latitude extending east along 5°N latitude to 95°W longitude; thence south along 95°W longitude to 3°S latitude; thence east along 3°S latitude to 90°W longitude; thence south along 90°W longitude to 10°S latitude; thence west along 10°S latitude to 110°W longitude; thence north along 110°W longitude to 5°N latitude; (2) the area encompassed by a line drawn commencing at 115°W longitude and 5°N latitude extending west along 5°N latitude to 120°W longitude; thence north along 120°W longitude to 20°N latitude; thence east along 20°N latitude to 115°W longitude; thence south along 115°W longitude to 5°N latitude; (3) the area encompassed by a line drawn commencing at 90°W longitude and 12°S latitude extending east along 12°S latitude to 85°W longitude; thence south along 85°W longitude to 15°S latitude; thence east along 15°S latitude to 80°W longitude; thence south along 80°W longitude to 30°S latitude; thence west along 30°S latitude to 90°W longitude; thence north along 90°W longitude to 12°S latitude. Because of the lack of data from these areas, it is also resolved:

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

12) Although it is recognized that the present regulatory system has served to conserve the yellowfin tuna resource, it is also resolved that because of the practical difficulties which have arisen from the present regulatory system, which was established under circumstances unlike those of the current situation in tuna exploitation, to urge all member countries to continue to make exhaustive studies and investigations in order to establish a new regulatory system beginning in 1980, or as soon as possible, which would satisfy the needs and interests of all the participants in the yellowfin tuna fishery of the eastern Pacific Ocean.

- 13) Request the member and cooperating governments to:
 - a) adopt adequate legislation and regulation, when these do not exist, to prohibit and prosecute those who catch tuna in violation of the Commission's recommendations by vessels of their flags;
 - b) assure that the activities of their flag vessels fishing tuna in the eastern Pacific Ocean during the closed season estab-

lished by the Commission be adequately recorded and monitored. For this purpose:

- (1) these vessels will fill out daily logbooks of their tuna operations, and these logbooks will be regularly inspected by authorized officials of the country of the flag to which they belong.
 - (2) these vessels will make daily radio reports to the government of the country to which they belong on the frequencies 16565.0-12421.0 or 8281.2 KHZ when they are outside the CYRA and they will report immediately by radio on the frequencies 16565.0-12421.0 or 8281.2 KHZ each time that they enter or leave the CYRA.
 - (3) for those vessels which fish within as well as outside of the CYRA in the same trip during a closed season applicable to these vessels it will be considered that they have caught all the tuna that they carry aboard inside of the CYRA unless the tuna caught inside and outside of the CYRA has been stored and identified with the seal of a duly authorized official of the country of flag before the vessel moves its fishing operations to an area inside or outside of the CYRA, as the case may be.
- c) inspect or make arrangements for inspection, if bilateral agreements are established, of all the unloadings and transshipments of tuna by vessels of its flag that are fishing for tuna in the CYRA during the closed season applicable to that vessel. The member countries which permit such unloadings or transshipments within jurisdiction by vessels with a flag of another country will cooperate with the country of that flag to make an adequate inspection.
 - d) apply the internal legislation of each country in accordance with the seriousness of the violation in order to assure compliance with the recommendations of the Commission.
 - e) cooperate with member governments in the promotion of effective implementation of this recommendation, considering and taking notice of necessary action on reports submitted by other member countries regarding tuna fishing within the CYRA;
 - f) collaborate with member governments in the examination of the functioning of these recommendations.
- 14) Obtain by appropriate measures the cooperation of those governments whose vessels operate in the fishery, but which are not parties to

the Convention for the establishment of an Inter-American Tropical Tuna Commission, to put into effect these conservation measures.

The Commission's 37th meeting was held in Panama City, Republic of Panama, on October 22 to 23, 1979. 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 China (Republic of), Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Korea (Republic of), Mexico, New Zealand, Peru, Senegal, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Instituto del Mar del Peru, and the Latin American Economic System (SELA).

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. Progress of the Tuna-Porpoise Program
5. The 1979 Fishing Year
6. Condition of the Yellowfin Stock and Recommendation for 1980
7. Recommended Research Program and Budget for FY 1981-1982
8. Review of Negotiations toward a New or Modified Tuna Convention
9. Place and Date of Next Meeting
10. Election of Officers
11. Other Business
12. Adjournment

Based on its review of the condition of the yellowfin stock, the Commission's scientific staff recommended a reduced initial yellowfin catch quota of 165,000 short tons for the 1980 fishing year, with provision for incremental increases to 210,000 tons to be made at the discretion of the Director if warranted by conditions observed in the fishery. The full rationale for this recommendation is given in the background documents and minutes of the meeting, which are available from the Commission upon request.

Unlike previous annual meetings, no Inter-Governmental meeting was held in conjunction with the 37th meeting, and no agreement was reached on methods for implementing a 1980 conservation quota; however, the participants agreed to incorporate the following statement in the minutes of the meeting:

“Having received the report from the Director of Investigations and recognizing the urgent conservation needs for yellowfin in the Commission’s Regulatory Area, the Commissioners urge member governments to undertake necessary review procedures and consultations in order that a conservation regime, based on the report of the Director of Investigations, can be established by the 15th of February for application in 1980.”

The Commission also took the following actions:

- (1) Agreed to a proposed budget of \$2,460,615 for fiscal year 1981-1982.
- (2) Agreed to hold the next regular meeting of the Commission in Washington, D.C., sometime in October 1980.
- (3) Elected Mr. Gerald V. Howard of the U.S.A. and Mr. Jamil Urroz of Nicaragua as Chairman and Secretary, respectively, of the Commission for 1980.

Following these actions, the 37th meeting of the IATTC was recessed by the Chairman to a later time and place to be decided through diplomatic channels.

ADMINISTRATION

BUDGET

At its 33rd meeting, held in Managua, Nicaragua, in October 1976, the Commission unanimously approved the research program for fiscal year 1978-1979 presented by the Director of Investigations, as well as the \$1,230,224 to carry it out. At its 35th meeting, held in Mexico City in October 1977, the Commission approved a supplementary budget of \$640,427 for porpoise research in fiscal year 1978-1979.

In October 1978 it was learned that the U.S. contribution to the Commission in fiscal year 1978-1979 would be \$1,607,200 (including funds for porpoise research), thus setting the total budget at \$1,716,605.

FINANCIAL STATEMENT

The Commission’s financial accounts were audited four times during the year by the Public Accountant firm of John W. Sutliff, San Diego, California. Copies of the accountant’s reports were sent to the Chairman and to the Depository Government (U.S.A.). A summary of the year-end account for fiscal year 1978-1979 is shown below:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
Source and Disposition of Funds
October 1, 1978 to September 30, 1979
U. S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended balance (including unliquidated obligations)* October 1, 1978	\$ 894,773.42
U.S.A.	1,607,200.00
Mexico	26,668.53
Canada	73,359.00
Japan	23,272.00
Costa Rica	500.00
Panama	4,293.00
France	116,273.77
Nicaragua	2,746,339.72
Other receipts	2,746,339.72
TOTAL	\$2,746,339.72

*The unexpended balance includes \$96,948.32 of unpaid commitments

Disposition of Funds

Advances	\$ 35,433.56
Project expenditures	
1) By project	
A. Administrative expenses	\$330,137.65
B. Research on bait species	—
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	236,506.95
D. Tuna biology	454,108.63
E. Oceanography	27,400.75
F. Tuna tagging	358,172.12
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	76,497.07
H. Tuna-porpoise investigations	517,772.33
2) By budget object	
01—Salaries	906,422.87
02—Travel	113,407.93
03—Transportation of things	1,693.70
04—Communications	11,704.89
05—Rents and utilities	6,331.31
06—Printing and binding	41,177.01
07—Contractual services	517,996.76
08—Supplies and materials	33,495.74
09—Equipment	143,963.62
13—Rewards for tags	1,790.00
15—Employer's contributions to U.S. Social Security	48,761.54
16—Life insurance	1,542.20
17—Employer's contribution to Pension Plan	137,155.93
18—Disability insurance	2,391.16
19—Employer's contribution to group insurance	18,750.34
20—Accidental death and dismemberment	2,002.50
21—Workmen's Compensation	12,005.00
Purchase of soles (for operations in Peru)	5,000.00
Purchase of sucres (for operations in Ecuador)	20,000.00
Purchase of colons (for operations in Costa Rica)	1,000.00
Purchase of francs (for operations in French Polynesia)	13,300.00
Cash in bank	\$677,763.18
Cash on hand	300.00
	<u>\$678,063.18</u>
Less reserves	
Group insurance	5,659.87
Pension	1,817.65
Deposits	425.00
TOTAL	\$2,746,339.72

COSTA RICAN COLON ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance October 1, 1978	₡ 637.21
Purchase of colons with dollars	₡8,540.00
TOTAL	₡9,177.21

Disposition of Funds

Project expenditures		
1) By project		
F. Tuna tagging	₡510.00	
2) By budget object		
13—Tag rewards	₡510.00	510.00
Cash in bank		8,667.21
TOTAL		₡9,177.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance October 1, 1978	S/260,237.55
Purchase of sucres with dollars	529,000.00
TOTAL	S/789,237.55

Disposition of Funds

Advances		60,000.00
Project expenditures		
1) By project		
C. Collection, compilation and analysis of catch statistics		S/148,369.79
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	148,369.86	
2) By budget object		
01—Salaries	121,200.00	
02—Travel	59,525.55	
03—Transportation of things		
04—Communications	22,248.50	
05—Rents and utilities	36,000.00	
06—Printing	11,956.00	
07—Contractual services	12,382.00	
08—Supplies and material	13,327.60	
09—Equipment		
13—Tag rewards	20,100.00	296,739.65
Cash in bank		432,497.90
TOTAL		S/789,237.55

POLYNESIAN FRANC ACCOUNT**Sources of Funds**

Purchase of francs with dollars	F.986,860.00
TOTAL	F.986,860.00

Disposition of Funds

Project expenditures		
1) By project		
F. Tuna tagging	F.516,323.00	
2) By budget object		
07—Contractual services	460,960.00	
08—Supplies and materials	55,363.00	516,323.00
Cash in bank		F.470,537.00
TOTAL		F.986,860.00

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance October 1, 1978	S/o.1,599,887.11
Purchase of soles with dollars	1,192,777.00
TOTAL	S/o.2,792,664.11

Disposition of Funds

Advances		20,000.00
1) By project		
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	S/o.1,363,057.32	
2) By budget object		
01—Salaries	1,063,730.00	
02—Travel	105,632.00	
04—Communications	12,048.00	
05—Rents and utilities	52,000.00	
08—Supplies and materials	14,502.00	
15—Employer's contribution to Social Security	115,145.32	1,363,057.32
Cash in bank		1,409,606.79
TOTAL		S/o.2,792,664.11

INTER-AGENCY COOPERATION

During 1979 the scientific staff continued to maintain close contact with university, governmental and private research organizations and institutions on both the national and international level. This contact enables the staff to keep abreast of the rapid advances and developments taking place in fisheries research and oceanography throughout the world. Some aspects of these relationships are described below.

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

Also in 1979 the Commission maintained close working relationships with fishery agencies of its member countries as well as similar institutions in other parts of Asia, Europe, Latin America and the Pacific Islands.

The very cordial and productive relationship which this Commission has enjoyed with the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas, the Comisión Permanente del Pacífico Sur, the South Pacific Commission, the Food and Agriculture Organization of the United Nations and other international bodies, continued during the year. Two specific examples are given below.

Of special note, early in 1979 the Executive Secretary, Ambassador Juan Miguel Bákula, of the Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS)

requested that the IATTC prepare species synopses for eight scombrid fishes (*Thunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. maccoyi*, *T. obesus*, *T. thynnus*, *Katsuwonus pelamis*, *Euthynnus lineatus*, and *Scomber japonicus*) for a Regional Seminar on Tuna Fisheries organized by CPPS's Comisión Coordinadora de las Investigaciones Científicas (COCIC) and held at the Instituto del Mar de Peru in Callao in November 1979. The IATTC staff also prepared for this seminar a paper describing a comprehensive scheme for the classification of tunas, mackerels and related species, and a 61-page list of the references cited in the synopses. The CPPS plans to publish all of these papers in its Spanish-language journal during 1980.

In 1977 the IATTC, in cooperation with the Centre National pour L'Exploration des Océans, the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, and the Service de la Pêche de la Polynésie Française, initiated an investigation to learn more about the relations of skipjack of various parts of the eastern and central Pacific Ocean by means of tagging in the Marquesas Islands. The first cooperative tagging cruise was conducted aboard a French research vessel during September-November 1977, and the results were reported in the Commission's annual report for 1977. In 1978 this cooperative research effort was continued, first by means of the charter (4 months) of a U.S. tuna baitboat which fished in the Marquesas, Tuamotu and Society Islands during the period February to May, and then again by the charter of a small fishing schooner which commenced tagging for a period of 6 months in the Marquesas Islands in December. During 1979, in addition to tagging from the above-mentioned schooner from January through May, the Commission chartered a Japanese tuna baitboat beginning in December for 2 months of tagging in the Marquesas, Tuamotu, Gambier and Pitcairn Islands. This latter cruise is being carried out in cooperation with the South Pacific Commission, as well as the organizations involved in the earlier tagging cruises.

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

FIELD OFFICES

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

An office with a permanent staff of two is maintained in Terminal Island, California. The staff members there are concerned primarily with the collection and compilation of catch and effort statistics and landing records and the measurement of tunas. They also recover tuna tags, and

collect such other biological, statistical, and general fishing information as is necessary.

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

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

Two technicians are stationed in Panama, where they collect logbook records of vessels which transfer their catches to freezer vessels in that country and of vessels which pass through the Panama Canal to unload in Atlantic ports or to fish in the Atlantic Ocean after having fished in the eastern Pacific Ocean. They also devote some of their time to the measurement of tunas in Panama, and travel to Puntarenas, Costa Rica, three or four times a year to collect tuna statistics there.

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

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

PUBLICATIONS AND REPORTS

The prompt and complete publication of research is one of the most important elements of the Commission's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community and the public at large are currently informed of the research findings by the Commission's scientific staff. The publication of basic data, methods of analysis, and the conclusions therefrom afford an opportunity for critical review by other researchers, insuring 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 1979, one additional publication was issued in this series, in English and Spanish:

Bayliff, William H. 1979. Migrations of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean as determined from tagging experiments initiated during 1968-1974 (Volume 17, Number 6).

One additional Commission Internal Report was also prepared in 1979:

Bayliff, William H. and Thomas P. Calkins, 1979. Information pertinent to stock assessment of northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. IATTC, Internal Report No. 12

Commission staff members were involved in the publication of several books in 1979:

1. Joseph, James, Witold Klawe and Pat Murphy. 1979. TUNA AND BILLFISH—FISH WITHOUT A COUNTRY. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, California, vii + 46 pp. This book is intended for a wide range of readers. Pertinent facts on the biology and fishery for tuna and billfish are distilled into a highly readable, yet accurate format. The book is generously illustrated throughout, including 12 full-color reproductions of original paintings of tuna and billfish by George Mattson, a well-known fish illustrator and water color artist. This book can be ordered directly from the Commission at \$7.95 each—the price includes handling and postage (surface mail).
2. Joseph, James and Joseph W. Greenough. 1979. INTERNATIONAL MANAGEMENT OF TUNA, PORPOISE AND BILLFISH—BIOLOGICAL, LEGAL AND POLITICAL ASPECTS. University of Washington Press, Seattle and London, xv + 253 pp.
3. Sharp, Gary D. and Andrew E. Dizon (editors). 1978. THE PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF TUNAS. Academic Press, New York, xvi + 485 pp.

The senior editor of the above book also authored or co-authored four of the papers in that book:

Sharp, Gary D. and Suellen W. Pirages. 1978. The distribution and red and white swimming muscles, their biochemistry, and the biochemical phylogeny of selected scombrid fishes. Pp. 41-78.

Sharp, Gary D. and William J. Vlymen III. 1978. The relation between heat generation, conservation, and the swimming energetics of tunas. Pp. 213-232.

Sharp, Gary D. 1978. Behavioral and physiological properties of tuna and their effects on vulnerability to fishing gear. Pp. 397-449.

Dizon, Andrew E. and Gary D. Sharp. 1978. Perspectives: The past, present and future of tuna physiology. Pp. 451-458.

In addition to the above publications 13 papers by staff members were published elsewhere:

Miller, F. R. and M. R. Stevenson. 1977. Comparison of cloud top temperature satellites and sea surface temperatures along Baja California. Pp. 402-411 *in* Fernando A. Manrique (ed.), Memoria del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Sonora, Mexico, October 22-25, 1974.*

Peterson, C. L. and W. L. Klawe. 1977. Abundancia, distribución y potencial de tres pequeños atunes subexplotados, *Sarda*, *Euthynnus* y *Auxis*, de la costa del Pacífico de las Américas. Pp. 490-499. *Ibid.**

Stevenson, M. 1977. Current measurements in a coastal upwelling zone off Baja California. Pp. 635-649. *Ibid.**

Stevenson, M. and F. Miller. 1977. Comparison of infrared satellite data and fish catch data. Pp. 659-680. *Ibid.**

Miller, Forrest R. 1978. The tuna fishery in the eastern tropical Pacific and its relationship to sea surface temperatures during 1975, pp. 169-178. *In* J. R. Goulet, Jr. and E. D. Hynes (editors), Ocean variability: Effects on U.S. marine fishery resources—1975, NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 416, December 1978.

Josse, E., J. C. Le Guen, R. Kearney, A. Lewis, A. Smith, L. Marec, and P. K. Tomlinson. 1979. Croissance des bonites a ventre rayé. Commission du Pacifique Sud, Document Occasionnel, 11: 83 pp.

Joseph, J. and J. W. Greenough. 1979. International management of tuna, porpoise and billfish: biological, legal and political aspects. Pp. 56-57 *in*: Moiseev, P. A. (editor) XIV Pacific Science Congress, USSR Knabarovsk August 1979, Abstract of Papers, Committee F, Marine Sciences, Section F III, Biological Productivity of the Pacific Ocean, 304 pp.

Klawe, W. L. 1979. Tunas and billfishes, an epipelagic resource and its problems: an overview. Pp. 73-74 *in*: Monin, A. S. (editor) XIV Pacific Science Congress, USSR Khabarovsk August 1979, Abstract of Papers, Additional Volume, 182 pp.

Klawe, W. L. 1979. Tunas y atunes. Técnica Pesquera (la Revista de la Pesca Mexicana), 12 (138): 37-39 pp.

Anderson, D. R., J. L. Laake, B. R. Crain and K. P. Burnham. 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. *J. Wildl. Manage.* 43 (1): 70-78.

Burnham, K. P., D. R. Anderson, and J. L. Laake. 1979. Robust estimation from line transect data. *J. Wildl. Manage.* 43 (4): 992-996.

Laake, J. L., K. P. Burnham and D. R. Anderson. 1979. User's Manual for Program Transect. Utah State University Press. 26 pp.

*Although the Memorias in which these papers were published bear the date of 1977, they were not distributed until 1979.

Joseph, James. 1979. Highly migratory species—Their conservation and management. Pp. 67-76 *in*: Clepper, Henry (editor) Marine Recreational Fisheries—Proceedings of the Fourth Annual Marine Recreational Fisheries Symposium—Fort Lauderdale, Florida, May 6-7, 1979. Sport Fishing Institute, Washington, D.C., vi + 169 pp.

THE FISHERY IN 1979

RESUME

During 1979 vessels of 18 nations (Bermuda, Canada, Colombia, the Congo, Costa Rica, Ecuador, Japan, Korea, Mexico, Netherlands Antilles, New Zealand, Nicaragua, Panama, Peru, Senegal, Spain, U.S.A. and Venezuela) fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack, along with smaller quantities of other tunas. The three primary types of gear used to make the yellowfin and skipjack catches, in order of importance, were purse seine, pole and line, and longline.

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

At its 36th meeting in October 1978 the Commission was unable to arrive at an agreement concerning a yellowfin conservation program in 1979, but did so subsequently (July 1979), expressing again its desire to continue the experimental fishing program, begun in 1969, which was designed to ascertain empirically the average maximum sustainable yield of yellowfin tuna from the CYRA. Accordingly it established a quota of 175,000 short tons (all tonnages referred to in this report are short tons unless indicated otherwise) of yellowfin for 1979, and made provision for increasing the amount by two successive increments of 20,000 and 15,000 tons if it was believed that such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also established the following several special allowances for yellowfin caught during the closed season: 1) 6,000 tons each for the tuna fleets of Panama and Nicaragua, 2) 6,000 tons for the small vessels of each of the other countries participating in the conservation program, 3) 1,000 tons for U.S. vessels engaged in research on the reduction of porpoise mortality, and 4) a 15% incidental catch allowance.

At its 37th meeting, held in October 1979, the Commission staff recommended that the quota for 1980 be set at 165,000 tons, with provisions to increase it at the discretion of the Director of Investigations.

This recommendation was not acted on during the October meeting and is still pending approval.

During 1965 through 1979 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tunas and the eastern Pacific Ocean increased from 48,712 to 187,334 tons. During 1979 this fleet captured 194,183 tons of yellowfin and 142,626 tons of skipjack in the CYRA. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 14,658 tons of yellowfin and 3,053 tons of skipjack. Also, nine vessels which had participated in the CYRA fishery in 1979 also fished in the Atlantic Ocean and caught 3,491 tons of yellowfin and 3,097 tons of skipjack there.

As required by the Commission's resolution, unrestricted fishing for yellowfin in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the expected catch by vessels which are in port or at sea at that time with permission to fish without restriction until loaded, reaches the quota for the year minus the portion reserved for the 15% incidental catch and special allocations. The closure date during 1979 was July 21 (0001 hours). The corresponding dates for the previous years were September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969, March 23, 1970, April 9, 1971, March 5, 1972, March 8, 1973, March 18, 1974, March 13, 1975, March 27, 1976, July 7, 1977, and May 6, 1978. The extended open season during 1977 was due to a sharp reduction of effort, and thus of catch, during early 1977, and that of 1979 was due to failure of the member governments to reach agreement on regulations until July of that year. However, due to low catches per unit of effort in 1979, the total catch was within the 175,000- and 210,000-ton limits agreed upon in the resolution.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

Catches of yellowfin, skipjack and bigeye from the CYRA, by the eastern Pacific tuna fleet, 1961-1979, are shown in part A of Table 1. The catch figures for yellowfin and skipjack are essentially complete except for insignificant amounts taken by some individual sport and artisanal fisheries. However, the bigeye totals do not include longline catches of this species. Surface catches of the same three species from the area west of the CYRA and east of 150°W are also shown in this part of Table 1. The totals do not include longline catches of any of these species.

The eastern Pacific tuna fleet is defined here as those vessels which have fished in the CYRA all or part of the year for yellowfin, skipjack or bluefin. Some of these vessels, such as the larger seiners and baitboats, fish almost exclusively for these species whereas others, particularly the smaller vessels, may spend most of the year fishing for other species of tunas. For example, most of the jig (troll) vessels on the U.S. West Coast

normally fish for albacore, but may enter the tropical tuna fishery when albacore fishing is poor. Also some vessels which are outfitted primarily for fishing species other than tunas occasionally change their fishing gear temporarily to participate in the fishery for yellowfin, skipjack or bluefin. For example, some small seiners which normally carry nets designed to fish for anchovies, sardines or mackerel sometimes rig their vessels temporarily to fish for tunas. When these smaller vessels are fishing for albacore, mackerel, bonito, black skipjack or species other than tunas, the Commission includes their catches in its statistical system only if some part of their catch for the year consists of yellowfin, skipjack or bluefin from the CYRA.

The catches of other tunas or tuna-like species (bluefin, bonito, albacore and black skipjack) taken by the eastern Pacific tuna fleet in the eastern Pacific are shown in part B of Table 1. The bluefin and albacore totals do not include catches of this species made by longliners; also it should be kept in mind that substantial amounts of bonito, albacore and black skipjack are taken by sportsmen and/or by vessels which are not considered part of the eastern Pacific tuna fleet. For example, in 1979 the total catch of albacore taken by the U.S. surface fleet in the eastern Pacific was about 5,000 tons, of which the eastern Pacific tuna fleet (defined above) landed only 326 tons.

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

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

The preliminary estimate of the yellowfin catch from the CYRA in 1979 is 194,183 tons, which is about 11,406 tons above the 1978 CYRA catch and 1,366 tons above the average annual catch of the previous five years. Included in the CYRA catch are about 6,248 tons of yellowfin that were taken from the experimental fishing areas outlined in Figure 1 and described in the Commission's resolution detailing the yellowfin conservation program for 1979 (see page 11). The preliminary estimate of the skipjack catch from the CYRA is 142,626 tons, the second largest catch of this species ever taken in this area. The catch of skipjack from the CYRA is 42,029 tons below the 1978 catch and 15,325 tons greater than the average catch during the previous five years. The skipjack catch from the CYRA includes 3,278 tons captured in the experimental areas. The preliminary

estimate of the combined yellowfin and skipjack catch from the CYRA in 1979 (336,809 tons) is 30,623 tons below the catch in 1978 and 16,691 tons greater than the average of the previous five years.

The preliminary estimate of the yellowfin and skipjack catch from the area between the CYRA boundary and 150°W in 1979 is 14,658 tons and 3,053 tons, respectively, a combined total of 17,711 tons, which is 1,015 tons below the 1978 catch and is the lowest catch from this area since the fishery began in 1968.

The combined catch of all the species from all ocean fishing areas shown in Table 1 (386,714 tons) during 1979 was 57,515 tons below that of 1978 and 25,374 tons below the annual average catch for the previous five years.

The annual catches of yellowfin and skipjack from the CYRA in 1979 are listed by flag of vessel in the upper part of Table 2. The percentage of the total CYRA catch taken by each country is also given. Landings by country of landing are shown in the lower portion of Table 2. Landings are the amounts of fish unloaded during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is that in which the fish were unloaded from the fishing vessel or, in the case of transshipments, the country that received the transshipped fish. During 1979 the CYRA catch was made by vessels from 18 countries and it was landed in 12 countries.

The geographical distribution of the 1979 yellowfin catch made by purse seiners in the eastern Pacific Ocean is shown in Figure 2. Within the CYRA yellowfin were taken between about 33°N to 12°S and to several hundred miles off the coast of the Americas. In the central portion of the fishery the catch extended westward to the CYRA boundary. The areas of highest catch were, from north to south, off Baja California, near the entrance of the Gulf of California, offshore from Central America, off the coast of Colombia and Ecuador and offshore off Peru from about 5°S to 12°S. The distribution of the yellowfin catch west of the CYRA but east of 150°W was about the same as during previous years. The yellowfin catch taken from north of 20°N amounted to about 28% of the entire CYRA yellowfin catch, the largest catch from this area over the last decade.

The geographical distribution of the 1979 skipjack catch is shown in Figure 3. The areas of the best catch were off Baja California, offshore south of the Gulf of Tehuantepec, off the coast of Central America and in the Panama Bight. About 16% of the CYRA skipjack catch was taken from north of 20°N which is the highest catch from this area since 1971. About 61% of the CYRA skipjack catch was taken between the equator and 10°N.

The logged catches of yellowfin and skipjack taken during unregulated and regulated trips in the CYRA are shown in Table 3 by six latitudinal

areas for 1975-1979. Catches made in the experimental fishing areas are included in the CYRA catches during 1975 but excluded from those of 1976-1979. The catches shown represent the combined catches of purse seiners and baitboats as tabulated from logbook records. The logged catch of yellowfin and skipjack from the central portion of the fishery (equator to 15°N) was lower than the 1978 level but still amounted to about 61% of the CYRA catch.

THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

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

Vessels are grouped by size class based on their carrying capacity of tunas as follows: class 1, less than 51 tons; class 2, 51-100 tons; class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; and class 6, 401 or more tons. The landing records of each vessel are reviewed annually and carrying capacities are revised when necessary. Owners' and builders' estimates of capacity are used for new vessels. For small day-trip baitboats and some jigboats, the capacity stated by the owners or captains is used or, if the registered net tonnage is known, the carrying capacity is estimated from the relationship of these two values from other vessels of the same type. If no information is available a capacity of 25 tons is assigned to the vessel. Vessels which sink or leave the fishery after having fished in the eastern Pacific during the year are included in the fleet for that year. Vessels which change flag are listed under the new flag if a fishing trip is started under the new flag during the year.

The number of vessels and carrying capacity of the eastern Pacific tuna fleet are shown in Table 4 by flag, gear and size class. (Colombia is omitted from the table because her tuna catches are made by canoes or other small vessels of which the Commission does not keep track.) During 1979 vessels of 17 nations participated in the eastern Pacific tuna surface fishery. In terms of capacity the 1979 fleet was composed of 97.6% seiners, 2.1% baitboats, 0.2% bolicheras and less than 0.1% jigboats. In terms of number of vessels, seiners made up 80.7%, baitboats 14.0%, bolicheras 4.4%, and jigboats 0.9%.

The fleets of Costa Rica, Ecuador, the Republic of Korea and Mexico increased in capacity in 1979; those of Canada, Panama, Peru, Spain, the U.S.A. and Venezuela decreased in capacity; and the fleets of Bermuda, the Congo, the Netherlands Antilles, New Zealand, Nicaragua and Senegal remained about the same. The biggest increase was in the fleet of Costa Rica and the biggest decrease was in the fleet of Canada due to the

transfer of five large seiners with a total of about 4,400 tons capacity from Canadian to Costa Rican flag. The U.S. fleet declined in capacity by 2,040 tons. The total fleet capacity decreased by 462 tons in 1979; new construction was offset by losses due to sinkings and vessels leaving the eastern Pacific fishery.

The number of vessels and the carrying capacity of the international fleet which fished in the eastern Pacific during each year between 1965 and 1979 and the change in capacity from the previous year is shown below:

Year	Number of Vessels	Capacity	Change in capacity
1965	282	48,712	
1966	250	46,305	- 2,407
1967	244	46,488	+ 183
1968	265	58,756	+12,268
1969	264	63,656	+ 4,900
1970	285	73,822	+10,166
1971	357	95,324	+21,502
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	392	184,872	+15,452
1977	354	183,082	- 1,790
1978	367	186,791	+ 3,709
1979	321	186,329	- 462

At the end of 1979 tuna vessels totaling several thousand tons of capacity were under construction. Some of these vessels will join the eastern Pacific fishery in 1980 but some may fish in other areas. It is expected that the fleet capacity will show a moderate increase in 1980.

RESEARCH IN 1979

ABUNDANCE OF TUNAS AND SUCCESS OF FISHING

Recent trends in the catch per standard day's fishing

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

major share of the yellowfin and skipjack catch has been taken by purse seiners; therefore the CPSDF of those vessels is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDFs (short tons) for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1979 in the CYRA are shown in Figures 4 and 5. Annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal lines. The data for 1979 are preliminary.

Yellowfin CPSDF

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

For the period of years shown the CPSDF was highest in early 1960, at the time when purse seining first became the dominant method of fishing. As fishing effort increased the CPSDF declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962. The CPSDF remained low in 1963 but increased in the early part of 1964. In the latter half of 1964 the CPSDF declined to a level not greatly above that of mid-1963 and remained at about that level through 1965. In 1966 the CPSDF began to increase and this upward trend continued in 1967 and 1968 as the fishery expanded offshore. The CPSDF did not, however, reach the levels attained in the early months of 1960 and 1961. In 1968, 1969 and 1970 the annual values remained fairly constant at a moderately high level; this was followed by a sharp decline in 1971, a good year for skipjack. In 1972 the CPSDF increased substantially and remained near the 1968-1970 level for the first four months of the year. There was a steady decline in the annual CPSDF from 1972 through 1975, when the index reached the lowest point since 1965. In 1976 the annual CPSDF was up slightly from 1975. In 1977 the annual CPSDF declined below the 1965 level and the decline continued in 1978 when the annual CPSDF fell below that of 1962, the previous low in the series. The CYRA tuna fishery in 1978 was unusual in that the skipjack catch reached an all-time high and the average size of yellowfin was the smallest ever recorded. Also the catch of yellowfin associated with porpoise was much lower than usual. The preliminary estimate of the annual CPSDF for 1979 is lower than that of 1978. For the second year in a row there was an unusual number of small yellowfin in the catch although the average size was not as small as in 1978.

From 1967 through 1975 there was very little unregulated fishing effort in the last half of the year. Beginning in 1976 the amount of un-

regulated fishing effort had increased in the last half of the year due to the increased size of the experimental areas (see Figure 1) which are open to unrestricted yellowfin fishing all year and to the late closure of the unregulated season in 1977, 1978 and 1979. Despite this there has been proportionally more unregulated effort during the first part of the year in the 1976-1979 period than in the years before regulation. Since the early part of the year is the season when yellowfin abundance is usually highest, as can be seen from the monthly CPSDF for 1960-1965 in Figure 4, it is possible that annual abundance has been overestimated in the years during which the yellowfin quota was in effect in relation to the years before there was any limitation of yellowfin catch. To examine this the CPSDF has been calculated from the cumulative catch and effort for the first four months of each year; these values are represented by the horizontal dashed lines in Figure 4. The January-April values of the CPSDF are much higher than the annual values in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two values are much closer together, and in 1969, 1973, 1974 and 1977 the annual values are slightly higher than the January-April values. The CPSDF for the first four months and the CPSDF for the whole year show the same trends of high and low points over the 20-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 5 for 1960-1979. From 1966 on the data from unregulated and regulated trips have been combined to compute the index. In most years between 1960 and 1973 the CPSDF was low in the early part of the year, highest in the middle of the year and low again at the end of the year. In most recent years, however, peaks in the CPSDF occurred early and late in the year with the low point of the year usually occurring in August or September. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis, in 1963, 1967, 1971 and 1978. Low points occurred in 1960, 1972 and 1973. In 1979 the annual CPSDF declined from the level of 1978, but was higher than in 1977.

Catch per ton of carrying capacity

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

class 7, 601-800 tons; class 8, 801-1000 tons; class 9, 1001-1200 tons; class 10, 1201 tons and above.

The CPTCC for 1970-1979 is shown in Table 5 by size class and for all size classes combined for yellowfin, skipjack, other species and for all species combined. "Other species" includes bigeye, bluefin, bonito, albacore, black skipjack and frigate tuna. The figures for 1979 are preliminary. The 1979 yellowfin CPTCC for all size classes combined is 1.13. This is the lowest value in the series, which goes back to 1961, but is only slightly below the value for 1978 which was 1.14. The 1979 value for skipjack is 0.81, a decline from the 1978 value but about average for recent years. The 1979 CPTCC, all size classes, all species combined, is 2.05 which is just above the 1977 value (2.03) which was the previous low point of the series. In 1979 the CPTCC for all species combined was highest for class 4 (3.70) and lowest for class 10 (1.63).

Standardization of catch rates

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

The vessel characteristics used are vessel capacity (0-499 tons, 500-999 tons, and 1000 tons and over), vessel speed, vessel age, whether or not aerial assistance was available, and net length and depth, while the environmental variables are sea-surface temperature and wind speed. The fishing mode is a classification of the 5 degree area-month strata as those in which two-thirds or more of the catch of yellowfin or skipjack was taken from porpoise-associated schools, those in which two-thirds or more was from log or schoolfish sets, or those in which neither type predominated. This classification was further divided by area (inside or outside of the CYRA), and quarters of the year. Because some categories in the final classification have few or no observations, only three combinations of area and fishing mode; that is, schoolfish and log strata inside the CYRA, porpoise strata inside the CYRA, and porpoise strata outside the CYRA, are used in the linear model.

The effect of these parameters on the logarithm of catch rates of yellowfin were investigated using data from 1970 to 1979. The data for 1979 are not yet complete, and consequently the estimates are provisional. After the variables which did not have important effects were eliminated

the analysis of variance shown in Table 6 was obtained. In this table the sum of the squares for each factor is that by which the residual sum of squares will increase by when that factor is removed from the model.

The estimable parameter of interest for estimating changes in abundance within each stratum are contrasts of year and year-stratum interactions which are shown with the changes in catch per standard day's fishing inside the CYRA in Figure 6.

All the panels in Figure 6 show a considerable decline in catch rate since 1970, the most marked being for schoolfish and log strata inside the CYRA, which in 1979 was only 25% of its value in 1970. The pattern of the decline has been different for each strata type; porpoise strata inside the CYRA have shown a fairly consistent decline since 1970 whereas outside the CYRA the catch rate in porpoise strata did not decline until after 1973. Exploitation of the outside area did not start until the late 1960's and it was not until 1972 that the catch reached 40,000 tons. The large drop in catch rate in school fish and log strata in 1971 and the subsequent recovery in 1972 was too large a fluctuation to be caused only by changes in abundance. It is most likely that this shows a change in vulnerability that was not associated with the standardizing factors used in the model.

During the last year an extra factor (aerial assistance) was introduced into the standardizing model. This is a classification of the strata for each boat of whether or not aerial assistance (most likely a helicopter carried by the seiner) was used for any set within the stratum. This factor has a large effect on the analysis of variance (Table 6) and has a substantial effect on catch rates, improving them by about 40% for a vessel which has aerial assistance compared to one without. In 1979 only about 20% of the observations were associated with aerial assistance and consequently the factor does not yet have a large effect on the overall catch rate, but if the trend for its increasing use continues, attempts to standardize without the use of this factor will increasingly overestimate catch rates.

POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS

Tuna tagging

A tagging cruise aboard the chartered purse seiner *Enterprise* was conducted during October-December 1978. The results to date are as follows:

Area	Date	Yellowfin		Bigeye		Skipjack	
		Rel.	Ret.	Rel.	Ret.	Rel.	Ret.
off South America, north of equator	Oct.-Nov.	902	0	79	0	12	0
off South America, south of equator	Nov.-Dec.	67	4	82	5	0	0
off South America, north of equator	Dec.	9	0	0	0	0	0
Total		978	4	161	5	12	0

Two of the four yellowfin and three of the five bigeye were recaptured in 1979. Previous to this cruise only 10 returns of tagged bigeye had been received, all from fish released north of the Galapagos Islands in April and May of 1967. Only two of these were at liberty more than 1 month.

In March, April, and May of 1979 a tagging cruise was conducted off southern Mexico and Central America aboard the chartered baitboat *Mary K.* The principal purpose of this cruise was to learn more about the migrations of the small yellowfin and skipjack in this area and to estimate to what extent they contribute to the catches of fish further offshore. In addition, a portion of the fish were to be marked with tetracycline, providing a replicate of the 1976 tetracycline experiments. Bait was caught in Banderas Bay with permission of the Mexican government and in the Gulf of Panama with the permission of the Panamanian government. The results to date are as follows:

Area	Date	Species	Treatment	Released	Returned
Cape Corrientes to Port Angeles	March	yellowfin	—	208	50
		skipjack	—	3	1
Central America	April-May	yellowfin	—	4,373	321
		yellowfin	tetracycline	369	21
		skipjack	—	2,418	498
		skipjack	tetracycline	84	12
		black skipjack	—	170	6
Port Angeles to Cape Corrientes	May	yellowfin	—	11	1
		skipjack	—	2	1

Most of the tagged yellowfin and skipjack released off Central America for which the tags have been returned had been recaptured off Colombia and Ecuador, east and southeast of the area of release. The six black skipjack were at liberty 41 to 164 days and traveled net distances of 183 to 970 miles, all in an easterly to southerly direction from Central America toward the Panama Bight. Previous to this cruise only one return of a tagged black skipjack had been received, from a fish released at Roca Partida in November 1975 and recaptured there during the same month.

Northern bluefin were tagged on an opportunistic basis off northern Baja California aboard the purse seiners *Captain Anton Missetich*, *Anthony M.*, and *Commodore* in August 1979. The principal purposes for initiating these experiments were to learn more about the relationship of the bluefin of the eastern and western Pacific and more about the length of sojourn of these fish in the eastern Pacific. A total of 300 fish were tagged and released aboard the three vessels, and during 1979 there were 34 returns. All of the fish were caught near the areas of release within a few weeks after release. The return data for subsequent years are expected to be of much more interest.

The Commission's tagging program in the Marquesas, Tuamotu, and Society Islands is described in the Commission's annual report for 1977, and the results of the first two tagging cruises in those areas are described in its annual reports for 1977 and 1978.

A third cruise was made exclusively to the Marquesas Islands during December 1978-May 1979, using the chartered combination baitboat-troller *Cornucopia*. During this period a total of 73 yellowfin and 1,874 skipjack were tagged and released. Most of the yellowfin were caught on jig lines, as they were too big to be handled by the pole-and-line gear. Also, 637½ buckets of Marquesan sardines and 5 buckets of other species of fish were caught for bait. (One bucket of bait weighs about 8 pounds.)

Since the bait skiff was too large to be loaded easily aboard the fishing vessel most of the baiting activity was confined to Taiohae Bay on the island of Nuku Hiva and most of the fishing was conducted in the vicinity of that island. Marquesan sardines are delicate and do not live long in confinement, so baiting had to be done nearly every day. Aside from their fragility, however, they are reasonably good as bait, as they remain at the surface near the boat and seem to attract the fish well. Schools of yellowfin and skipjack, many containing from 5 to 50 tons of fish, were seen with considerable frequency, but the fish tended to be wild and fast moving. The yellowfin ranged from 66 to 92 cm and the skipjack from 36 to 62 cm in length.

Rafts were anchored at three locations in the hope of attracting tunas to them. Such rafts have been used successfully in the Philippine Islands and Hawaiian Islands. The locations and depths of the rafts were as follows: 7°51.2'S-140°01.5'W, 26 fathoms (48 meters); 9°25.6'S-140°08.3'W, 42 fathoms (77 meters); 8°50.5'S-140°17.5'W, 437 fathoms (799 meters). The first raft was not revisited to see if it had attracted any fish. The second raft seemed to work well, as tunas and other fish were seen around it when it was revisited, and it was reported that the residents of Ua Pou were fishing successfully around it. This raft apparently broke away sometime between February 10, when it was last seen, and April 1, when a search of the area failed to produce any sign of it. The third raft apparently broke away almost immediately after it was put into the water, as it could not be relocated.

Three returns of tagged fish released in the Marquesas Islands have been received during 1979. The data are as follows:

Species	Release			Recapture		
	Area	Date	Length	Area	Date	Length
SJ	8°59'S-140°24'W	Jan. 9, 1979	?	8°56'S-139°56'W	Feb. 18, 1979	505 mm
YF	9°00'S-139°59'W	Oct. 1, 1977	61 cm	"Nuku Hiva"	Jun. 6, 1979	91 cm
YF	7°58'S-139°58'W	Mar. 1, 1978	52 cm	11°47'N-130°25'W	Jul. 12, 1979	30 pounds

The first fish was released by the chartered South Pacific Commission vessel *Hatsutori Maru* and recaptured by the *Cornucopia*. The second was released by the *Tainui*, a research vessel operated by the Centre National pour l'Exploration des Océans and the Service de la Pêche de la Polynésie Française, and recaptured by a small vessel based on Nuku Hiva. The third was released by the chartered baitboat *Mary K.* and recaptured by a San Diego-based purse seiner.

An analysis of the migrations of yellowfin in the eastern Pacific Ocean, based on experiments initiated during 1968-1974 off Mexico and Central America and offshore, was published in 1979. The parallel area method, introduced in this report, is useful for determining whether or not there is net movement in particular directions, *i.e.*, inshore-offshore, east-west, or north-south. The first of these is of particular interest, as the incidence of smaller fish is higher in the catches made inshore than in those made offshore, and it is desirable to know whether this is due to relatively greater abundance or to relatively greater vulnerability of the smaller fish in the inshore areas. If the former were the case an offshore movement of the fish as they grow older would probably be detected. Such a movement was not detected, however, so it appears likely that the differences in the catches of smaller fish in the inshore and offshore areas are due mainly to differences in vulnerability.

In 1973 a provisional study of the growth of yellowfin, as determined from tagging data, was completed. The results are summarized in the Commission's Internal Report 7. A similar study was begun on skipjack in 1977, and has been pursued intermittently since then as time has permitted. Early in 1979 it was decided to carry out a growth study for both yellowfin and skipjack, instead of only for skipjack. There are three reasons for this. First, a considerable amount of data for yellowfin has been accumulated since 1973. Second, it is now believed that some of the data that were used in the 1973 study should not have been used due to lack of accuracy in measuring the fish at release. Third, it is now believed that adjustments for biases in measuring the fish at release calculated from yellowfin and skipjack data combined are likely to be superior to adjustments calculated from data for either species alone. Also, it is worthy of mention that the mechanics of processing the data can be accomplished almost as quickly for two species as for one species, provided that the work for the two species is done simultaneously.

The lengths at release and recapture for fish at liberty 1 to 10 days were compared to assess the accuracy of the measurements made at release. It is assumed that the changes in length during the first 10 days after release due to growth or to shrinking or stretching between recapture and measurement were negligible and that the fish were measured accurately after recapture. The data for yellowfin and skipjack combined were divided into the following nine groups: (1) Cruises 1001-1050, with the ex-

ception of Cruises 1021, 1033, 1042, and 1043; (2) Cruise 1021; (3) Cruise 1033; (4) Cruise 1042; (5) Cruise 1043; (6) Cruises 1051-1082; (7) California Department of Fish and Game cruises; (8) IATTC Ecuador-based cruises; (9) IATTC Peru-based cruises. (Ideally the data for each cruise would have constituted a separate group, but if such were the case most of the groups would have contained insufficient numbers of fish for comparison.) The lengths at release and recapture for the individual fish of four of the groups, 2, 3, 5, and 9, tended to differ considerably, so it was decided not to use the data for any of these releases in the study. For the 1973 yellowfin study only two groups had been used, IATTC Peru-based cruises and all other cruises, and only the data for the Peru-based cruises were eliminated.

The remaining data were adjusted for relatively small biases in the estimates of the lengths at release, and then the growth rates, by area and year of release, were calculated for the yellowfin at liberty more than 60 days and for the skipjack at liberty more than 30 days. The growth rates for yellowfin average about 300 mm per year for all areas, but those for skipjack are more variable, particularly for the fish released east of 100° west longitude. It is possible that some data which should have been eliminated have been retained because there were few or no returns for fish of those experiments at liberty 1 to 10 days which could be used to determine whether or not the data for those experiments should be eliminated. It is suspected that the data for some of them should have been eliminated, and that this accounts for much of the above-mentioned variability. Accordingly, it has been decided to put this project aside until all the returns from Cruise 1084, initiated off Central America in 1979, have been processed. As has been the case for all the recent tagging experiments, the fish released on this cruise were measured with sufficient care to ensure that the biases are minimal.

A tagging cruise in the Marquesas Islands jointly sponsored by the Tuna Commission and the South Pacific Commission (SPC) was begun in mid-December, and will be continued in January and February 1980. The work is being carried out aboard the Japanese baitboat *Hatsutori Maru No. 5*, which has a long-term charter agreement with the SPC. Two Tuna Commission scientists are aboard the vessel. This area is of interest to the staff of the Tuna Commission because it is relatively close to the eastern Pacific Ocean and contains considerable amounts of skipjack. During December, 8,160 skipjack, 164 yellowfin, and 1 bigeye were tagged and released.

Subpopulation studies

During 1979 the Commission continued its study on the rates of mixing of individual tuna from different geographic areas. The objective is to determine the extent to which sets of individuals taken from different

geographic areas or taken at different times may require separate management considerations. Unfortunately, information on population structure is difficult and costly to obtain. Commission studies of population structure have included, *inter alia*, electrophoretic studies of serum proteins (genetic studies), morphometric studies (measurement of various body dimensions), analysis of variation in growth and catch statistics, and tagging studies. During 1979 two feasibility studies were initiated, one on yellowfin and the other on bluefin, in order to determine if the chemical composition of the hard parts of tunas (spines and vertebrae) from different geographic areas are characteristic of differences in the ecology and/or habitats of the fish of those areas.

Electrophoretic studies of yellowfin

During the past decade, the Commission has placed emphasis both on tagging and electrophoretic studies, but limited morphometric studies were also carried out in conjunction with the electrophoretic work. While the results of analysis of tagging studies have been reported in detail, only preliminary results of the electrophoretic and morphometric studies have been reported in the annual reports. The main reason for this concerns the size of the data base. The power of electrophoretic studies to resolve population problems depends to a great extent upon the size and number of samples. Thus the long-term objective has been to accumulate enough data with which to conduct reliable statistical analysis.

As indicated in the annual report for 1978, the course of these studies was altered in two important ways. First, field and laboratory portions of the electrophoretic studies were curtailed and, second, more intensive analyses of the data and evaluation of the preliminary results were begun. A concluding analysis of the data and interpretation of the results was begun by Dr. Gary D. Sharp shortly before he left the Commission to accept other employment. The results of these and further preliminary analyses carried out in 1978 indicated that:

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

Additional analyses of the data were carried out during 1979. Several different forms of statistical evaluation were utilized. Graphical analyses

were used to determine if large-scale differences existed in the gene frequencies of the various electrophoretic systems and if these showed any correlation with longitude or latitude. Chi-square and "G" goodness of fit tests were used to calculate the probability that chance alone was responsible for deviations in the observed frequency of genotypes from that expected if the samples were in Hardy-Weinberg equilibrium. Two different tests of independence were used to calculate the probability that genotypic frequencies and gene frequencies were sampled from the same population. Simulation studies were undertaken to determine the "power" of the statistical tests and the margin of error introduced with certain types of testing procedures, *e.g.*, the use of reference samples. Preliminary simulation studies were also carried out to evaluate the hypothesis that samples could have come from more than one population.

Goodness of fit tests carried out on each of the 81 samples demonstrated that only a few of them apparently deviate from equilibrium. When all of the deviations of each sample from equilibrium were summed, a much more powerful test of goodness of fit, the results indicated that there was a general lack of fit to the square law. That is, on the average, individual samples do not fit the Hardy-Weinberg distribution. This apparent inconsistency results from the power of the test used. A χ^2 test with one degree of freedom is not very sensitive to small or moderate deviations. Samples should be much larger. Adding χ^2 values and degrees of freedom is somewhat analogous to using larger size samples and thereby becomes a much more sensitive test for deviations.

The 81 samples were also divided into three groups, one group from the north, one group from the south and one group from the middle part of the fishery. All analyses were carried out on the total set of 81 samples and on the three groups separately. Individual sets of samples from the north and from the south were found to deviate from Hardy-Weinberg expectations with an overall deficiency of heterozygotes whereas the set of samples from the middle group did not. The analyses of the yellowfin data support an earlier finding of Dr. Sharp that it is unreasonable to assume that all samples were drawn from the same population in Hardy-Weinberg equilibrium. If one examines the joint frequency of alleles of two different genetic systems with two-dimensional graphical analyses, the results suggest that it is unlikely that all samples were drawn from the same bivariate binomial distribution. Similarly, three-dimensional graphical analyses further suggest that such variation is fairly continuous and somewhat related to latitude. In other words the concept that yellowfin in the eastern Pacific comprise one large randomly-mixed population in genetic equilibrium appears unjustified.

Thus yellowfin are not homogeneous from one end of their range to the other. Since a number of deterministic and stochastic processes can operate alone or together to cause a lack of fit of the observed to the

theoretically expected genotypic frequencies, it is difficult to attribute the lack of fit to any one particular biological process. Deviations from those expectations to the square law can be caused by forms of non-random mating such as positive and negative assortative mating, by inbreeding, by selection, by mutation, and also by non-random sampling, *e.g.*, sampling over two or more panmictic units and/or discontinuous sampling when organisms are isolated by distance.

Some clue as to what may be causing these deviations can be found by examining the nature of the deviations themselves. If the resource were divided into two or more races that were in themselves panmictic, samples taken without respect to race would have a deficiency of heterozygotes even though each of the races were in equilibrium, the so-called Wahlund effect. As noted above a deficiency of heterozygotes has been observed both in sets of samples from the northern and southern part of the yellowfin range, but not from the central range. Thus while it might be possible to speculate that yellowfin both in the northern and southern areas are each subdivided into two or more panmictic populations, care must be taken to examine alternative explanations. For example, the subdivision of the resources into schools that are somewhat cohesive can lead to positive assortative mating with or without inbreeding. Thus under certain circumstances the aggregation of fish into schools can also result in a lack of fit to the Hardy-Weinberg equilibrium and can also be expected to produce a deficiency of heterozygotes.

Similarly, graphical analyses suggest that the frequency of various alleles differ among samples collected from opposite extremes of the management area. One possibility is that the resource is divided into discrete groups or stocks, the so-called "Island model" in population genetics. Another possibility is that samples from opposite ends of the species range differ because individuals at the extremes have a low probability of mating; this model is termed the "Isolation by distance" model. Either one or a combination of both of these models may be appropriate.

Work began on a simple simulation routine which could be used to evaluate specific hypotheses of stock structure and make predictions from the existing data base. Preliminary results of the simulation exercise corroborate earlier conclusions that it is unlikely that one would expect to find deviations of the size observed in the data due to chance alone. The results of Monte Carlo simulation studies also suggested that because of properties of the binomial distributions, it would be difficult to use the electrophoretic data by themselves to build a comprehensible picture of yellowfin stock structure in the eastern Pacific. Very large sample sizes are needed to test even simple null hypotheses. Thus while various analyses of the electrophoretic data carried out so far demonstrate the presence of variability, the breeding structure of yellowfin in the eastern Pacific cannot be determined definitively from the analyses carried out so

far. A number of possible models of stock structure have been conceptualized. Additional data analyses in the form of both classical genetic analyses and simulation studies are planned to assess the relative merit of each of these models.

Electrophoretic studies of skipjack

The South Pacific Commission's skipjack program and that of IATTC have many parallel objectives. Both agencies have a long standing interest in the application and refinement of techniques for subpopulation identification. Each agency has collected a sizable data base, including electrophoretic data. In July the two agencies held a workshop in Noumea, New Caledonia, to examine jointly electrophoretic data from about 7 thousand fish taken from 66 samples.

IATTC participation included: 1) review of existing analyses and hypotheses of stock structure; 2) various statistical packages and analytical routines developed in the course of the analyses of yellowfin tuna, together with computer programs and; 3) development of a Monte Carlo simulation routine. A number of different statistical and graphical analyses were carried out on the data. As with yellowfin, preliminary results again indicated that it is unlikely that skipjack throughout its range in the eastern and western Pacific comprise a single panmictic population. Esterase gene frequencies were found to be associated with longitude, showing an almost linear trend in the SPC study area. As with yellowfin, tests of homogeneity indicated that it was unlikely that all samples were drawn from a single population in Hardy-Weinberg equilibrium. This lack of conformity to the square law was hypothesized to be likely due to a combination of factors including 1) the fact that gene frequencies are correlated with longitude over at least part of the range of skipjack tuna, and 2) the general finding that individual samples do not conform to the square law. As with yellowfin, a preliminary attempt was made to evaluate a number of hypotheses of stock structure using Monte Carlo simulation techniques.

On the basis of these analyses and some further testing carried out by the SPC staff it was recommended that 1) the sampling program be modified somewhat in order to study in more detail the apparent relationship between longitude and esterase gene frequency; 2) that sequential sampling of fisheries in Fiji and French Polynesia be carried out, 3) and that a more complete analysis of the data be undertaken.

Natural tags

The Commission is continuing to examine alternative methods of characterizing individual tuna in a manner useful for subpopulation studies. A set of studies was initiated in 1978 to evaluate the likelihood that the

patterns of chemical elements found in trace amounts in spines, vertebrae and/or operculae could be used to characterize aspects of the habitat and niche of these fish. Using similar methods, Dr. Calaprice, now of the Commission staff, and subsequently other investigators, were able to demonstrate characteristic patterns in salmon returning to river systems. On the basis of the results of a number of studies carried out in the early 1970's, it was hypothesized that many organisms acquire patterns of trace elements in their hard parts that are characteristic of aspects of their habitats (where they grew up) and niches (what they did in these habitats), *i.e.*, each organism carries with it a form of natural tag. Soon after this work was published, a number of studies were carried out on other groups of salmon, insects, and wildfowl, each with a remarkable degree of success. The Commission is now attempting to test whether pelagic species such as tuna and billfish also contain forms of these natural chemical tags.

The prospect that pelagic species such as tuna and billfish have a natural tag is intriguing, not only because of potential savings in research costs, but also because of the possibility of collecting a much more diverse set of data. To test this possibility the Commission has initiated two related studies. The purpose of the first study, started in 1978, is to determine the rate of mixing of yellowfin caught in different parts of their geographic range in the eastern Pacific. Parallel to this is a study of the northern bluefin tuna. While the objectives of the bluefin study are the same as those for yellowfin, and although the former concerns an important management problem, in terms of IATTC objectives the bluefin study is a field test of the method.

1. Yellowfin

A total of 29 samples of yellowfin, consisting of about 30 fish each, was taken from vessels that had been fishing in the northern, southern, and western portion of the yellowfin range. Samples consisted of two different size classes, from 380 to 460 or from 680 to 720 mm. Each fish was measured and one opercular plate, the first dorsal fin, the caudal peduncle, and the lower jaw were removed, packaged, labelled and frozen.

Two sets of analyses have been carried out thus far. The director of the Pacific Biological Station, Nanaimo, Canada, kindly permitted the Commission to use its equipment to carry out these initial analyses. In the first experiment, 10 sets of samples were chosen for "conventional analyses," *i.e.*, 5 sets each collected from vessels which had been fishing in the northern and southern part of the range, respectively. The first analysis was carried out on the third and fourth spines of the first dorsal fin. One spine from each of three different fish was selected at random from a sample and then pulverized. This material was then exposed to radiation from an x-ray tube and the resulting x-ray spectra stored on

magnetic tape. These spectra contain information on the elemental composition of each fish.

In the second experiment individual dorsal spines were cross-sectioned and similar chemical analyses were carried out on portions of a single spine. A number of analyses were carried out sequentially beginning with the center of the spine and moving out to the periphery, a form of line scan. The objective of this experiment was to determine how these spectral patterns change with time and age.

Because of costs, the analyses of these tapes were temporarily set aside until just recently when Commission computer facilities were expanded. The assembly of appropriate programs and analyses continue.

2. Bluefin

One approach to the problem of testing new methods is to apply these methods to fairly straightforward problems for which there exists some knowledge of the outcome. Stock structure of the Atlantic bluefin may be one of the more simple of conceptual problems. While adults spawn both in the Mediterranean and in the Atlantic Ocean off Florida, juveniles and non-spawning adults are taken in many areas by fishermen. This results in a number of management problems, primarily because of the lack of information on the question of how much mixing, if any, goes on between the two spawning grounds. Also, the origin of fish caught at specific locations is unknown. While some tagging studies have been carried out, the results are sparse. Because of its keen interest in the problem, the U.S. National Marine Fisheries Service is supporting this investigation directly by providing funds and by assisting with the collection of specimens.

The specific objectives of this program are to collect samples of juvenile bluefin from nursery areas in the Mediterranean and in the Atlantic Ocean off Florida. The specimens will be analyzed and the data will be used to determine the rate of mixing of fish as they grow older, *i.e.*, fish taken from the fishery. Tasks scheduled and/or completed include 1) problem conceptualization, 2) sample collection, 3) arranging for suitable systems of electronics, 4) processing samples, and 5) data analysis. Work on this project began during the fourth quarter of this year and some progress has been made on the first three tasks.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Size composition of the 1979 catch

Length-frequency samples of yellowfin and skipjack have been collected by Commission personnel from the catches of baitboats and purse seiners since 1954. Information obtained from these samples has been

used to make estimates of growth rate, mortality, yield per recruit and year-class abundance. The results of these studies have been reported on in several bulletins and annual reports of the Commission.

Over 800 yellowfin and over 600 skipjack length-frequency samples from the 1979 eastern Pacific tuna catch were measured by Commission personnel at ports of landing in California, Puerto Rico, Mexico, Panama, Ecuador and Peru. The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA during 1974-1979 are shown in Figure 7. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin taken in the CYRA in 1979 is 17.0 pounds (7.7 kg.). This is the third lowest ever recorded; only the average weights for 1955, 15.0 pounds (5.8 kg.), and 1978, 13.4 pounds (6.1 kg.), were lower. In 1979, as in 1978, small yellowfin were present in the catch in unusually large numbers.

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled from catches made between the western boundary of the CYRA and 150°W longitude during 1974-1979 are shown in Figure 8. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin from this area is 56.4 pounds (25.6 kg.). This is 0.8 pounds (0.4 kg.) lower than the average weight for 1977, which was the previous low for this area.

The annual length-frequency distributions for skipjack sampled from catches made in the eastern Pacific Ocean during 1974-1979 are shown in Figure 9. The preliminary estimate of the average weight of skipjack for 1979 is 6.1 pounds (2.8 kg.). This is 0.4 pounds (0.2 kg.) higher than the average weight for 1978, which was the lowest ever recorded.

The catch of bigeye by the eastern Pacific surface fishery is much less than the catch of yellowfin and skipjack and, consequently, the number of length-frequency samples is much less. In 1979, 41 samples were collected. The length-frequency distributions of bigeye sampled from purse-seine catches made during 1975-1979 are shown in Figure 10.

Size distribution of yellowfin by time and area.

In 1957 the Commission staff adopted sampling areas (strata) based on geographical differences in size composition of the samples. These sampling areas have remained unchanged in subsequent years except for a few changes to accommodate the conversion from baitboats to purse seiners in the early 1960's. During 1979 the staff completed several steps of processing length-frequency data to facilitate analysis by computer. Principally, this involved assigning each sample to as small a time-area category as possible, either 1°- month or 5°-month. The data for 1967 to 1978 were then categorized into four dominant size groups. The staff is analyzing the geographic distribution of these size groups in order to de-

velop sampling strata which are more homogeneous with respect to fish sizes in the catch and to identify areas of special interest.

Feeding habits of yellowfin

Work has continued in 1979 on identifying the food organisms found in stomach samples of yellowfin caught in offshore areas from 1970 to 1973. Laboratory procedures have been completed on the samples from 1970, 1971 and 1972 and the processing of data will begin in 1980 on the some 4,150 stomachs that have been processed to date. The approximately 1,050 stomachs sampled in 1973 will be held in reserve and processed only if the existing data indicate that more information is needed.

Representatives of four fish families not found in previous samples have been identified recently. Species of the families Acanthuridae and Molidae were found in samples taken in the area west of the CYRA, and a trachipterid was found in a stomach from about 780 miles off Central America. The skeleton of a small Pacific sailfish, *Istiophorus platypterus*, and two more species of the family Carangidae were found in other samples from outside the CYRA. A complete list of the 16 other families of fish found in stomach samples from all offshore areas was presented in the IATTC Annual Report for 1978.

A small study was conducted recently to investigate further the feasibility of using information from stomach samples to estimate rates of energy metabolism of tunas at normal activity levels in nature. Energy metabolism of animals is commonly measured in a laboratory situation at or near zero activity levels, the standard metabolic rate. However, this measurement cannot be made with any degree of precision on tunas because they lack a respiratory pump and must swim constantly to ventilate their gills (ram gill ventilation). Moreover, from an ecological viewpoint, the total metabolic rate of a fish undergoing normal activities in its natural habitat is of more importance than its standard metabolic rate. For instance, a measure of active metabolism of a population of predators such as tunas will indicate its energy demand on the ecosystem, a factor of obvious interest in understanding the dynamics of tuna, particularly with reference to other elements within the ecosystem.

The energy utilized by an animal for all its activities must ultimately come from the food it eats. The energy content of the food is assumed to equal the sum of the energy contents of (1) the materials lost in egestion and excretion; (2) the materials retained in growth; and (3) the materials broken down in metabolism.

An important aspect of the Commission feeding habits study is concerned with making estimates of the amount of energy in terms of calories ingested per day by yellowfin based on a sampling of food in stomachs at

one time, since the total daily feeding chronology of tunas in nature is impossible to study. In 1935 Dr. A. D. Bajkov reported that the daily consumption rate in calories (D) for certain fresh water species could be estimated by $D = 24A/n$, where A = the average amount of food in calories per stomach in a sample of stomachs, and n = the time (hours) necessary for passing all food from the stomach into the intestine (rate of digestion). It must be assumed that the fish in question feed continuously at a constant rate throughout the feeding period and that digestion of a given meal is at a constant rate, whether followed by more food or not.

In order to test the applicability of Bajkov's method to tunas, trial calculations of daily energy consumption of skipjack were compared with indirect estimates of daily energy requirements of skipjack based on energy budgets. Consumption estimates were based on a 1963 Commission study of the feeding habits of yellowfin and skipjack caught in inshore areas (Figure 11) of the eastern Pacific Ocean. Biomass measurement of prey organisms reported from the stomach samples were converted to calories by utilizing published caloric equivalent values and results of bomb calorimetry determinations conducted by Commission personnel. Skipjack have been reported to empty their stomachs in 12 hours after a meal of whole smelt.

Skipjack was selected as the species for this pilot study because some information (though limited in scope) on the energy metabolism of skipjack in captivity is available, providing a basis for comparison with a more theoretical model and with food consumption estimates. No metabolic measurements have been made for yellowfin. An energetics model (Model I) based on measurement of oxygen consumption by skipjack swimming at or near their minimum velocity in a respirometer was utilized to calculate total energy budgets for skipjack of 40-70 cm fork length. The results were compared to a second set of calculations of skipjack energy budgets patterned after an energetics model for yellowfin (Model II) published in 1976 by Commission scientists. Model II is based on current bioenergetics principles, but no experimental results. The framework of the yellowfin model was followed with appropriate changes made to be consistent with the biology of skipjack. In other words, a yellowfin energetics model was transformed into a skipjack energetics model. This second set of calculations provides a means to evaluate the Commission yellowfin model by comparing the results to those based on experimental information.

The results of both models are shown graphically in Figure 12. The broken line and the dotted line represent the total energy budgets calculated for skipjack based on Model I and Model II, respectively. The components of Model I include an estimate of the daily caloric demand due to the metabolism of energy at natural activity levels and that required for

daily growth. The metabolic rate of fish under natural conditions was approximated by doubling the resting metabolic rate, a common practice in fish energetics studies. Model II has three components: the energetic costs related to standard metabolism, locomotion, and growth. The curves in Figure 12 represent the sums of the components of each model.

Daily consumption estimates based on Bajkov's method are shown as horizontal lines in Figure 12. The lines span three fork-length strata, 41.0-45.0 cm, 45.1-60.0 cm, and 60.1-71.0 cm, and represent the mean daily caloric consumption by skipjack in the corresponding size groups and sampling areas (Figure 11). Consumption estimates were calculated as means over a size range because the feeding habits data were summarized in that form.

There appears to be a considerable degree of variability in the total calories consumed by skipjack in different areas. Most of the consumption rate estimates, with one extreme departure, are below the energy requirements based on the models. Both models, incidentally, yield remarkably similar energy budgets. The discrepancies between estimates of energy consumption and energy requirements suggest that: 1) Bajkov's method in its original form is possibly inadequate for use with tunas, and/or; 2) the data substituted for parameters A and n of Bajkov's equation are not sufficiently accurate; and/or 3) skipjack frequently feed at sub-requirement levels and depend on fat reserves to make up caloric deficiencies when necessary. It has been shown that skipjack are indeed capable of consuming several times more food than they need on a daily basis, up to 30% of their body weight per day. The sample from Area 03 of a skipjack in the 41-45 cm length category (top of Figure 12) indicates feeding at least at this level. Nevertheless, it appears that our consumption estimates are inordinately low, probably due to alternative 1 and/or 2.

A review of the literature dealing with factors known to affect consumption and digestion rates in fishes was made. Fish are known to consume and digest prey of different size and type at different rates. Therefore, the parameter n must be reduced for small prey with soft bodies and increased for large prey and those with hard exoskeletons. Moreover, the patchiness of the food distribution in tropical waters away from land masses is inconsistent with the assumptions of the method tested.

An effective method for measuring daily food consumption by tunas from field data on stomach contents must take into account the unequal digestibility of different prey organisms. By utilizing relative digestibility information of assorted prey organisms eaten by captive fishes, appropriate values of Bajkov's parameter n may be utilized for each prey taxon and size group. Commission personnel have been determining the degree of digestion of fish prey species removed from yellowfin stomachs following methodology utilized in a 1969 study of digestion rates in captive

skipjack in Hawaii. In the study, the degree of digestion of the food, the succession of food in the stomachs from one digestive state to another, was related to the number of hours elapsed after a meal was eaten. Assuming digestion rates of yellowfin are comparable to those of skipjack, this information will not only provide a means to evaluate feeding chronology in yellowfin, but may also yield another means of estimating daily energy consumption.

Otolith study

A tetracycline injection experiment has provided useful information on the growth of yellowfin in the Revillagigedo Islands-Baja California region. By examining the sagittal otoliths of recaptured fish, the growth rate in the fork-length interval from 40 to 110 cm and the rate at which increments are deposited at the edge of the otolith has been determined. On the average, these rates are 3.06 cm per month and one increment per day, respectively. To estimate the absolute age of a fish within the commercial range of 30 to 160 cm, however, will require additional information of two different types. First, since an age estimate depends on total increment counts taken over the whole otolith, the temporal value of increments must be established along the entire counting path. In this respect, several problems can be identified. For example, it is unknown if the deposition rate of one increment per day applies prior to 40 cm or if it is maintained for a period of time after a fish surpasses 110 cm. Whether the experimental rate of increment formation is a regional event or if it can be applied to eastern Pacific yellowfin as a whole is also unknown. In time, answers to these questions may be available through repetition of the experiment in different areas within the CYRA.

The second type of information needed is to establish the relationship between total increment counts and several growth characteristics. For this purpose data on fork length, weight, pre-dorsal and head lengths, mean otolith weight and the length of the counting path have been collected. The sample includes about 200 yellowfin in the fork-length range of 30 to 160 cm. Otolith preparation, in terms of both etching and replication, is complete and counting is in progress.

A problem not encountered in the tetracycline work, but one that is presented by each replica in the current study, is the interpretation of increments during growth up to approximately 35 cm. Once yellowfin attain this size the increments are relatively uniform in intensity and spacing and their visual interpretation is not too difficult. Prior to 35 cm, and excluding the increments adjacent to the primordium, the distinctness and spacing of increments is highly variable. The difficulty is in knowing which increments to include in the count, for they may not all be related to time. From published information on other species it is known that

during early growth sub-daily increments may be formed under natural and laboratory conditions. If the age of the fish is known the sub-daily increments can usually be identified and excluded. Neither the appearance nor presence of sub-daily increments has been verified in yellowfin, but misinterpretation can contribute to an increase in the variance of counts. Present efforts are therefore being directed toward developing a consistent method of interpretation.

Bluefin studies

The staff of the Tuna Commission has been studying northern bluefin on a modest scale since 1973. Prior to 1979 that work had consisted mostly of collecting logbook data and measuring samples of fish caught by purse seiners in the eastern Pacific Ocean to determine the length composition of the fish caught in that area. In 1979, however, tagging of northern bluefin in the eastern Pacific Ocean was commenced on an opportunistic basis, and scale samples were taken for estimation of the ages of the fish in the catch. Also, a review of information pertinent to stock assessment of this species was prepared. Parts of that review, which is available as Internal Report 12 of the Tuna Commission, are summarized here.

The annual catches of northern bluefin for the 1918-1978 period are shown in Figure 13. The majority of the catches in both the eastern and western Pacific are made by surface gear. The western Pacific catches have decreased considerably since the 1950's, whereas those of the eastern Pacific have not. Fish are said to have been scarcer in the western Pacific during the 1940's than during the 1930's or the 1950's, but no data are available for the years prior to 1951.

The Tuna Commission has been collecting length-frequency samples of northern bluefin caught by the surface fishery of the eastern Pacific since 1973. In addition, it has access to annual summaries of length-frequency data collected by the California Department of Fish and Game during 1952-1969. Data on the age composition of the California landings during 1963-1969 have been published by that organization. These studies reveal that there is a considerable overlap in the lengths of the fish of different age groups, making cohort analysis from length-frequency data difficult or impossible.

Over 3,000 bluefin have been tagged and released in the eastern Pacific, and at least 607 of the tags have been returned. The releases and recaptures are summarized below. The organizations which were responsible for these experiments were as follows: CDFG, California Department of Fish and Game; IATTC, Inter-American Tropical Tuna Commission; MBRF, Mission Bay Research Foundation; and USBCF, U.S. Bureau of Commercial Fisheries (now U.S. National Marine Fisheries Service).

Date	Vessel	Organizations	Released	Returned
1953	N. B. Scofield	CDFG	3	*
1954	N. B. Scofield	CDFG	1	*
1955	Stella Maris	CDFG	50	*
1956	Nautilus	CDFG	9	*
1958	Columbia	IATTC	122	9
1961	John N. Cobb	USBCF	1	*
1962	West Point	USBCF-CDFG	960	175
1963	Elsinore	USBCF-CDFG	543	83
1963	Dorsal	CDFG-MBRF	100	32
1964	West Point	USBCF-CDFG	782	174
1964	Dorsal	CDFG-MBRF	175	27
1964	Seasco	CDFG-MBRF	2	1
1965	Dorsal-Seasco	CDFG-MBRF	1	0
1966	Dorsal	CDFG-MBRF	237	65
1967	Five Bells	CDFG-MBRF	0	—
1968	Sea Scout	CDFG	35	6
1976	Mary K.	IATTC	1	1
1979	Captain Anton Misetich	IATTC	131	16
1979	Anthony M.	IATTC	100	14
1979	Commodore	IATTC	69	4
Total			3,322	607

*no information available

The tagging data have been used for studies of migration and of total attrition (mortality plus emigration).

The data for the tagged fish recaptured in the eastern Pacific show that the fish tend to migrate northward along the coast of Baja California and California from June to September. This pattern is similar to that which can be deduced from the monthly areal distributions of the catches. Nine of these fish were recaptured in the western Pacific 2 to 5 years later. Also, two small fish (each 36 cm long) tagged and released in the western Pacific in 1965 were recaptured in the eastern Pacific less than 1 year later. These returns revealed, for the first time, that the stocks of the eastern and western Pacific are not independent.

The annual instantaneous total rates of attrition for the tagged fish released in 1962, 1963, 1964, and 1966 were estimated to be 1.90, 1.63, 1.69, and 3.55, respectively. The corresponding percentages of the fish remaining after one year (*i.e.*, those which were not caught and did not die or emigrate) are 15, 20, 18, and 3. The annual instantaneous total rates of attrition were also estimated from age composition data (see above); the respective estimates for the 1962, 1963, 1964, and 1965 year classes, with the corresponding percentages remaining were: 1.81 (16), 1.62 (20), 3.10 (5), and 1.32 (27). Six of the estimates of the attrition rate are relatively close together. The other two, which are higher, are for the 1964 year class and for the tagged fish released in 1966. A considerable portion of the tagged fish released in 1966 belonged to the 1964 year class, so perhaps the two high estimates of the rate of attrition were due to emigration of most of the 1964-year class fish at the end of the 1966 fishing season.

It is useful to formulate models to describe the migration of highly migratory fishes even when relatively little is known of their biology, as such models make it possible to plan future research more effectively. Accordingly, a preliminary model for northern bluefin has been formulated. This model is based to a considerable extent upon ideas put forth in unpublished manuscripts by staff members of the California Department of Fish and Game and the U.S. Bureau of Commercial Fisheries, and in a book by Dr. Hiroshi Nakamura of Japan. It is anticipated that, as additional data accumulate, or as different interpretations are made of the data presently available, the model will be amplified, modified, or discarded in favor of one that appears to provide a better explanation of what has been observed.

Figure 14 is a diagram of the model. The migrations shown by dashed lines are more speculative than those shown by solid lines. The diagram is intended to show the general areas where the migrations are believed to begin and end, but not the precise routes, as space limitations would make this impractical even if the routes were known. For example, it appears that the route of migration of the juveniles bound for the eastern Pacific is south of the route of migration of the maturing fish bound in the opposite direction, but such is not necessarily the case.

The spawning of northern bluefin occurs between Japan and the Philippine Islands and southeast of Japan during April through July, and the larvae, post-larvae, and juveniles are carried northward by the Kuroshio Current toward Japan. Fish of age 0+ about 20 to 60 cm in length are caught in the vicinity of Japan during the summer and fall of the same year. Some of these remain in the western Pacific Ocean during the winter and others migrate to the eastern Pacific. It is possible that others migrate from the western to the eastern Pacific during their second, third, or even later winters, but there is no evidence of this from tagging. For the 1964 year class there was a shortage of age-1+ fish in the eastern Pacific in 1965, but not a shortage of age-2+ fish in 1966. This may be due to the fish of that year class migrating from Japan mostly during their second winter (1965-1966), instead of during their first winter (1964-1965). The fish which migrate from the western to the eastern Pacific form the basis for the fishery in the eastern Pacific, which takes place principally during May through October. It is believed that during the rest of the year the fish remain in the eastern Pacific Ocean, but become less vulnerable and/or available to the fishery at this time. A portion of them apparently spend the winter in the vicinity of Guadalupe Island, as northern bluefin, especially large ones, are caught there during all months of the year. Some of the fish re-enter the eastern Pacific fishery in the following spring, while others return to the western Pacific eventually to spawn. Those which re-enter the eastern Pacific fishery are destined eventually to return to the western Pacific, however. The return journey to the western Pa-

cific may take nearly 2 years, as 674 days is the minimum time recorded between release and recapture of a tagged fish making this migration. This fish was 1+ years old when released and 3+ years old when recaptured. Other tagged fish released at age 1+ in the eastern Pacific were recaptured at age 3+ in the same area 2 years later, and fish even older than 3+ occur in that area, so it is obvious that the length of the sojourn of the fish in the eastern Pacific is not uniform.

In Figure 14 it appears that the fish in the eastern Pacific occur further and further offshore and have an increasingly restricted north-south distribution as they grow older. It was necessary for the sake of clarity to make the diagram this way, but actually such is not necessarily the case.

The fish caught by longline vessels between North America and Japan are probably *en route* from the eastern to the western Pacific. Upon arriving in the western Pacific they presumably proceed to the area between Japan and the Philippine Islands and southeast of Japan to spawn, either immediately or eventually.

Northern bluefin are also caught by longline vessels east of the Philippine Islands, northeast of Papua New Guinea, and southeast of Australia, especially in the vicinity of New Zealand. The question arises as to whether these fish come from larvae, postlarvae, and juveniles which went south from the spawning area, from young fish which migrate south from Japan after a brief sojourn there, or from older fish which migrated south from the spawning area after spawning. If either the first or second possibility is the case there should be small northern bluefin south of 20° north latitude. Small numbers of baitboat-caught northern bluefin have been recorded north of Papua New Guinea and in the vicinity of the Solomon and Marshall Islands, so it appears that at least some of the northern bluefin caught south of the spawning grounds by longline vessels are the result of movement of larvae, postlarvae, and juveniles from the spawning area or the result of migration of young fish south from Japan. However, this does not mean that none of them are the result of migration of adult fish south from the spawning area after spawning.

Larvae or postlarvae of northern bluefin have not been found in the Australia-New Zealand area, so it is not likely that the fish which are caught there by longlines would have spawned there. Rather they would have to migrate back to the spawning area or not spawn at all.

After spawning the fish probably disperse from the spawning area to other areas of the western Pacific. Some may even migrate to the eastern Pacific, though this seems unlikely. The following year they presumably return to the spawning areas to spawn again.

There might be several subpopulations of northern bluefin in the Pacific Ocean, for example, one which originates in the spawning area,

migrates to Japan, and then returns to the spawning area to spawn, one which originates in the spawning area, migrates to Japan, then migrates to North America, and finally returns to the spawning area spawn, and one which originates in the spawning area, migrates to the area south of 20° north latitude, either directly or by way of Japan, and then returns to the spawning area to spawn. On the other hand, there may be only one subpopulation in the Pacific Ocean, in which case the portions of this which migrate to the eastern Pacific Ocean and the area south of 20° north latitude are presumably determined by oceanographic conditions. It would be useful for stock assessment studies to know which is the case. Genetic studies might be valuable in this regard.

TUNA-PORPOISE INVESTIGATION

At the Commission's 33rd meeting, held in Managua, Nicaragua, in October 1976, it was agreed that the IATTC should concern itself with the problems arising from the tuna-porpoise relationship in the eastern Pacific Ocean. As its objectives it was agreed that, "(1) the Commission should strive to maintain a high level of tuna production and (2) also to maintain porpoise stocks at or above levels that assure their survival in perpetuity, (3) with every reasonable effort being made to avoid needless or careless killing of porpoise." At the Commission's 34th meeting, held in San Diego, California, in June 1977, it was agreed that the specific areas of involvement would be (1) an observer program to monitor population sizes and mortality incidental to fishing, (2) aerial surveys and porpoise tagging, (3) analyses of indices of abundance of porpoises and computer simulation studies, and (4) gear and behavioral research and education. The first funding for this project was received in late 1978 and thus 1979 was the first full year of operation for this project. Additional staff members were appointed during the year, the observer program was begun, and various research and education projects were planned and started.

Data collection

Recruiting and training of international scientific personnel for porpoise observation trips have been carried out throughout 1979. Training sessions were held in Panama, San Diego, and Ensenada, Mexico for a total of 68 participants representing Canada, Costa Rica, Mexico, Nicaragua, Panama, and the United States.

Non-U.S. participants were instructed in the identification of the major species of porpoise encountered in the tropical tuna fishery, porpoise school-size estimation, porpoise behavior, purse-seine gear and fishing operations, data collection methods and shipboard etiquette. The trainees seconded to the Commission by the United States had previously made porpoise observation trips under the porpoise observer program of the National Marine

Fisheries Service (NMFS) and therefore did not require a complete training course. These latter participants were trained in data collection under the Commission's program.

In planning the number of porpoise observation trips to be made during 1979, the sampling design involved stratifying the calendar year into three sampling intervals of approximately equal length. The allocation of trips to countries was accomplished using a scheme designed to minimize the variance for the total kill of porpoise; that is, the number of trips sampled per country was proportional to the product of the estimated number of fishing trips and the standard deviation of the kill per trip for the vessel of the given country. Available kill data were used in determining the kill per trip for U.S.-flag vessels; however, for the other participating nations kill data were not available, and had to be estimated using assumptions relating U.S. kill rate to those of the rest of the fleet.

In 1979 the Commission was able to sample 46 of the 78 vessels scheduled for a porpoise observation trip, one of which was still at sea at the time of writing. The number of trips made by biologists from participating countries in each of the three intervals was:

PARTICIPATING COUNTRIES

	Canada	Costa Rica	Mexico	Nicaragua	Panama	U.S.A.	Total
Interval I	2	0	1	0	1	6	10
Interval II	*	1	0	1	2	15	19
Interval III	*	1	0	*	1	15	17

*No flag seiners of these countries were fishing on porpoise in the eastern Pacific Ocean during this interval.

The total observed mortality for the 45 trips completed in 1979 for which complete data are available is shown below:

Offshore Spotted	Unidentified Spotted	Eastern Spinner	Whitebelly Spinner	Unidentified Spinner	Common Dolphin
1,628	40	233	212	13	734

Rough-Toothed	Striped Dolphin	Bottlenose Dolphin	Unidentified Porpoise	Total Kill	Porpoise Sets	Kill/Set	Kill/Ton
4	37	3	60	2,960	1,023	2.89	0.27

The four rough-toothed dolphins were accidentally killed in a log set and are not included in the calculation of kill and kill per set.

A major aspect of the project was the need to edit the raw data and to store it in a form from which it can be easily and quickly retrieved. A considerable amount of effort has been devoted to writing computer programs for data editing, entry, and access.

Estimated total kill

Estimates of kill by the U.S. and non-U.S. portions of the international fleet of seiners have been treated differently because data for the U.S. seiners were collected by both the NMFS of the United States and the Commission whereas the data for other flag seiners were collected only by the Commission.

Table 7 shows provisional estimates of the kills for both portions of the fleet. The estimates for the U.S. fleet are based on weekly reports made by U.S. vessels at sea and were compiled by the NMFS, while the estimates for the rest of the fleet are based on completed observer trip records. These estimates are subject to change as more 1979 logbook data are processed. In addition, they are based on sampling the fleet and are therefore subject to statistical error. Because of the small samples involved this error is larger with the non-U.S. flag boats; the standard deviations for those estimates are about the same size as the estimates themselves.

Estimates of the total kill from 1972, the year in which the NMFS began systematically collecting mortality data, are shown in Table 8. The estimates for 1972-1978 are those made by a workshop on the status of porpoise stocks held by the NMFS in August, 1979. Because data were available only from the U.S. fleet during these years, the estimates depend on assumptions relating the U.S. kill to those for the entire fleet.

The numbers killed have fluctuated depending on many factors, but overall there has been a decline associated with improvements in porpoise-saving technology and a reduction in the catch of yellowfin taken in association with porpoise (Table 9).

Density estimation of porpoise

One of the more important aspects of the tuna-porpoise interaction is how the densities of the yellowfin and the species of porpoise associated with them are affected by management decisions. To monitor any effects, density must be estimated as accurately as possible on a regular basis. For yellowfin, this has been a primary objective since the formation of the IATTC. For porpoise, however, this is a relatively recent field.

Line transect methodology

Density estimates of porpoise are obtained from survey data on the basis of line transect methods. These methods are based on the idea that the probability of detecting an object is a function of the perpendicular distance from the object to the line of search.

A probability density function can be estimated by fitting a suitable

model to the observed set of perpendicular distances. This function is evaluated at zero, and provides the basis for density estimation.

This technique is based on a series of assumptions. A subset of these which are important to porpoise density estimation are: 1) all objects on the line of search are detected; 2) measurements of distance are made without error; 3) objects do not move in response to the observer; 4) either searching is random or the objects are distributed randomly.

To facilitate the analysis of the data, a substantial amount of work has been performed during the last year to improve on a computer program called TRANSECT. TRANSECT provides a complete analysis of line transect data for a variety of estimators for the density function. It produces density estimates and associated statistics as well as goodness of fit testing and various graphical representations of the data. TRANSECT has been used to analyze the aerial and research vessel survey data and the porpoise observer data collected by the NMFS.

Aerial and research vessel surveys

The most recent NMFS aerial and research vessel surveys were conducted during the first part of 1979. A Commission scientist participated as an observer on two of the flights of the aerial survey to gain first-hand experience of the techniques employed. This provided valuable insights into the effect of sea state and sun angle on the probability of detecting porpoise schools.

The Commission also participated in a NMFS workshop designed to examine analyses of the data from the 1979 aerial and research vessel surveys. These data were combined to make overall population estimates of the various species of porpoise in the eastern Pacific Ocean.

Porpoise observer program

Apart from some work in 1975, the NMFS porpoise observer data have not been analyzed up until now, primarily because the non-random searching of the tuna fleet for schools of porpoise associated with yellowfin introduces possible biases in the estimation. A careful appraisal of the properties of the data and improvements in the methods of analysis have permitted the identification and possible correction of some of these biasing factors, and has enabled the analysis of the data to show relative changes in the density of spotted and spinner dolphin schools.

For a valid analysis the data collected from the tuna purse seiners must meet the line transect assumptions listed above. The non-random searching of tunaboats violates one of these; however, it may be approximately met by stratification of the data by area. Another problem with the tunaboat data is measurement error. The perpendicular distances used

in the analysis are calculated from the estimated sighting distances and angles from the seiners to the porpoise schools. Error in these measurements produces error in the computed perpendicular distances.

Unfortunately, porpoise observers tend to round sighting angles close to zero up to a higher figure, typically 10° . The effects of this bias can be most clearly seen if the data are stratified into two areas, one where the majority of the fishing is for tuna associated with schools of porpoise and the other where fishing is primarily for tuna not associated with porpoise. Figure 15 shows these areas for the years 1974 to 1978. The areas have been determined by an assessment of IATTC logbook data which includes information on set type and position. Although the type of fishing cannot be determined precisely by an analysis of set type, in many of the $5^\circ \times 5^\circ$ strata it is clear that the large majority of fishing has been of one type or the other. Strata which had approximately equal amounts of both types of fishing have not been included.

As an example, Figure 16 shows the distributions of sighting angles, sighting distances, and perpendicular distances for spotted dolphin data collected in 1978 for "porpoise" areas and "schoolfish" areas. The sighting angles are distributed similarly in both areas, and it can be seen that the proportion of angles in the 0° - 10° histograms which were not estimated to be 10° (hatched area) is small. Sighting distances are distributed differently, as may be expected from the differences in the techniques of searching in the two modes of fishing. Typically, when a vessel is school fishing, the crew looks for schools of tuna at the surface within a few miles of the boat, but when the vessel is "porpoise" fishing the crew scans the horizon with high-powered binoculars looking for cues, particularly birds, which may indicate the presence of a porpoise school associated with tuna. This results in sightings being made at greater distances during "porpoise" fishing than during "school" fishing.

The combination of the rounding error in estimating sighting angles and the differences in sighting distance distributions produces different perpendicular distances distributions for the two areas. The histogram for "schoolfish areas" represents a monotonically non-increasing concave detection function such as is often produced by line transect surveys. The histogram for "porpoise areas" represents a convex detection function with a peak off the track line, which is at least partially caused by biases in angle estimations.

Undetected evasive movement of dolphins away from the track line of an approaching vessel, causing schools to be sighted at a position farther from the track line than they would otherwise have been, can also be the cause of an observed perpendicular distance distribution with a peak away from the origin as in the "porpoise areas" in Figure 16. There is evidence that spotted and spinner dolphins respond to approaching vessels by mov-

ing away from the track line, but it is not clear whether this occurs before or after sighting data have been recorded. Consequently, the effect of movement on perpendicular distance distributions is open to question.

Figure 17 shows estimates of the density of spotted dolphin schools for 1974, 1975, 1977 and 1978 for "porpoise" and "schoolfish" areas. Data for 1976 were rendered questionable due to errors in instructions to observers resulting in severe biases in the perpendicular distance distributions, and can reasonably be ignored. In each of the areas, estimated density has not changed significantly from 1974 to 1978. Although the tuna fleet searches actively for schools of porpoise in "porpoise" areas, the non-randomness may be assumed to be constant, at least for particular areas between years. An improvement on this method of stratification, which is being investigated, is to estimate density in areas small enough so that search could be assumed to be random within them.

Figure 18 shows density estimates for the same years and areas for schools of spinner dolphins. Again, there is no significant difference between estimates in each area.

For both species, the density of schools seems to be comparable between "porpoise" areas inside and outside the CYRA. "Porpoise" areas and "schoolfish" areas cannot be compared due to the discrepancies between the randomness of the searching technique.

A prime assumption in the analysis has been that even though all the schools directly on the line of search of the vessel may not have been seen, those remaining undetected were a constant proportion. Recently, the question has been raised as to whether bad weather conditions could cause more schools to be missed than good weather conditions, and this is the subject of further investigations. This assumption is critical in order that the analyses are able to show relative changes in the density of spotted and spinner dolphin schools. Other important considerations are that the data have been stratified carefully and that possible biases have been investigated and minimized. In future years, the more accurate collection of sighting data and the greater understanding of the problems with the data may make it possible to estimate exact measures of school density.

Computer simulation of non-random searching

As stated previously, to obtain an unbiased estimate of density from line transect sampling, the searching must be random and/or the objects must be distributed randomly. These conditions are probably not met with the data collected from tuna purse seiners because fishermen are always attempting to maximize their catch from the minimum effort by concentrating their effort in good fishing grounds (*e.g.*, areas of high porpoise density). The result of this sampling scheme is a positively biased

estimate. Also, unless they are able to duplicate their effort with respect to the density pattern, the density estimate will not necessarily reflect relative changes in abundance from year to year.

A small-scale computer simulation was conducted to examine the bias and possible solutions. Non-random distributions and a non-random search by fishermen were simulated. A density estimate was calculated for the unstratified data and for three stratification methods: 1) arbitrary stratification, 2) stratification based on the amount of effort and 3) stratification based on the estimated density.

The simulation was an initial examination of the problem, so it is inappropriate to make any strong conclusions. However, it is apparent that all the stratification methods resulted in a much reduced bias. More work in this area will be continued to further resolve the problem.

School size investigation

One of the components of population estimation for porpoise is average school size. There are several sources of data that can be used to provide estimates of school size (observer and crew estimates from tunaboats, estimates from research vessel cruises, and estimates from aerial surveys), but there have been inconsistencies reported among estimates made from these sources. It has not been clear whether these are due to biases in estimates made from some or all of the platforms, or because the estimates are for different areas or times and reflect real differences in average school size.

To address these questions, the staff chartered the purse seiner *Gina Anne* for a 40-day period during October and November. A total of 24 porpoise schools were set upon by the vessel during the charter period. Prior to the time the net was let go and after it was completely pursed, the crew and the scientific party made estimates of the number of porpoise in each school. Both the vessel and its helicopter were used as platforms for these estimates. During the backdown up to four scientists were stationed in speedboats at the apex of the backdown channel to count the individual porpoise as they were being liberated to provide a "true" count against which the estimates could be compared. In addition, aerial photographs of the schools were taken from the helicopter whenever conditions were suitable. Counts of the number of porpoise in the school will be made from these photographs and compared with the observer estimates, the crew estimates, and the counts during backdown.

On the whole, biases in the estimates made by both the crew and the scientific party were small. Detailed data from the cruise will be presented in a cruise report which is in preparation and will be available from the La Jolla laboratory. The 16-mm movies and 35-mm slides taken during

the cruise are being edited for use as part of a training course on school size estimation for observers.

Gear technology

A gear studies program was initiated in August with the addition of a purse-seine gear specialist and gear scientist to the staff. Preparation began for skipper workshops relating to gear and methods for the reduction of porpoise mortality. The first of these workshops is scheduled for Ensenada, Mexico, in January 1980 for the Mexican purse-seine fleet, and a later workshop is planned for Panama. The gear staff also began analyzing observer data for gear problems and solutions and began gathering information for studies on purse seine dynamics and the use of porpoise safety panels by non-U.S. vessels.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Skipjack and the mixing index

Dr. Reuben Lasker of the NMFS Southwest Fisheries Center in La Jolla, California, first proposed that survival of larval anchovies in the California Current was dependent on the upper mixed layer being in a stable condition for a sufficient time. Concentrations of food suitable for first-feeding larvae have been found in aggregations and well-defined layers. Upwelling and mixing disrupt the layering and disperse the food organisms, so that many of the anchovy larvae are unable to obtain sufficient food for survival. The amount of mixing caused by wind is roughly proportional to the cube of the wind speed. For the limited data available, Dr. Lasker has found that weak winds and suitable food during the larval stages resulted in strong year classes, and that strong winds or unsuitable food resulted in weak year classes.

It was thought that this effect might also occur in the skipjack spawning areas of the central Pacific. Wind velocities by 5-degree areas between 180° and 135°W from 1961 on were obtained from the NMFS (Southwest Fisheries Center). The area was divided into two sectors (180°-155°W and 155°W-135°W) because warm water suitable for spawning reaches farther north in all months in the western sector than it does in the eastern sector. Preliminary calculations have been made for the area between 15°N and 15°S in the western sector, and between 10°N and 10°S in the eastern sector. Mean values for each 5-degree area were averaged for the entire area in a month and the mean monthly wind velocities were averaged for the 12-month period July-June, to obtain a mean value which was then cubed to obtain the mixing index (knots cubed).

Plots of the mixing index and catch rate of age-1+ skipjack (12 to 24 months of age) captured by purse seiners based on effort in 22 selected

skipjack fishing areas where some of the effort on yellowfin has been eliminated are shown in Figure 19a. Plotting the catch rate on a logarithmic scale is equivalent to plotting the logarithm of the catch rate on an arithmetic scale. The logarithm of the catch rate (number of fish per day standardized to class-3 purse-seine days) is significantly correlated with the mixing index at an earlier time. For example, the logarithm of the catch rate for 1963 is paired with the mixing index (mean wind speed cubed) in the selected portions of the spawning area during the period July 1961-June 1962. Wind data before 1961 are insufficient to obtain reliable indices. The product-moment coefficient of correlation (r) which assumes normality of distribution is -0.70 , significant at the 1% level; the rank-difference coefficient of correlation (r_s) which does not assume normality is -0.75 , also significant at the 1% level. The numbers in the figure refer to the year of catches. The alignment of the points is close with the exception of 1973, which deviates greatly. The solid regression line is for the 1963-79 period, including 1973; the dashed regression line is for the same period, excluding 1973. The dashed line is regarded as better for estimating catch rates for future years. The 1978-79 mixing index of 2,210 knots³ would indicate a catch rate of 800 fish per day for 1980 as a best estimate based on the dashed line, slightly above the rate of 760 fish per day in 1976. The plots show that there was a series of 12-month periods with mixing indices associated with the 1970-1977 fishing years that were greater than 2,100 knots³. Mixing indices associated with 1978 and 1979 decreased to less than 2,000 knots³, close to the values during the 1960's, with the exception of 1967 which was associated with a low mixing index. The mixing index for 1980 falls among the 1970-1977 cluster of points (Figure 19a). The decrease in the catch rate of age-1+ skipjack during the 1970-1977 period appears to have been caused, in part, by the increased mixing in the spawning areas at the time these fish were in the larval stages.

As expected, there was a significant correlation ($r = -0.61$, $P < 0.01$) between the mean sea-surface temperature and the mixing index for the same area and periods. However, there was no significant correlation between the logarithm of the catch rate and the sea-surface temperature. This is surprising considering that the occurrence of skipjack larvae in plankton nets is highly correlated with sea-surface temperature. The mixing index explains 49% of the variation in the logarithm of the catch rate of age-1+ skipjack in the fishery, while the southern oscillation (S.O.) index explains only 36% of the variation. The S.O. index was originally used because of the scarcity of temperature data in the southern hemisphere, but it is not a desirable indicator of skipjack abundance because the pressure variations are so far removed geographically as well as functionally from the environment of the skipjack larvae. Furthermore, the position of the Easter Island high-pressure cell appears to have shifted in recent years, judging from the unusually low pressure at Easter Island

and Tahiti, and the S.O. index is now suspected of being a poorer indicator of conditions in the spawning areas than in earlier years.

The catch rate in numbers of age-1+ skipjack is theoretically the best measure of year-class strength available which can be tested for correlation with oceanic or meteorological conditions which may influence the survival of the larvae. If some year classes are spawned earlier or later than normal then some of the fish captured will be assigned to the wrong year class since age is estimated from length and from an estimated average growth rate. If growth rates vary for different year classes, as they will if the availability of food fluctuates, then some fish will also be assigned to the wrong year-class. This appears to have occurred in 1971 and 1973 when the aging method showed that more age-2+ fish (>24 months) were caught than age-1+ fish. For all other years since market measurements began in 1955 the estimates of numbers of age-1+ fish have exceeded those of the numbers of age-2+ fish. It is likely that the assignment of ages was significantly incorrect for 1971 and 1973 and that too many of the larger fish were assigned to the previous year class.

Because of these weaknesses in aging the fish and because the fishing industry is more interested in the catch rate in tons of all sizes of skipjack rather than year-class strength, measures of apparent abundance of all ages in weight per unit of effort were tested against the mixing index. The CPUE by purse seiners, with effort standardized to class-3 vessels, was calculated for 22 selected 5-degree areas where most of the skipjack has been caught. Data used were from logbooks for areas and quarters where the minimum of 100 standardized day's fishing and a minimum of 200 tons of skipjack were caught. This was intended to eliminate area-quarter strata with little effort or with effort primarily on yellowfin. Plots of the CPUE and the mixing index are shown in Figure 19b. The scatter is greater than in Figure 19a, but 1973 deviates much less; $r = -0.65$, significant at the 1% level, and $r_d = -0.52$, significant at the 5% level.

In order to estimate expected total catches of skipjack in the CYRA and experimental areas, where most of the fish is caught, a crude index of abundance was calculated using the total carrying capacity of the fleet as a measure of effort. For each year the total capacity of all vessels fishing for tropical tunas between 150°W and the coast of the Americas was multiplied by the percent of the total logged effort by purse-seiners occurring in the CYRA and experimental areas to obtain an adjusted capacity proportional to the effort. Very little skipjack has been caught in the eastern Pacific outside of the CYRA and experimental areas, although as much as 23% of the purse-seine effort has been outside; in 1979 it has decreased to 8%. The total catch in the CYRA and experimental areas was divided by the adjusted capacity to obtain the catch-per-ton of carrying capacity (CPTCC).

There is a high statistical correlation ($r = 0.99$, $P < 0.001$) between CPUE in the 22 selected areas and the CPTCC in the CYRA and experimental areas for the 1971-1979 period. Although high coefficients of correlation for CPUE and CPTCC may be expected for skipjack, since such coefficients for yellowfin are around 0.95, a coefficient this high (0.99) is probably fortuitous. For the 1963-1970 period the correlation is significant ($r = 0.91$, $P < 0.01$), but the CPTCC tends to be higher relative to CPUE than during 1971-1979 as shown in Figure 19c. Relatively lower effort than is indicated by fleet capacity during 1971-1979 would explain the higher values of CPTCC. It appears that the use of the fleet capacity in the eastern Pacific diminished during the 1960's and became stable after 1970. Some boats spent less time fishing in the eastern Pacific, and many of the larger seiners returned with less than full loads during the 1971-1979 period. Because fleet capacity as a measure of effort is apparently not comparable for the two periods, estimates of CPTCC from a regression with the mixing index for all years available (1963-1979) is not warranted. Instead, estimates of annual CPUE in the 22 areas were obtained from the regression with the mixing index using data from earlier years. For example an estimate for 1978 was calculated using skipjack data from 1963 to 1977 and mixing indices from 1961-1962 to 1975-1976. The logarithm of the estimated CPUE was converted to the logarithm of CPTCC using the regression for the 1971-1979 period. CPTCC was multiplied by fleet capacity corrected for CYRA and experimental areas, and the average of the catch outside the CYRA and experimental areas for the previous three years was added to obtain an estimate of total catch of skipjack east of 150°W. For example, the logarithm of the CPUE for 1980 calculated from the mixing index is 0.55, which converts to a logarithm of CPTCC of -0.089, or a CPTCC of 0.81 tons/ton. Multiplying this by the capacity at the beginning of 1980 results in a value of 139,000 tons for the CYRA and experimental areas. Approximately 3,000 tons were caught annually outside these areas during 1977-1979. Adding an expected 3,000 tons brings the estimate for skipjack caught in all areas east of 150°W in 1980 to 142,000 tons.

Estimated catches for previous years calculated by the same method and actual catches are as follows:

Fishing years used in regression	Year	Actual catch (thousands of tons)	Estimated catch (thousands of tons)	Percent error
1963-1972	1973	48	102	+111
1963-1973	1974	87	103	+ 19
1963-1974	1975	138	79	- 43
1963-1975	1976	141	104	- 26
1963-1976	1977	96	104	+ 9
1963-1977	1978	188	189	+ 1
1963-1978	1979	146	216	+ 48
1963-1979	1980		142	

Only two of the seven estimates are close to actual catches (1977 and 1978) while three of them deviate greatly (1973, 1975, 1979). There is no significant correlation between estimated and actual values. Although the correlation between the mixing index and CPUE is significant, it is not sufficient for predicting catches of skipjack at this time.

Equatorial ocean currents and skipjack migration

For several years the Commission has investigated the relationship among apparent abundance of skipjack in the surface fishery of the eastern Pacific, ocean environment in the spawning areas of the central Pacific (130°W to 180°), and changes in the ocean-atmospheric circulations over the Pacific as monitored by a Southern Oscillation (S.O.) index. A description of the investigations relating the S.O., sea surface temperatures and surface winds in the spawning areas to skipjack abundance in the CYRA approximately 18 months later has been given elsewhere in this report. One explanation of high survival of skipjack larvae in the spawning area relates to above normal SST's and relatively light winds which provide for better availability of food. However, besides survival of larvae and juveniles, another possible factor controlling the amount of recruitment of young fish into the eastern Pacific may be the strengths of the eastward flowing North and South Equatorial Counter-Currents (NECC and SECC) and the westward moving South Equatorial Current (SEC). All of these currents move through the skipjack spawning area of the central Pacific. A hypothesis being tested suggests that a large number of young skipjack enter the NECC near the equator and actively or passively move eastward. During the 3 to 4 months of migration, food is available to the fish in a convergence zone which lies in the upper layer of the ocean between the NECC and SEC. The NECC and SEC are known to fluctuate in location and especially between seasons and from year-to-year in response to large-scale changes in the intensity of the ocean and atmospheric circulations. During some seasons the NECC and SEC move faster than normal, and a strong east-west zone of convergence develops between them from 3° to 6° of latitude north of the equator. During such periods a well-developed convergence zone may aggregate enough food from the upwelling zone near the equator to sustain a large number of skipjack during migration from the central Pacific to the eastern Pacific fishery. During other seasons, when the two opposing currents are weak or are separated by a greater north-south distance, the convergence zone would be weak or absent in some places. In this case the food available to the fish may be more sparse than usual or concentrated in small pockets separated by long distances along the migratory path. Thus there could be insufficient amounts of food to sustain a large skipjack migration eastward.

In the 8-year period from 1970 to 1977, tuna fishermen recorded hun-

dreds of vertical temperature profiles with expendable bathythermograph (XBT) probes in the eastern Pacific. With these data it has been possible to construct vertical temperature sections from the ocean surface to a depth of 500 m across the NECC and the equatorial branch of the SEC between 120°W and 140°W. Mean monthly (east-west) speeds of the currents have been computed from the temperature sections for the (northern hemisphere) summer months of 1970, 1971, and 1972 when fishing was most active outside the CYRA. A detailed discussion of the differences in location and strengths of the NECC and SEC based on the temperature sections was presented in the Commission's annual report for 1977. In general, the results revealed that from the summer of 1970 until late in 1971 the SEC had higher westward velocities and extended farther northward across the equator than normal. The NECC was above normal strength during this period also. Consequently, based on available data, there was a well-organized convergence zone which probably persisted throughout 1971 from 4°N to 6°N between the two currents. This condition may have concentrated a larger supply of zooplankton, small fishes and squids than usual in the convergence zone. Early in 1971 the catch of skipjack within the CYRA was large, and by the end of the year 115,500 tons had been landed. In contrast, during 1972 the skipjack catch was only 36,700 tons, the lowest in recent history. During the summer of 1972 the NECC was weaker and the core of maximum velocities was markedly closer to the equator than during 1970 and 1971. The equatorial part of the SEC did not extend into the northern hemisphere as far as in 1971, and after mid-1972 the SEC became weaker than normal in the eastern Pacific as the El Niño of 1972-73 developed. Consequently, the data suggest that during most of 1972, the convergence zone between the two currents was not well organized north of the equator for any extended period. It is possible that the food chain along the relatively weak convergence zone in 1972 was insufficient to sustain a large recruitment of skipjack into the eastern Pacific fishery. A schematic representation of the surface and subsurface currents in the eastern Pacific and contrasting temperature section of the NECC and SEC for 1971 and 1972 are shown in the annual report for 1977.

In recent years various investigators have used improved oceanographic data to demonstrate that changes in sea level between island stations in the tropical Pacific are directly related to changes in the ocean current strengths for corresponding latitudes. Since these island stations lie within the skipjack spawning area, it may be possible to monitor changes in strengths of the NECC and SEC on the basis of sea level data.

Prior to 1970 and since 1977 tuna fishermen did not record bathythermograph data on a regular basis in the eastern Pacific. Therefore, it has not been possible to compute current strengths from XBT data for the 1961 to 1970 and 1977 to 1979 periods. However, the Commission

has obtained sea level data, through the University of Hawaii and the U.S. National Marine Fisheries Service, Monterey, California, for the 1961 to 1978 period. A cooperative study is in progress with the NMFS, Monterey, to calculate numerical differences between sea level at selected Pacific Island and coastal stations along Central and South America. These sea level data are being used in place of ocean current computations in a study of the apparent skipjack abundance (discussed elsewhere in this report) to see if there exists a significant statistical relationship. It is hoped that sea level data, now available on a regular basis, can be used to monitor changes in strengths of equatorial currents, and subsequently provide an additional index which relates to annual variations in skipjack abundance.

Relation between yellowfin catch and vertical temperature structure

In 1974 the Commission staff began a study of the relationship between quantities of yellowfin caught in non-porpoise associated schools and the vertical temperature structure in the mixed layer of the ocean. This study was based on vertical temperature profiles collected with bathythermographs used on tuna and research vessels and from logbook data on yellowfin collected by the Commission. The data strongly suggested that in 1973 and 1974, along the west coasts of Mexico and Central America, purse-seine fishing was often more successful when the 23°C (73.4°F) and 15°C (59.0°F) isotherms were relatively near the surface. In the eastern Pacific the 23°C isotherm is usually located in the upper one-third of the thermocline where temperature decreases most rapidly with depth, and the 15°C isotherm is located near the bottom of the thermocline. The current hypothesis being tested is that when the lead line of a 73 m (240 ft) or smaller purse seine net is located near the bottom of a sharp thermocline, the fish usually will not attempt to escape from under the net because of cold temperatures and low levels of oxygen.

In 1978 the study was expanded to include yellowfin catch data and temperature profiles for 1971, 1972 and 1975. The statistical analysis of data for these years tended to support the above hypothesis. However, there were several non-environmental factors which influenced fishing effort and made the interpretation of the results inconclusive. The Commission is continually assessing catch, effort, and catch per unit of effort, and the results of this study have been pertinent to defining new and useful aids for improving the analysis and evaluation of catch and effort. Therefore, during 1979 four more years (1970, 1976, 1977 and 1978) of thermal profile data were analyzed to form a 9-year data base which will be compared with catch and effort data for corresponding periods. The Commission staff has decided to apply other statistical analyses which will give more definitive results regarding the vulnerability of non-porpoise associated yellowfin catches in more specific space and time frames. The

oceanographic data for all years have been prepared on charts and tabulated. The appropriate catch data will be obtained from the Commission's files of catch log records and summarized by month and for specific areas where sets on yellowfin school fish were made.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1979 AND OUTLOOK FOR 1980

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

YELLOWFIN

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

If one or more fishing boats began to fish on the population the catch per unit of effort (catch per day of searching, for example), which is assumed to be proportional to the size of the population, would initially be relatively high, as the population would be at its maximum. The gains to the population would still include recruitment and growth, but the losses to the population would include not only natural mortality, but also fishing mortality. Thus the population would be reduced. In response to the reduction in population the rates of recruitment, growth, and/or natural mortality would change, the gains from the first two exceeding the losses from the third. If the boats stopped fishing this net gain would cause the population to increase gradually to its original size. As the population approached that size the rates of recruitment, growth, and/or natural mortality would gradually approach their previous levels until they were

the same as before the fishery began. The population would thus be restored to equilibrium at its maximum size. If the boats continued to fish at the same rate, however, the population would eventually come into equilibrium with different rates of recruitment, growth, and/or natural mortality and a population size which was less than the original population size. The catch per unit of effort (CPUE) would still be proportional to the population size. If there were only a few boats the population size would be only slightly reduced and the CPUE would be relatively high, but if there were many boats the population would be considerably reduced and the CPUE would be much lower.

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

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

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

the changes in apparent abundance caused by fluctuations in fishing effort, and (2) there are catch, effort, and CPUE data available for a wide range of levels of fishing effort, preferably including levels greater than optimum.

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

Effort has been mentioned, but so far no mention has been made of the fact that there are different kinds of effort, *i.e.*, baitboat, purse-seine, and longline effort, and effort by different sizes of vessels. In most cases the different kinds of effort data cannot simply be combined to obtain a value of the total effort. There are two alternatives. First, the data for only one type of gear, ordinarily the most prevalent one, can be considered. This will be called the standard type. The total catch by all types of gear, divided by the CPUE for the standard type, provides an estimate for the total effort in units of the standard type. Second, the efficiency of each type of gear relative to that of the standard type can be determined, and the standardized effort for each type can then be obtained by adjusting the raw effort data by the proper factor. Then the raw effort data for the standard type of gear and the standardized effort data for the other types can be summed to obtain the total standardized effort. The Commission's staff has used the first alternative and various combinations of the first and second alternatives. Unstandardized and standardized effort are measured in days of fishing and standardized days of fishing, respectively, and the corresponding CPUEs are catch per day's fishing (CPDF) and catch per standardized day's fishing (CPSDF).

Class 3 (vessels with capacities of 101 to 200 short tons) was selected as the standard size for purse seiners during the 1950's because at that time Class-3 purse seiners caught more tunas than did purse seiners of any other size. Since then many larger purse seiners have been built, and many smaller ones have sunk or are no longer active. The larger vessels fish

in all areas, while the smaller ones fish almost entirely within a few hundred miles of the coast, and tend to fish more at the northern and southern ends of the range of yellowfin, and less in the area between southern Mexico and Colombia. Standardization involves comparison of the fishing success of vessels of different size classes when they are fishing in the same area-time strata. When there are no data for Class-3 purse seiners in an area-time stratum data for Class-6 vessels are used, and the net effect is almost equivalent to standardization to Class-6 vessels.

The fishery prior to the mid-1960's was pursued only in the inshore portion of the CYRA and in the vicinity of a few offshore islands and banks. During the mid- and late 1960's, however, the fishing fleet began to increase in size and to fish much further offshore. The inshore and offshore areas, termed Areas A1 and A2, respectively, are shown in Figure 20. If the interchange of fish between these two areas is instantaneous the AMSY of the two areas combined will be the same as that of Area A1 alone, but if there is no interchange the AMSY of the two areas combined will be the sum of the individual AMSYs of the two areas. Studies have shown that there is relatively slow interchange of fish between the two areas, so the AMSY for the entire CYRA is greater than that for Area A1, but less than the sum of the individual AMSYs. These studies are described in more detail in previous annual reports of the Commission.

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

The present status of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, as determined from analysis of general production models, will now be discussed. There are many factors which have not been mentioned in this report which apparently affect the model. These have been discussed in previous annual reports of the Commission, so they will not be mentioned

again here. Because of the complicated nature of the fishery and the rapid changes which have taken place in recent years there has been considerable experimentation in the selection and preparation of the data to be used and in the choice of the mathematical procedures to be employed for the analysis of the catch, effort, and CPUE data. Only the two methods which have been given the most emphasis in 1979 are discussed in this report. For both methods the logistic model, for which it is assumed that the equilibrium relationship between catch and effort is linear, was used. In Table 10 are listed the quotas and catch and CPUE data for the CYRA and the area outside the CYRA for 1967 through 1979. The CPSDF and the CPDF for the large vessels are shown in the top two panels of Figure 21.

For the first analysis (Case 1) the effort was standardized to Class-3 purse-seine days (vessels of 101 to 200 tons capacity). Only the data for 1967 through 1979 were used, as prior to 1967 the fishing effort was not as well dispersed over the CYRA as later; also major changes in the efficiency of the purse-seine vessels were apparently taking place in the earlier years. The AMS_Y is estimated to be 175 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 52 thousand Class-3 days. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the upper panel of Figure 22. All of the points, except those for 1967 and 1971, occur above the line. (In 1967 and 1971, large catches of skipjack were made, which diverted effort away from yellowfin, almost certainly reducing the catch of the latter species.) This occurrence of most of the points above the line is not unexpected, as the line represents levels of catch which would be taken at equilibrium conditions, and during the period in question the effort was increasing, thereby reducing the accumulated stock by catching amounts of fish in excess of the net gain due to recruitment plus growth minus natural mortality. The catch cannot be expected to remain at its present level indefinitely if the effort continues to increase each year for, unless the trend is reversed, the stock will eventually be reduced to the extent that the catch will decrease no matter how much effort is exerted.

For the second analysis (Case 2) the CPDF for Class-6 purse-seine vessels (greater than 400 tons capacity) was employed as a measure of CPUE. This was first done because it had been observed that the CPDFs for the larger vessels had decreased more in recent years (1974 and 1975) than had those for smaller vessels. Since the larger vessels fish in more areas of the eastern Pacific Ocean and take a larger share (more than 85%) of the catch than do the smaller ones, the possibility exists that use of Class-6 data only will produce different estimates of the parameters. Also, CPDF for Class 6 is more meaningful to present-day fishermen and other representatives of the fishing industry. Only the data for 1968

through 1979 were employed. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the lower panel of Figure 22. In this case the AMSY is again estimated to be 175 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 22 thousand Class-6 days.

For each of the two analyses the AMSY is estimated to be 175 thousand tons, the same as estimated for previous years. In each case the 1976-1979 points fall to the right of the maximum point of the curve, implying for these analyses that the effort has exceeded the amount necessary to achieve the AMSY. In the 1978 annual report it was noted that if the effort is held at the 1976-1978 level for the next several years one of two situations would be likely to occur. First, the catch could decrease, which would indicate that the stock of yellowfin probably changes in response to fishing as predicted by the general production model. Second, the catch could remain approximately constant. If such is the case it could indicate either that the estimates of the parameters of the model are faulty or that the stock of yellowfin does not change in response to fishing in accordance with the general production model on the overfishing side of the curve. Although there is only one additional year's data since the 1978 annual report was prepared, that point provides additional useful information. The 1979 point shows that although the effort increased in 1979 the catch did not increase. This suggests that the model is still doing a reasonably good job of describing the dynamics of the stock. If the effort continues to increase slightly, but the catch remains at the approximate level of 1978-1979, this would indicate that the overfishing side of the curve does not descend as precipitously as indicated by the logistic model.

The input to age-structured models consists of estimates of recruitment, growth, and fishing and natural mortality. Estimates of the rates of growth and mortality are obtained from analyses of data on the size composition of the fish in the catches, supplemented by tag return data and other data of various types. The Commission's staff has collected data on the size composition of the catches of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean since 1954, and in addition has had access to the corresponding data collected during 1951-1954 by the California Department of Fish and Game.

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

Yellowfin which are recruited to the fishery apparently belong to two groups, the X group which enters the fishery during the first half of the year but until recently has not contributed to it significantly until the second half, and the Y group which enters during the second half but until recently has not contributed to it significantly until the first half of the

following year. The X and Y groups have been estimated, on the average, to be about the same size.

In previous annual reports analyses based on the catch of fish of the X and Y cohorts at different ages have been presented. Generally speaking, these analyses have shown that the major contribution of fish of both cohorts to the catch in weight is during their second, third, and fourth years in the fishery. During their first year in the fishery they normally contribute only modest amounts of weight to the catch. In 1973 and 1974 this pattern changed, however, and the 1-year-old fish contributed unusually heavily to the catch. There was consequent reduction in the average size of fish in the catch. The question naturally arises as to whether these relatively greater catches of young fish were due to increased recruitment, increased vulnerability of small fish resulting from average recruitment, a shift of effort to areas where small fish are more abundant, or a combination of these. In the first case large catches could be expected in subsequent years when the fish from the large recruitment were available as medium and large fish, but in the second and third cases the reverse would be true due to scarcity of medium and large fish after the small ones were heavily exploited. Analyses of the size of fish in the catch indicate that the recruitment in 1973 was about average, but that the fishing mortality on the newly-recruited fish was unusually high. The 1974 recruitment, on the other hand, appeared to be much better than normal, judging from the significant contributions made by these fish as they grew older. Both the X and Y cohorts of 1975 and 1976 (and possibly 1977) contributed below-average catches as 2-, 3-, and 4-year-old fish. This suggests that these might have been below-average year classes, which would also account for the poor catches of yellowfin from the porpoise-associated offshore fishery. In 1978, and apparently also in 1979, above-average catches of small fish have been made. In 1979 the fish recruited in 1978 appear to have contributed well to the fishery as 2-year-olds, suggesting above-average recruitment. In general, it appears from these data that there has been an increased dependency of the fishery upon 1-year-old fish in recent years.

The most commonly employed type of age-structured analysis is the yield-per-recruit model. If a cohort of unexploited juvenile or young adult fish is present in an area its total weight first increases as the fish grow rapidly, while the losses due to natural mortality are moderate. Later, however, when the fish grow older the growth rate becomes slower, while the natural mortality continues to be moderate. Thus the losses to the total weight due to natural mortality at that time are greater than the gains due to growth, and there is a net loss to the total weight. Eventually the cohort disappears. The ideal way to obtain the maximum yield in weight from a cohort of fish would be to harvest each fish just before it died a natural death. This is not possible, of course. The next best alter-

native would be to harvest all the fish which had not died previously at the age or size ("critical age" or "critical size") at which the loss to the total weight by natural mortality exactly balances the gain to it by growth. This is possible for some animals, such as oysters or clams which are exposed at low tide and can be easily harvested at that time. When the manager of a bed of oysters or clams surveys it at frequent intervals and removes the individuals which have reached the critical size he is exerting an infinite amount of fishing mortality on the animals which have reached that size. It is obvious that this alternative is not practical for most species of fish.

Intuitively, it seems that if the second alternative is not possible the harvesting should begin on fish which have not yet reached the critical size. This is the third alternative, and the only practical one for most species of fish. It is assumed, for the moment, that the age at entry (*i.e.*, the age corresponding to the minimum size of fish which are caught) can be efficiently controlled. If the fishing effort is high an age at entry only slightly less than the critical age would be selected, most of the fish caught would be close to the critical age, and the yield would be almost as high as it would be under the second alternative. If the fishing effort is lower an age at entry considerably less than the critical age would be selected, the fish caught would exhibit a wider range of ages and sizes, and the yield would be considerably less than it would under the second alternative (but still the maximum possible without increasing the effort).

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

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

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

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

The object of management carried out according to analysis of the yield-per-recruit model is to obtain the maximum yield per recruit. The estimated relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit are shown in Figure 23. Various combinations of fishing effort and size at entry give various yields per recruit, which are indicated by the curved lines. The top panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during the 1968-1972 period and an instantaneous natural mortality rate of 0.8; the middle panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during 1973-1978 and the same instantaneous natural mortality rate; the bottom panel is the same as the top panel except that an instantaneous natural mortality rate of 0.6 is substituted. The estimate of 0.8 is believed to be the most likely one, but that of 0.6 is included to determine how much higher the age of entry should be if the natural mortality rate is lower. The values in the horizontal scale are multiples of the fishing effort during the years in question, *i.e.*, 0.5, 1.0, and 2.0 in the top panel represent effort values half of, equal to, and twice the actual effort values for 1968-1972. The approximate weights of the catches of each age group corresponding to a multiplier of 1.0 are shown in the upper left corner of each panel. In all three panels the yield per recruit increases with increasing multipliers of fishing effort up to about 1.0 regardless of the size at entry. With multipliers greater than about

1.0 the yields per recruit remain about the same with lower sizes at entry, but continue to increase with greater sizes at entry. Except at levels of effort less than about half the corresponding current effort, the yield per recruit increases with increases in the size at entry. In the top panel, for example, the optimum size at entry is about 15 pounds with a multiplier of 1.0 and about 30 pounds with a multiplier of 2.0. The corresponding yields per recruit are 5.3 and 6.7 pounds, respectively. In the top panel, with an infinite amount of effort the optimum size at entry would be 62 pounds, the critical size, and the yield per recruit would be 7.6 pounds.

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

In addition to its studies of the yield-per-recruit model, a detailed cohort analysis has been performed by the Commission's staff during the past year. A cohort consists of all the fish recruited to the fishery at the same time, such as the X70 cohort which first entered the fishery in small numbers during the first half of 1970 and contributed to it significantly for the first time during the second half of that year, and the Y70 cohort which first entered the fishery in small numbers during the second half of 1969 and contributed to it significantly for the first time during the first half of 1970. Cohort analysis consists of estimation of the numbers and weights of the fish of one or more cohorts at the time of recruitment and at various intervals thereafter and of the numbers and weights which are caught and which die during each interval, and interpretation of the meaning of the results. The information needed for such analyses includes the numbers and weights of fish of each cohort in the catch, an estimate of the natural mortality rate (or estimates of a series of rates if the natural mortality is not constant for the fish of different ages), and an estimate of the fishing mortality rate for at least one catch interval. All of these estimates are obtained from analyses of catch statistics and length-frequency data which include, as a first step, assignment of the fish in the catch to cohorts. The results of these analyses are not as accurate as desired because, although fish of different cohorts can be readily distin-

guished from one another when they are young, this becomes increasingly difficult as they grow older, so older fish are probably often assigned to the wrong cohorts. Thus not only are the estimates of the catch of fish of each cohort less accurate than desired, but the estimates of the mortality rates are somewhat crude. Specifically, an estimate of 0.8 for the instantaneous annual rate of natural mortality (equivalent to 55 percent) is used, but it is suspected that this rate varies with age, being higher for younger fish and lower for older ones. Also, the vulnerability of the fish to capture varies according to age, area, season, weather, and other circumstances, and this introduces "noise," and possibly bias as well, into the calculations.

Cohort analyses have been conducted for the 1965 through 1979 seasons. Different "initiating" rates of fishing mortality were estimated for the quarters during which different cohorts were last exploited, dependent on fluctuations in effort from season to season. In addition, for purposes of comparison, calculations were made for all cohorts with "initiating" rates higher and lower than those considered to be the best estimates. The results indicate that the "initiating" rates can influence the general conclusions, especially for present conditions of the stock.

The results, using the "best" estimates of mortality resulting from the different rates of fishing during the "initiating" quarter, are shown in Table 11. Using this table, the estimated average populations of fish of any cohort, in numbers of fish, are apparent. For the X68 cohort, for example, there was an average of 23,519,000 1-year-olds during the first quarter of that year, and the population of that cohort during the second, third, and fourth quarters of that year averaged 19.3, 15.6, and 12.4 million fish, respectively (1968 row, I column). In 1969 the average populations of 2-year-olds of that cohort during the first through fourth quarters were 9.9, 7.5, 5.9, and 4.8 million fish, respectively (1969 row, II column), and so on. The average numbers of 1-, 2-, 3-, and 4-year-olds of the four X cohorts (1968, 1967, 1966, and 1965) during the first quarter of 1968 were 23.5 million, 8.3 million, 3.6 million, and 0.1 million, respectively (1968 row). The situation is the same for the Y cohorts as for the X cohorts, except that there is a 0 column for the youngest fish, none of which are assumed to be caught prior to the third quarter of the year. Also shown in Table 11 is a V+ column, which includes the older fish, none of which can be assigned to cohorts, and whose population size was obtained indirectly from catch data and mortality estimates of younger fish. It is assumed that half of these belong to the X cohorts and half to the Y cohorts.

The numbers of recruits for each cohort (*i.e.*, the average numbers for the initial quarters) are listed in Table 12. The annual averages for the X and Y cohorts are nearly the same, 24 million for the Y cohort and 22 million for the X cohort. The variability among years is greater for the

Y cohort (3.6) than for the X cohort (2.2), and that for the combined data (2.5) is intermediate.

The average weights of the fish during each quarter, beginning with the quarter they are recruited into the fishery, were estimated to be:

Quarter	Ave. weight	Quarter	Ave. weight	Quarter	Ave. weight
1	4.0	7	27.0	13	98.0
2	5.6	8	36.1	14	111.1
3	8.0	9	45.0	15	122.0
4	10.2	10	55.1	16	130.0
5	13.5	11	67.0	17	134.0
6	18.9	12	83.0	18	136.0
				19+	157.0

These values were multiplied by the corresponding values in Table 11 to calculate the estimated average annual biomass (total weight averaged over four quarters) of each cohort. These data are shown in Figure 24. It is easy to see the relative strengths of the various cohorts from this figure. For example, the X74 and Y74 cohorts (diagonal lines) were both relatively strong, for even though the fish were fished heavily in 1974 when they were small their biomass remained high in the succeeding years. The Y73 cohort, on the other hand, was only average, for after having been heavily fished in 1973 its biomass was low. The X66 cohort was a strong one, but the fish were not heavily exploited when they were young, so the biomass of that cohort was high for several years subsequent to 1966. In general, the biomass of older fish has been less during the middle and late 1970's than in previous years.

In Figure 25 are shown the average quarterly and average annual biomass estimates for 1968 through 1979 for all fish regardless of age and for all Y-cohort fish which had been in the fishery more than six quarters since recruitment plus all X-cohort fish which had been in the fishery more than eight quarters since recruitment. The data for 1965-1967 are not shown because during that period the fishery in the CYRA was still expanding and the cohort biomass estimates for those years are biased downward. During 1968-1971 the total biomass averaged about 350 thousand tons. This was comprised of a large proportion of older fish resulting from the fish of the above-average 1966 and 1967 recruitments which were exploited lightly as young fish. Below-average recruitment, coupled with increasing exploitation rates during 1969-1972, resulted in a decline in the biomass during 1972 and 1973 of both the younger and older fish. The lower biomass of older fish persisted through 1974, whereas the abundance of smaller fish began to increase in 1974 as a result of an extremely large 1974 year class. That year class accounted for most of the increase in biomass of large fish in late 1975, all of 1976, and early 1977. The largest catch of yellowfin in the history of the fishery was made during 1976.

Poor recruitment during 1976 and 1977, coupled with heavy exploitation of young fish since 1973, resulted in the biomass of both young and old fish decreasing to the lowest observed in the fishery. Although the 1978 recruitment was high, exceeded only by that of 1974, so many of the fish were captured as 1- and 2-year-old fish that they are not expected to contribute heavily to the fishery in 1980 and 1981. Preliminary estimates of the 1979 recruitment appear to be slightly lower than average.

The purse-seine catches of fish of the X and Y cohorts, and of both cohorts combined, during the first 6 months of 1968-1979 are shown in Figures 26 and 27. In Figure 26 each panel contains the catches of fish of different cohorts in the same year, whereas in Figure 27 each panel contains the catches of fish of the same cohort in different years.

From comparison of these four figures, annual estimates of the biomass by X and Y groups (Figure 24), quarterly estimates of the total biomass and the biomass of large fish (Figure 25), and purse-seine catches during the first 6 months of each year by age and cohort (Figures 26 and 27), it is clear that the large catches of small fish in recent years have altered the age composition of the population and the catch. Fewer and fewer individuals have survived to reach the larger sizes, and the yield-per-recruit analysis discussed previously has shown that this probably reduces the total catch. The cohort analysis corroborates this and provides data to quantify the differences. The total contribution each X and Y cohort has made to the fishery throughout its life in the fishery has been estimated. The sums of the estimated catches for the two cohorts entering each year range from a low of 121 thousand tons for the 1972 cohort to a high of 268 thousand tons for the 1974 cohort. If the 1974 cohort had not been fished so heavily during its first year in the fishery it would have contributed even more. Division of these catches by the corresponding annual estimates of recruitment indicates that the yield per recruit prior to 1973 was about 8 pounds, whereas for the period from 1973 on it has been about 7 pounds. (These estimates of the yield per recruit are slightly higher than those given in the discussion of the yield-per-recruit model because of differences in the methods of calculation. In the yield-per-recruit model recruitment was assumed to occur at 40 cm, whereas the average lengths of the first-quarter fish in the cohort analyses are somewhat greater.) With an average recruitment of 45 million fish and a size composition in the catch similar to the 1968-1972 period the total annual yield would be about 175 thousand tons. With the same average recruitment, but a size composition similar to the more recent years in the fishery, the total annual yield would be about 155 thousand tons.

The general production model analyses for the last several years have consistently produced estimates for the AMSY of about 175 thousand tons. The catches in recent years have exceeded this amount. During 1967-

1972 the catch from the CYRA averaged about 120 thousand tons and was generated by about 23 thousand standard days of effort. During 1973-1976 the effort increased by 20 thousand days and the catch increased by about 70 thousand tons to an average of about 190 thousand tons. During 1977-1979 the effort increased by about 20 thousand additional days, but the catch remained the same.

It does not appear from the analyses just presented that increasing the effort on yellowfin will result in an increased catch, as the recent increase in the effort of nearly 50% has not resulted in an increase in the catch. Depending upon the shape of the right limb of the curve, the catch can remain constant as the effort increases or it can decline. Data generated by keeping the effort at approximately current levels can help provide an answer; however, the fact that the catch has been declining since 1976 and the CPSDF, which is used as an index of abundance, is also declining (and quite sharply) lend support to the supposition that the right limb of the curve is not completely flat. In Figure 21 five indices of abundance are shown for 1970-1979. The top panel, with the CPSDF for class-3 vessels (101-200 tons capacity) shows a decline of about 57%. The next panel, CPDF for the class-6 vessels (over 400 tons capacity), shows a similar decline of about 59%. The next two panels show indices of abundance based on estimates of searching time. One of these, based on catches and searching time for non-porpoise schools, shows a decline of about 75%; the other, based on the same data for porpoise schools, shows a decline of about 50%. The last panel, biomass indices from cohort analyses, shows a decline of about 47%. The catch during this 10-year period at first increased by about 25%, but has been declining since 1976.

If these indices are accurately monitoring the trends in abundance the population of yellowfin is at its lowest known level. It thus appears that caution should be exercised in increasing the catch beyond the current best estimate of the AMSY. If the right limb of the curve is flat the catch should come into equilibrium at 175 thousand tons whether the effort is kept constant or increased. In this case the best management action might be to continue the experimental program at the level of 175 to 210 thousand tons. If, on the other hand, the curve bends downward the catch should continue to decline. In this case, if the catches are to be maintained at the AMSY, the effort should be reduced by about 10-15 thousand days or the catch should be limited to about 155 thousand tons.

In the 1978 annual report concern was expressed over the changing size composition of the catch. It was noted that the recruitment of yellowfin is variable, but not nearly as variable as those of many longer-lived temperate species of fish. It was suggested that this variability in recruitment, coupled with a shift of fishing mortality to the younger age groups, would most likely result in reduced catches of yellowfin in years of below-

average recruitment. These conclusions were based on data from the catch by cohorts during the first 6 months of the year. To examine this situation further and to evaluate the conclusions presented last year a more thorough analysis utilizing all age structure data from 1965 through 1979 (preliminary) has been completed and presented above. The analysis corroborates the variability in recruitment and demonstrates that the fishery is becoming progressively more dependent upon the smaller size groups of fish. As this happens the potential yield from the stock decreases because of a decrease in the yield per recruit. Concurrently this causes a decrease in the biomass of the stock. If these analyses are correct, then even though the 1978 year class was large, it should not be expected that the population of large fish would increase very much if any, in 1980, and therefore the production would be less than would be the case if the average size of the fish were increased. Considering that the 1979 recruitment appears to be about average, or slightly less than average, but the relative fishing mortality on these recruits continues to be high, the catches in 1980 will most likely decline if the effort is held constant.

If the number of larger fish in the population is to be increased the dependence of the fishery upon age-1 fish must be reduced. As pointed out in the 1978 annual report, the benefits of protecting the young fish would be substantial, but it would be difficult to accomplish this.

There are several approaches to reducing the dependence on small fish. One way would be to set a minimum size limit. Another would be to close certain areas during certain seasons to unrestricted fishing if and when small fish are predominant. Another way would be to shift the opening date of the season so as to restrict fishing during a period when small fish are most abundant in the catch. Analyses of size composition data show that in general there is a high incidence of small fish mixed with larger fish and of skipjack mixed with small yellowfin. This would make the problem of protecting small yellowfin difficult because these might be caught in large numbers by vessels attempting to catch larger yellowfin and skipjack. If these small yellowfin could not be landed they would be thrown back into the sea dead, and the yield per recruit would be decreased, rather than increased. If, on the other hand, the fishermen could avoid the small fish there would be an increase in the yield per recruit.

It does not appear as though shifting the opening date of the season would be as beneficial as thought earlier. When most of the fishing effort was generated during the first half of the year few catches were made of Y-cohort fish entering the fishery for the first time at about 3 to 6 pounds during the second half of the year. It was thought that this was due mostly to the lack of availability of the fish of this group. During the last

few years, however, there has been heavy fishing during the second half of the year, and the catches of the entering Y-cohort fish have increased substantially. Therefore, the benefits of shifting the season may not be as great in protecting the younger fish as originally hoped. The staff cannot recommend any of the above measures at this time because the effect of such regulation on the actual catch (not landings) of small fish cannot be predicted.

An alternate approach to protecting the smaller fish would be to restrict the overall magnitude of the catch of all yellowfin, including the small ones. This could be accomplished by reducing the total fishing effort during 1980. This would result in the survival of more of the age-1 fish so that they would be available at older ages in succeeding years. It would also tend to make the age structure similar to that of the 1960's and early 1970's. Such a reduction in effort and catch would be consistent with the conclusions drawn from the general production model analysis.

If the total fishing effort is to be adjusted to a level that will eventually sustain the AMSY the general production model analysis would suggest reducing the 1980 quota to 155 thousand tons. This is based on the assumption that the relationship is described best by a parabola (*i.e.*, the right limb of the curve descends toward zero). If, on the other hand, the curve is flat on its right side, a catch of about 175 thousand tons would be expected during 1980 if the effort continues at its present level. Since we are uncertain as to the shape of the right limb of the curve, and since we wish to protect small fish and bring the size composition of the stock back to that which existed prior to 1973, the staff's recommendation is that the yellowfin quota during 1980 should be set at 165 thousand tons. This level of catch is also approximately midway between the catch estimated for an annual average recruitment of 45 million fish when the yield per recruit is 7 pounds and when it is 8 pounds.

Because there is the possibility that the analyses of the conditions of the stock and the estimates of the AMSY are somewhat in error, flexibility in selecting the quota should be retained. If during the early part of 1980 large fish are relatively abundant in the catch, and the catch and CPDF increase, the quota should be increased.

The fishery has operated in the area outside the CYRA (Figure 20, Area A3) since 1968 (Table 10). Relatively little fishing takes place there during the first half of the year, primarily because of bad weather. By the time the weather improves in May-June, or soon thereafter, the CYRA is closed to unrestricted fishing, and many of the larger vessels of the international fleet move to the area outside the CYRA. Tagging experiments have indicated that the rate of mixing between this area and the CYRA is low, so the yellowfin of the area outside the CYRA, to date, have been considered separately from those of the CYRA.

In 1969 the CPDF for Class-6 purse seiners was greater than 20 tons, but since then the CPDFs have been remarkably constant, between 9 and 13 tons (Figure 28, upper panel). In 1969, 1970, and 1971 the effort was less than 2.6 thousand days, and the catches less than 30 thousand tons. (Figure 28, lower panel.) During the 1972-1976 period the effort and catches were nearly constant, the former between 3.5 and 4.1 thousand days and the latter between 41 and 51 thousand tons. In 1977, 1978, and 1979, due apparently to reduced effort, the catches averaged only about 16 thousand tons, but the CPDFs were about the same as those for 1970-1976. In the lower panel of Figure 28 it is clear that the catch in the area outside the CYRA has remained proportional to the effort. If the logistic form of the general production model expresses adequately the relationship between catch and effort for the area outside the CYRA, as discussed earlier for the area inside the CYRA, then the fishery outside the CYRA appears to be operating on the underfishing side of the curve. Accordingly, these data indicate no biological reason for placing limits on the catch or the intensity of fishing outside the CYRA.

If the fish outside the CYRA are part of the stock which occurs inside the CYRA a reduction in the biomass and average size of the fish outside the CYRA during the last few years would be expected. No such reduction in biomass outside the CYRA is evident from the CPDF data. On the other hand, the average size of the fish caught outside the CYRA has declined from about 80 pounds in 1972-1975 to about 60 pounds in 1977-1979 (Figure 29). This could be due to increased fishing mortality, but it could also be due to changes in fishing techniques, *i.e.*, more fishing on schools associated with flotsam and less on schools associated with porpoises. Since 60 pounds is near the optimum size in terms of the yield-per-recruit model, as discussed in the section on age-structured analysis, there is no need to curtail the catch outside the CYRA unless it can be demonstrated that the catching of fish in the area reduces the recruitment in the CYRA.

In any event, the fishery in the area outside CYRA should be closely monitored to evaluate these various possibilities. A cohort analysis incorporating the CYRA and the area outside the CYRA is now underway.

SKIPJACK

The world catches of skipjack exceed those of any other species of tuna, and the same is the case for the Pacific Ocean. The skipjack catch of the western Pacific Ocean exceeds that of the eastern Pacific Ocean. The estimated annual average catch in the western Pacific Ocean during 1965-1972 was 243 thousand short tons. During 1973-1976, a period in which baitfishing activities, especially by Japanese vessels, expanded considerably, the estimated annual average catch was 440 thousand tons. The corresponding values for the eastern Pacific Ocean (east of 150°W) are

89 and 106 thousand tons, respectively. In the western Pacific Ocean skipjack are caught mostly by baitboats, but in the eastern Pacific Ocean about 80 to 95 percent of the catch is taken by purse seiners. Only small amounts of skipjack are caught by longliners.

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

Substantial fisheries for skipjack of the eastern and central subpopulation(s) occur in the northeastern Pacific Ocean near Baja California, the Revillagigedo Islands, and Clipperton Island, and in the southeastern Pacific Ocean near Central America, northern South America, Cocos Island-Brito Bank, and the Galapagos Islands. The area of very warm water off southern Mexico which separates the two areas is usually devoid of skipjack, but in some years, such as 1956, the distribution of skipjack has been continuous from north to south. In normal years tagging has shown that there is very little mixing of fish of the two areas. The fishery for skipjack in the eastern Pacific Ocean tends to take place closer to shore than that for yellowfin. In the central Pacific Ocean there are lesser fisheries for skipjack near the Hawaiian Islands and French Polynesia (the Marquesas, Tuamotu, and Society Islands). Further to the west, in the area of mixing of subpopulations described previously, there are more substantial fisheries for skipjack.

The catch of skipjack in the eastern Pacific Ocean varies considerably from year to year (Figure 30). The catches for the northeastern and southeastern areas are moderately well correlated with one another, but in some years, for example 1970, the catch has been above average in one area and below average in the other.

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

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

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

General production models have been described above in the yellowfin section. It was pointed out that the model is not applicable unless the fish in question belong to a discrete population, *i.e.*, there must be relatively little interchange between the fish in the area under consideration, in this

case the eastern Pacific Ocean, and those outside that area. Assuming that such models are applicable, if that fact is to be detected the perturbations caused by fluctuations in environmental conditions must not be so great as to mask the changes in apparent abundance caused by fluctuations in fishing effort, and there must be catch, effort, and CPUE data available for a wide range of levels of fishing effort, preferably including levels on the overfishing side of the curve.

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

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

the western Pacific subpopulation from those of the eastern and central Pacific subpopulation(s).

In spite of the above difficulties, attempts have been made to compare the effort and CPUE of skipjack in the eastern Pacific Ocean. The fishing effort has increased in recent years, due to increases in the size of the fleet. This has apparently not depleted the resource, however, as some of the greatest total catches have been made during the last few years. The relationship between purse-seine CPUE and effort in the CYRA, standardized to Class-3 units (vessels of 101- to 200-tons capacity), is shown in Figures 31 and 32. The former figure includes all 5-degree areas of the CYRA, while the latter includes only selected 5-degree areas where significant amounts of skipjack are caught. In neither case does there appear to be a significant relationship. There is a possibility, however, that such a relationship might be masked by the nature of the fishery. For example, in different years the availability of skipjack might differ, but the amount of effort directed toward that species might be proportional to the availability, resulting in equal CPUEs in each year. This could be the case if in years of high availability skipjack were present in more areas than in years of low availability, but the densities of fish within the areas were the same in all years. At this time the data do not furnish any evidence that this phenomenon could be masking the relationship between the abundance of skipjack and the fishing effort, but the question will continue to be examined as part of the Commission's broad studies of fishing effort and CPUE as an index of abundance.

The types of data which are used for age-structured models, and the theory upon which these models are based, are discussed above in the yellowfin section. The size composition of skipjack samples taken in the CYRA during 1967 through 1979 is shown in Figure 33. Differences among years are apparent; the incidence of fish larger than 55 cm (about 7.8 pounds) was highest in 1971-1973 and lowest in 1978 and 1979. During 1978 there were frequent comments about the high incidence of small skipjack. It can be seen from the figure, however, that the situation could be better described as a shortage of large fish relative to medium fish, rather than an overabundance of small fish relative to medium size.

The yield-per-recruit approach to age-structured modeling has been discussed above for yellowfin. The situation for skipjack is somewhat different, in that the natural attrition of yellowfin consists only of natural mortality, whereas that for skipjack consists of both natural mortality and emigration to the central and western Pacific. The combined annual rate of natural mortality and emigration for skipjack is estimated from length-frequency and tagging data to be roughly 90 percent per year, as compared to approximately 55 percent for the natural mortality of yellowfin.

The rate of growth of skipjack has also been estimated from studies

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

The estimated relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit are shown in Figure 34. The Commission staff's estimates of skipjack growth, natural mortality plus emigration, and fishing mortality have been integrated to obtain the calculations which form the basis for this figure. The top panel is based upon age-specific fishing mortality rates estimated from length-frequency data obtained during 1967-1969, the middle panel is based upon rates estimated from data obtained during 1971-1973, and the lower panel is based upon rates estimated from data obtained during 1975-1977. The values in the horizontal scale are multiples of the fishing effort during the years in question, *i.e.*, 0.5, 1.0, and 2.0 in the top panel represent effort values half of, equal to, and twice the actual effort values for 1967-1969. Various combinations of fishing effort and size at entry give various yields per recruit, which are indicated by curved lines. For example, if the size at entry is fixed at 40 cm (about 2.7 pounds) the yield per recruit with a multiplier of 1 is between 1.00 and 1.10 pounds in the first panel and between 0.75 and 1.00 in the second and third panels. In general, the yields per recruit are highest with a size at entry of 35 cm (about 1.7 pounds) and fishing effort considerably greater than has been the case so far in the eastern Pacific Ocean. This is because the losses to the total weight of a cohort of fish by natural mortality and emigration exceed the gains to it by growth, even when the fish are only 35 cm long and presumably growing rapidly.

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

As pointed out previously, management should be directed toward all

parts of a single stock, rather than a part of a stock, a mixture of several stocks, or a mixture of parts of several stocks. Accordingly, it is of prime importance to define the stocks or subpopulations of skipjack in the Pacific Ocean, which has not yet been satisfactorily done. The Tuna Commission has recently increased its tagging of skipjack in the eastern Pacific Ocean and initiated tagging experiments in French Polynesia. A number of other organizations, especially the South Pacific Commission, have been tagging skipjack in large numbers in the western Pacific Ocean in recent years. Also collection of blood samples for subpopulation identification is being carried out in the western Pacific. In addition, various organizations, particularly the Food and Agriculture Organization of the United Nations, are striving to obtain better catch and effort data for skipjack in the western Pacific. When these studies are further along it will be possible to ascertain better the status of the Pacific Ocean skipjack subpopulations with regard to fishing.

BLUEFIN

It is clear from the account of bluefin studies which appears earlier in this report that considerably more information is needed on several phases of the life history of northern bluefin. It should be determined whether or not there is more than one subpopulation of northern bluefin in the Pacific Ocean. A history of each year class should be constructed. Ideally this would include, for each year class, estimates of the numbers of fish recruited into the surface fishery of the western Pacific, the numbers of them caught in each year in the western Pacific, the numbers of them migrating each year to the eastern Pacific, the numbers of them caught each year in the surface fishery of the eastern Pacific, the numbers of them migrating each year from the eastern Pacific, and the numbers of them caught each year by the longline fishery. This information could be estimated by analysis of adequate catch statistics data, length- and age-frequency data, and tagging data. Adequate catch statistical data have been collected for many years for the surface fishery of the eastern Pacific Ocean. Those for the western Pacific surface fishery are less than adequate, however, as several species are combined in the catch statistics for that area. The Tuna Commission and the Far Seas Fisheries Research Laboratory of Japan are currently working on a scheme to collect better catch statistics data for the surface fishery of the western Pacific. Length-frequency data have been collected for the eastern Pacific surface fishery each year since 1952, and there are at least some length- and weight-frequency data for the surface fishery in the western Pacific and for the longline fishery available. Age-frequency data for the eastern Pacific surface fishery are available for 1963 through 1969, and the Tuna Commission began to take scale samples for age determination in 1979. No such program exists for the western Pacific surface fishery or the longline

fishery. As mentioned previously the Tuna Commission tagged northern bluefin caught by the eastern Pacific surface fishery during the summer of 1979. In addition, the Tuna Commission, in cooperation with the Far Seas Fisheries Research Laboratory and the Kochi Prefectural Fisheries Experimental Station of Japan, is planning to tag small northern bluefin caught by the troll fishery of southern Japan during the winter of 1979-1980 and the summer of 1980.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1979

INTRODUCCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical funciona bajo la autoridad y dirección de un convenio establecido originalmente por la República de Costa Rica y los Estados Unidos de América. El convenio, vigente desde 1950, está abierto a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973. Ecuador se retiró de la Comisión en 1968, México en 1978 y Costa Rica en 1979.

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

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

El programa científico se encuentra en su vigésimo noveno 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 la administración y de los trabajos se describen en un informe anual bilingüe. Se publican otros artículos en revistas científicas exteriores de prensa y en publicaciones comerciales. Al final de 1979, la Comisión ha publicado 115 boletines, 194 artículos en revistas exteriores de prensa y 28 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

Como se informó en el informe anual de la Comisión de 1978, la XXXVI reunión de la Comisión, convocada en Tokio (Japón) del 16 al 18 de octubre de 1978, fue suspendida sin haberse adoptado ninguna acción

para fijar una cuota de atún aleta amarilla en 1979. Sin embargo, el 13 de julio de 1979, el Director de Investigaciones recibió el acuerdo unánime de la siguiente resolución:

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

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

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

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

Concluye que es deseable continuar durante 1979 con el programa experimental de pesca de aleta amarilla, y

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 1979, en 175,000 toneladas americanas en el ARCAA definida en la resolución aprobada por la Comisión el 17 de mayo de 1962 y modificada en el artículo 11 *infra*, siempre y cuando:

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

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

3) Permitir a las embarcaciones entrar en el ARCAA durante la temporada irrestricta, que comienza el 1º de enero de 1979, permitiéndoles pescar aleta amarilla sin restricciones cuantitativas hasta que la embarcación regrese a puerto por primera vez después de la clausura de la pesca irrestricta.

4) Clausurar la pesca del atún aleta amarilla en 1979, en la fecha en que la cantidad ya capturada más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en la mar con permiso para pescar sin restricción o que se hagan a la mar en conformidad al artículo 10, alcance 175,000, 195,000 o 210,000 toneladas americanas, si el Director de Investigaciones determina que pueden obtenerse estas cantidades menos la porción reservada para capturas incidentales en el artículo 2 *supra* y para las asignaciones especiales estipuladas en los artículos 6, 8 y 9 *infra*, fecha que será determinada por el Director de Investigaciones.

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

6) Permitir:

a)

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

6,000 toneladas americanas de esta especie durante la temporada de veda;

- (2) Aquellos gobiernos miembros de la Comisión a los que se refiere el artículo 6(a) (1) que son países en vía de desarrollo con pesquerías que se encuentran en una etapa inicial de desenvolvimiento y que tienen la posibilidad durante 1979, de adquirir una o más embarcaciones pesqueras que presenten problemas especiales debido a su capacidad, arte o técnicas pesqueras, solicitar por medio de la Comisión un estudio sobre el problema específico y una recomendación para su solución. A no ser que todos los gobiernos miembros expresen su acuerdo a la solución propuesta, dicho gobierno, debe, en conjunto o individualmente, mediante la misma entidad, solicitar una reunión de un grupo especial de trabajo de todos los miembros de la Comisión con el propósito de encontrar una solución satisfactoria. Ambas solicitudes pueden ser transmitidas telegráficamente a todos los países miembros y su respuesta debe recibirse en 10 días.
- b) Las embarcaciones con bandera de aquellas naciones a las que no se refiere el artículo 6(a) que tienen menos de 400 toneladas americanas de capacidad, o que entraron a pescar atún aleta amarilla antes del 1 de enero de 1960, pescar sin restricción esta especie hasta que dichas embarcaciones de cada país obtengan 6,000 toneladas americanas de aleta amarilla durante la temporada de veda o que pesquen esta especie bajo tales restricciones como sea necesario para limitar la captura de atún aleta amarilla de dichas embarcaciones de cada país, durante la temporada de veda a 6,000 toneladas americanas.

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

embarcaciones de cada país durante viajes iniciados después de que se hayan capturado las cantidades mencionadas en los artículos 6(a) y 6(b).

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

8) Permitir, solo durante 1979, que se capturen 1,000 toneladas de atún aleta amarilla durante la temporada de veda por un barco o barcos de los Estados Unidos de América para continuar la investigación sobre la reducción de la mortalidad accidental de los delfines.

9) a) A fin de no limitar el desarrollo de sus pesquerías, aquellos países cuyos gobiernos acepten las recomendaciones de la Comisión, pero cuyas pesquerías de atún aleta amarilla no sean de importancia, quedarán exentos de sus obligaciones de cumplir las medidas restrictivas.

b) En las condiciones actuales y de acuerdo con la información disponible, una captura anual de 1,000 toneladas americanas de aleta amarilla constituye el límite máximo para disfrutar de la exención mencionada.

10) Solo para 1979, a fin de evitar congestiones en las maniobras de desembarque y en las instalaciones de elaboración cerca de la fecha de clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la suficiente preparación, cualquier barco que complete su viaje antes de la clausura o que se encuentre en puerto en la fecha de clausura y haya completado un viaje en el ARCAA durante 1978, puede zarpar para pescar libremente atún aleta amarilla dentro del ARCAA siempre y cuando el viaje se inicie dentro de los 30 días siguientes a la clausura.

11) Para 1979 solamente, excluir del ARCAA, sobre una base experimental, las tres zonas que se definen en la forma siguiente: (1) la zona comprendida por una línea que empieza a los 110° de longitud oeste y 5° de latitud norte que se extiende hacia el este a lo largo de los 5° de latitud norte hasta los 95° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 95° de longitud oeste hasta los 3° de latitud sur; desde ahí hacia el este a lo largo de los 3° de latitud sur hasta los 90° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 90° de longitud oeste hasta los 10° de latitud sur; desde ahí hacia el oeste a lo largo de los 10° de latitud sur hasta los 110° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de los 110° de longitud oeste hasta los 5° de latitud norte; (2) la zona comprendida por una línea que empieza a los 115° de longitud oeste y 5° de latitud norte que se extiende hacia el oeste a lo largo de los 5° de latitud norte hasta los 120° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de

los 120° de longitud oeste hasta los 20° de latitud norte; desde ahí hacia el este a lo largo de los 20° de latitud norte hasta los 115° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 115° de longitud oeste hasta los 5° de latitud norte y (3) la zona comprendida por una línea que empieza a los 90° de longitud oeste y 12° de latitud sur extendiéndose al este a lo largo de los 12° de latitud sur hasta los 85° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 85° de longitud oeste hasta los 15° de latitud sur; desde ahí hacia el este a lo largo de los 15° de latitud sur hasta los 80° de longitud oeste; desde ahí hacia el sur a lo largo de los 80° de longitud oeste hasta los 30° de latitud sur; desde ahí hacia el oeste a lo largo de los 30° de latitud sur hasta los 90° de longitud oeste; desde ahí hacia el norte a lo largo de los 90° de longitud oeste hasta los 12° de latitud sur. Debido a la falta de datos de estas zonas, se resuelve también:

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

12) Aunque se reconoce que el actual sistema regulatorio ha sido eficaz para conservar el recurso del atún aleta amarilla, se resuelve además que en virtud de las dificultades prácticas que se han suscitado por el actual sistema regulatorio, que fue implantado en circunstancias diferentes a la situación actual de la explotación atunera, urgir a todos los países miembros para que realicen estudios e investigaciones exhaustivas con el fin de fijar un nuevo sistema regulatorio para 1980, o lo más temprano que sea posible, que satisfaga las necesidades e intereses de todos los participantes en la pesquería del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental tropical.

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

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

Con este propósito:

- (1) esas embarcaciones llenarán bitácoras diarias sobre las maniobras atuneras y esas bitácoras serán regularmente inspeccionadas por funcionarios autorizados del país de la bandera a que pertenecen;
 - (2) esas embarcaciones informarán al gobierno del país a que pertenecen, diariamente por radio en las frecuencias de 16565.0-12421.0 o 8281.2 KHZ cuando se hallen fuera del ARCAA e informarán inmediatamente por radio en las frecuencias de 16565.0-12421.0 o 8281.1 KHZ cada vez que entren o salgan del ARCAA;
 - (3) una embarcación que pesque tanto dentro como fuera del ARCAA en el mismo viaje durante una época de veda aplicable a tal embarcación se considerará que ha capturado todo el atún que lleve a bordo dentro del ARCAA, a menos que el atún capturado dentro y fuera del ARCAA se haya almacenado o identificado con el sello de un oficial debidamente autorizado por el país de bandera antes de que la embarcación traslade sus maniobras de pesca a una zona dentro o fuera del ARCAA, como sea el caso;
- c) inspeccionen, o hagan arreglos para que se inspeccionen, si se establecen acuerdos bilaterales, todos los desembarques y trasbordos de atún de embarcaciones de su bandera que estén pescando atún en el ARCAA durante la veda aplicable a tal embarcación. Los estados miembros que permiten tales desembarques o trasbordos dentro de su jurisdicción efectuados por embarcaciones abanderadas en otro país cooperarán con el país de bandera para efectuar una inspección adecuada;
 - d) apliquen la legislación interna de cada país acorde con la gravedad de la violación para hacer cumplir las recomendaciones de la Comisión;
 - e) cooperen con los gobiernos miembros en apoyar el cumplimiento eficaz de esta recomendación considerando y tomando nota para la acción necesaria sobre los informes suministrados por otros gobiernos miembros con relación a la pesca del atún dentro del ARCAA;
 - f) presten a los gobiernos miembros su colaboración en el examen del funcionamiento de estas recomendaciones.
- 14) Obtener mediante medidas apropiadas la cooperación de aquellos gobiernos cuyos barcos explotan la pesquería pero que no forman parte del

Convenio para el establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical para poner en vigencia estas medidas de conservación.

La XXXVII reunión de la Comisión se convocó en Panamá, Rep. de Panamá del 22 al 23 de octubre de 1979. Cada país miembro fue representado por uno o más de sus delegados regulares. Además, había asesores de varios de los países miembros y observadores de la Rep. de China, Rep. de Corea, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Nueva Zelanda, Perú, Senegal, el Instituto del Mar del Perú, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y el Sistema Económico Latinoamericano (SELA).

La Comisión aprobó la siguiente agenda al principio de la reunión, la cual se siguió muy de cerca.

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y aprobación de la agenda
3. Análisis de la investigación actual
4. Progreso del programa atún-delfín
5. El año pesquero de 1979
6. Condición de la población del aleta amarilla y recomendaciones para 1980
7. Programa recomendado de investigación y presupuesto para el AF 1981-1982
8. Revisión de las negociaciones sobre un nuevo convenio o modificación del actual
9. Fecha y sede de la próxima reunión
10. Nombramiento de funcionarios
11. Otros asuntos
12. Clausura

Basados en el examen de la condición de la población del atún aleta amarilla, los investigadores de la Comisión recomendaron una cuota inicial reducida de captura para el aleta amarilla de 165 mil toneladas americanas durante el año pesquero de 1980, con la estipulación de que podría aumentarse a 210 mil toneladas (a discreción del Director) si las condiciones observadas en la pesca lo permitían. La razón de esta recomendación fue presentada en los documentos básicos y en las actas de la reunión; estos documentos se pueden obtener solicitándolos a la Comisión.

A diferencia de las reuniones anuales anteriores, no se convocó una reunión intergubernamental después de la XXXVII reunión y no se logró un acuerdo sobre los métodos para hacer vigente una cuota de conservación en 1980. Sin embargo, de acuerdo al objetivo de poner en práctica una cuota de conservación en 1980, los participantes acordaron incluir la siguiente declaración en las actas de la reunión:

“habiendo recibido el informe del Director de Investigaciones y reconociendo la necesidad urgente de conservar el atún aleta amarilla en el Area Reglamentaria de la Comisión, los delegados urgen a los gobiernos miembros que emprendan las medidas necesarias de revisión consulta con el fin de poder establecer un régimen de conservación basado en el informe del Director de Investigaciones antes del 15 de febrero de 1980, para su aplicación.”

La Comisión adoptó además las siguientes medidas:

- (1) Acordó el presupuesto propuesto de \$2,460,615 para el año fiscal 1981-1982.
- (2) Acordó que la próxima reunión regular de la Comisión tendría lugar en Washington, D.C. durante cualquier fecha en octubre de 1980.
- (3) Se nombró al Sr. Gerald Howard de los EEUU como Presidente de la Comisión en 1980 y al Sr. Jamil Urroz Escobar de Nicaragua como Secretario.

Después de estos eventos la XXXVII reunión de la CIAT fue aplazada por el Presidente para otra fecha y sede, las cuales serían determinadas por vía diplomática.

ADMINISTRACION

PRESUPUESTO

En la XXXIII reunión, celebrada en Managua (Nicaragua) en octubre de 1976, la Comisión aprobó unánimemente el programa de investigación del año fiscal de 1978-1979 presentado por el Director de Investigaciones, como también la suma de \$1,230,224 para llevarlo a cabo. En la siguiente reunión, convocada en ciudad de México, en octubre de 1977, la Comisión aprobó un presupuesto suplementario de \$640,427 correspondiente a la investigación de los delfines en el año fiscal 1978-1979.

En octubre de 1978, la Comisión se enteró de que la contribución de los EEUU en el año fiscal de 1978-1979 sería de \$1,607,200 (incluyendo los fondos, de investigación para los delfines), fijándose así un presupuesto total de \$1,716,605.

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 1978-1979.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL
Procedencia y Disposición de Fondos
1 de Octubre 1978 al 30 de Septiembre 1979
CUENTA EN DOLARES (EEUU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable* (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1 de octubre 1978	\$ 894,773.42
EEUU	1,607,200.00
México	26,668.53
Canadá	73,359.00
Japón	23,272.00
Costa Rica	—
Panamá	500.00
Francia	4,293.00
Nicaragua	—
Entradas varias	116,273.77
TOTAL	\$2,746,339.72

*El saldo favorable incluye \$96,948.32 de obligaciones sin pagar.

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 35,433.56
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$330,137.65
B. Investigación de los peces de carnada	—
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	236,506.95
D. Biología del atún	454,108.63
E. Oceanografía	27,400.75
F. Marcado de atún	358,172.12
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	76,497.07
H. Investigación atún-delfín	517,772.33
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	906,422.87
02—Viajes	113,407.93
03—Transporte de equipo	1,693.70
04—Comunicaciones	11,704.89
05—Renta y servicios públicos	6,331.31
06—Imprenta y encuadernación	41,177.01
07—Servicios por contrato	517,996.76
08—Provisiones y materiales	33,495.74
09—Equipo	143,963.62
13—Premios (recaptura de marcas)	1,790.00
15—Contribuciones al Seguro Social EEUU	48,761.54
16—Seguro de Vida	1,542.20
17—Contribución al plan de retiro	137,155.93
18—Seguro por incapacidad de trabajo	2,391.16
19—Contribución al Seguro Médico	18,750.34
20—Seguro de muerte accidental o mutilación ..	2,002.50
21—Seguro de indemnización	12,005.00
Compra de soles (trabajos en el Perú)	5,000.00
Compra de sucres (trabajos en el Ecuador)	20,000.00
Compra de colones (trabajos en Costa Rica)	1,000.00
Compra de francos (trabajos en Polinesia Francesa)	13,300.00
Efectivo en el banco	677,763.18
En efectivo	300.00
	\$678,063.18
Menos reservas	
Combinación de seguros	5,659.87
Pensión	1,817.65
Depósitos	\$ 425.00
TOTAL	\$2,746,339.72

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable el 1 de octubre 1978	₡	637.21
Compra de colones con dólares		<u>8,540.00</u>
TOTAL		9,177.21

Disposición de los fondos

Gastos por proyectos		
1) Por proyecto		
F. Mercado de atún	₡	510.00
2) Por objetivos presupuestales		
13—Premios (recaptura de marcas)		<u>510.00</u>
Efectivo en el banco		<u>8,667.21</u>
TOTAL		9,177.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable el 1 de octubre 1978	S/.	260,237.55
Compra de sucres con dólares		<u>529,000.00</u>
TOTAL	S/.	789,237.55

Disposición de los fondos

Adelantos		60,000.00
Gastos por proyectos		
1) Por proyecto		
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	S/.	148,369.79
G. Estadísticas de captura para la reglamentación		148,369.86
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos		121,200.00
02—Viajes		59,525.55
03—Transporte de equipo		—
04—Comunicaciones		22,248.50
05—Renta y servicios públicos		36,000.00
06—Imprenta		11,956.00
07—Servicios por contrato		12,382.00
08—Provisiones y materiales		13,327.60
09—Equipo		—
13—Premios (recaptura de marcas)		<u>20,100.00</u>
Efectivo en el banco		<u>432,497.90</u>
TOTAL	S/.	789,237.55

CUENTA EN FRANCO (POLINESIA FRANCESA)

Procedencia de los fondos

Compra de francos con dólares	F.	986,860.00
TOTAL		986,860.00

Disposición de los fondos

Gastos por proyectos		
1) Por proyecto		
F. Mercado de atún		516,323.00
2) Por objetivos presupuestales		
07—Servicios por contrato		460,960.00
08—Provisiones y materiales		<u>55,363.00</u>
Efectivo en el banco		<u>470,537.00</u>
TOTAL	F.	986,860.00

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

Saldo favorable el 1 de octubre de 1978	S/o.1,599,887.11
Compra de soles con dólares	1,192,777.00
TOTAL	S/o.2,792,664.11

Disposición de los fondos

Adelantos	S/o.	20,000.00
1) Por proyecto		
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	1,363,057.32	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	1,063,730.00	
02—Viajes	105,632.00	
04—Comunicaciones	12,048.00	
05—Renta y servicios públicos	52,000.00	
08—Provisiones y materiales	14,502.00	
15—Contribución al seguro social	115,145.32	1,363,057.32
Efectivo en el banco		1,409,606.79
TOTAL	S/o.2,792,664.11	

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Los investigadores continuaron en 1979 teniendo un estrecho vínculo tanto al nivel nacional como internacional con instituciones y organizaciones investigadoras universitarias, gubernamentales y privadas. Esta reciprocidad hace que los investigadores se mantengan al frente de la evolución y rápido desarrollo que ocurre actualmente en la oceanografía y en la investigación pesquera mundial. Se describen a continuación algunos de los aspectos en este campo.

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

Además en 1979, la Comisión mantuvo un estrecho vínculo de trabajo con las oficinas e institutos pesqueros de los países miembros y también con entidades similares en otros países de Asia, Europa, hispanoamérica y las islas del Pacífico.

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

Mencionamos como nota especial que a principios de 1979, el Secretario Ejecutivo de la Comisión Permanente del Pacífico sur (CPPS), el Embaja-

dor Juan Miguel Bákula, solicitó que la CIAT preparara las sinopsis de las especies de ocho peces escómbridos (*Tbunnus alalunga*, *T. albacares*, *T. maccoyii*, *T. obesus*, *T. thynnus*, *Katsuwonus pelamis*, *Euthynnus lineatus* y *Scomber japonicus*) para un seminario regional sobre las pescas de atún, organizado por la Comisión Coordinadora de las Investigaciones Científicas (COCIC) de la CPPS, que tuvo lugar en el Instituto del Mar de Perú en Callao en noviembre de 1979. El personal de la CIAT preparó además para este seminario un estudio que describe un esquema completo sobre la clasificación de los atunes, caballas y especies afines, y una lista de las referencias citadas en las sinopsis. La CPPS tiene el plan de publicar todos estos estudios en español, en su revista en 1980.

En 1977, la CIAT en colaboración con el Centre National pour l'Exploration des Océans, l'Office de la Recherche Scientifique et technique Outre-Mer y el Service de la Pêche de la Polynésie Française, iniciaron una investigación para estudiar más acerca de la relación que existe entre los barriletes de varias zonas del Océano Pacífico oriental y central, realizando experimentos de marcado en las Islas Marquesas. El primer crucero colaborativo de marcado se realizó a bordo de un barco francés de investigación en septiembre y noviembre de 1977, y los resultados se describieron en el informe anual de la Comisión de ese año. En 1978, se continuó este trabajo colaborativo de investigación, primero mediante el flete de un barco de carnada de los EEUU (4 meses) que pescó de febrero a mayo en las Islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad, y luego al fletar durante seis meses una goleta pesquera que comenzó el marcado en diciembre en las Islas Marquesas. En 1979, además del marcado realizado en la goleta antes mencionada de enero a mayo, la Comisión fletó un barco de carnada japonés, iniciándose el viaje en diciembre para realizar el marcado durante dos meses en las Islas Marquesas, Tuamotu, Gambier y Pitcairn. Este último crucero se realiza en cooperación con la Comisión del Pacífico Sur, como también con las entidades con las que se realizaron los cruceros anteriores de marcado.

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

OFICINAS REGIONALES

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

En Terminal Island (California), se encuentra una oficina con dos investigadores. El personal aquí se encarga principalmente en recolectar

y recopilar las estadísticas de captura y esfuerzo, anotar los desembarques y medir atunes. Recuperan además las marcas de los atunes y obtienen según sea necesario otra información biológica, estadística y de la pesca en general.

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

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

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

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

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

PUBLICACIONES E INFORMES

La pronta y completa publicación de los resultados de investigación es uno de los elementos más importantes del programa científico de la Comisión. Por este medio los gobiernos miembros, la comunidad científica y el público en general se encuentran corrientemente informados de los resultados científicos de los investigadores de la Comisión. La publicación de los datos básicos, métodos de análisis y resultados obtenidos, ofrecen la oportunidad de que sean revisados críticamente por otros investigadores, atestiguando así la validez de los resultados alcanzados por el personal

científico de la Comisión, despertando al mismo tiempo el interés de otros investigadores en dicha investigación.

La Comisión publica la investigación de sus científicos y de los investigadores colaboradores en su serie de boletines. En 1979, se editó en esta serie una publicación en inglés y español.

Boletín, Volumen 17, Número 6—Migraciones del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, según han sido determinadas por los experimentos de marcado iniciados en 1968-1974, *por* William H. Bayliff.

En 1979, se preparó también otro Informe Interno de la Comisión:

Bayliff, William H. and Thomas P. Calkins. 1979. Information pertinent to stock assessment of northern bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, in the Pacific Ocean. IATTC, Informe Interno No. 12.

Los miembros del personal de la Comisión publicaron tres libros en 1979:

1. Joseph, James, Witold Klawe and Pat Murphy. 1979. TUNA AND BILLFISH—FISH WITHOUT A COUNTRY. Inter-American Tropical Tuna Commission, La Jolla, California, vii + 46 pp. Este libro será divulgado ampliamente para el público en general. Los hechos pertinentes a la biología y pesquería de los atunes y peces espada se condensan en un formato que puede leerse fácilmente, siendo al mismo tiempo muy acertado. Este libro se encuentra muy bien ilustrado, incluye 12 páginas completas de reproducciones en colores, de dibujos originales de atunes y peces espada de George Mattson. Este es un dibujante muy conocido y artista en acuarelas. Este libro puede pedirse directamente a la Comisión, el valor es de \$7.95 cada uno—el precio incluye empaque y envío (correo ordinario).
2. Joseph, James y Joseph W. Greenough. 1979. INTERNATIONAL MANAGEMENT OF TUNA, PORPOISE AND BILLFISH—BIOLOGICAL, LEGAL AND POLITICAL ASPECTS. University of Washington Press, Seattle and London, xv + 253 pp.
3. Sharp, Gary D. and Andrew E. Dizon (editors). 1978. THE PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF TUNAS. Academic Press, New York, xvi + 485 pp.

El editor principal del anterior fue también el autor o coautor de cuatro de los siguientes documentos en ese libro:

Sharp, Gary D. and Suellen W. Pirages. 1978. The distribution of red and white swimming muscles, their biochemistry, and the biochemical phylogeny of selected scombrid fishes. Pp. 41-78.

Sharp, Gary D. and William J. Vlymen III. 1978. The relation between heat generation, conservation, and the swimming energetics of tunas. Pp. 213-232.

Sharp, Gary D. 1978. Behavioral and physiological properties of tuna and their effects on vulnerability to fishing gear. Pp. 397-449.

Dizon, Andrew E. and Gary D. Sharp. 1978. Perspectives: The past, present and future of tuna physiology. Pp. 451-458.

Además de las publicaciones anteriores, los miembros del personal publicaron 13 artículos en otras revistas:

Miller, F. R. and M. R. Stevenson. 1977.* Comparison of cloud top temperature from satellites and sea surface temperatures along Baja California. Pp. 402-411 *in* Fernando A. Manrique (ed.), Memorias del V Congreso Nacional de Oceanografía, Guaymas, Sonora, México, Octubre 22-25, 1974.

Peterson, C. L. y W. L. Klawe. 1977.* Abundancia, distribución y potencial de tres pequeños atunes subexplotados, *Sarda*, *Euthynnus* y *Auxis*, de la costa del Pacífico de las Américas. Pp. 490-499. *Ibid.*

Stevenson, M. 1977.* Current measurements in a coastal upwelling zone of Baja California. Pp. 635-649. *Ibid.*

Stevenson, M. and F. Miller. 1977.* Comparison of infrared satellite data and fish catch data. Pp. 659-680. *Ibid.*

Miller, Forrest R. 1978. The tuna fishery in the eastern tropical Pacific and its relationship to sea surface temperatures during 1975. Pp. 169-178 *in* J. R. Goulet, Jr. and E. D. Hynes (editors), Ocean variability: Effects on the U.S. marine fishery resources—1975. NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. 416, December 1978.

Josse, E., J. C. Le Guen, R. Kearney, A. Lewis, A. Smith, L. Marec, and P. K. Tomlinson. 1979. Croissance des bonite a ventre raye. Commission du Pacifique Sud, Document Occasionnel, 11: 83 pp.

Joseph, J. and J. W. Greenough. 1979. International management of tuna, porpoise and billfish: biological, legal and political aspects. Pp. 56-57 *in*: Moiseev, P. A. (editor) XIV Pacific Science Congress, USSR Khabarovsk August 1979, Abstract of Papers, Committee F, Marine Sciences, Section F III, Biological Productivity of the Pacific Ocean, 304 pp.

Klawe, W. L. 1979. Tunas and billfishes, an epipelagic resource and its problems: an overview. Pp. 73-74 *in*: Monin, A. S. (editor) XIV Pacific Science Congress, USSR Khabarovsk August 1979, Abstract of Papers, Additional Volume, 182 pp.

*Aunque las Memorias en las que estos papeles fueron publicados tienen la fecha de 1977, no fueron entregadas hasta 1979.

Klawe, W. L. 1979. Tunas y atunes. Técnica Pesquera (la Revista de la Pesca Mexicana), **12** (138): 37-39 pp.

Anderson, D. R., J. L. Laake, B. R. Crain and K. P. Burnham. 1979. Guidelines for line transect sampling of biological populations. J. Wildl. Manage. **43** (1): 70-78.

Burnham, K. P., D. R. Anderson, and J. L. Laake. 1979. Robust estimation from line transect data. J. Wildl. Manage. **43** (4): 992-996.

Laake, J. L., K. P. Burnham and D. R. Anderson. 1979. User's Manual for Program Transect. Utah University Press. 26 pp.

Joseph, James. 1979. Highly migratory species — Their conservation and management. Pp. 67-76 *in*: Clepper, Henry (editor) Marine Recreational Fisheries — Proceedings of the Fourth Annual Marine Recreational Fisheries Symposium — Fort Lauderdale, Florida, May 6-7, 1979. Sport Fishing Institute, Washington, D.C., vi + 169 pp.

LA PESCA EN 1979

RESUMEN

Las embarcaciones de 18 naciones, las Antillas holandesas, Bermuda, Canadá, Colombia, el Congo, Corea, Costa Rica, Ecuador, España, EEUU, Japón, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Panamá, Perú, Senegal y Venezuela, pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1979. Estos barcos capturaron principalmente atún aleta amarilla y barrilete, junto con algunas pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales de arte usados en las capturas en orden de importancia fueron: redes de cerco, caña y sedal y palangres.

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

En la XXXVI reunión convocada en octubre de 1978, la Comisión no llegó a un acuerdo referente al programa de conservación del atún aleta amarilla para 1979, pero luego en julio de ese año expresó nuevamente el deseo de continuar con el programa experimental de pesca iniciado en 1969, que fue emprendido para averiguar empíricamente el promedio máximo constante de producción del aleta amarilla en el ARCAA. Por consiguiente, se estableció una cuota de 175 mil toneladas americanas (todo el tonelaje al que se refiere este informe es en toneladas americanas

a no ser que se indique lo contrario) de aleta amarilla en 1979, y se adoptaron medidas para aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos, uno de 20 mil y otro de 15 mil toneladas, si tal acción no implicaba ningún peligro para la población. La Comisión estableció, además, las siguientes asignaciones especiales con respecto al aleta amarilla capturado durante la temporada de clausura: 1) 6 mil toneladas para cada una de las flotas de Panamá y Nicaragua; 2) 6 mil toneladas para las pequeñas embarcaciones de cada uno de los otros países que participan en el programa de conservación; 3) mil toneladas para los barcos de los EEUU encargados de la investigación para reducir la mortalidad de los delfines y 4) el 15% de captura incidental.

En la XXXVII reunión, celebrada en octubre de 1979, el personal de la Comisión recomendó que se fijara la cuota de 1980 en 165 mil toneladas con la estipulación de aumentarla, según el criterio del Director de Investigaciones. Esta recomendación no fue aceptada durante la reunión de octubre y sigue pendiente su aprobación.

Desde 1965 hasta 1979, la capacidad total de acarreo de la flota internacional que pesca atún en el Océano Pacífico oriental ha ascendido de 48,712 a 187,334 toneladas. En 1979, esta flota capturó 194,183 toneladas de aleta amarilla y 146,626 toneladas de barrilete en el ARCAA. Además de la captura en esta zona, las embarcaciones con cerco que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W capturaron 14,658 toneladas de aleta amarilla y 3,053 toneladas de barrilete. Además, nueve barcos que participaron en la pesca del ARCAA en 1979 pescaron también en el Atlántico y capturaron allí 3,491 toneladas de aleta amarilla y 3,097 de barrilete.

Conforme lo estipula la resolución de la Comisión, la pesca sin restricción de aleta amarilla en el ARCAA se termina en la época en que la cantidad capturada de esta especie, más la captura esperada de las embarcaciones que se encuentran en puerto o en la mar con permiso para pescar sin restricción, alcance la cuota del año, menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las asignaciones especiales. La fecha de clausura en 1979 se hizo vigente el 21 de julio a las 0001 horas. Las fechas correspondientes de clausura en los años anteriores fueron: 15 de septiembre 1966, 24 de junio 1967, 18 de junio 1968, 16 de abril 1969, 23 de marzo 1970, 9 de abril 1971, 5 de marzo 1972, 8 de marzo 1973, 18 de marzo 1974, 13 de marzo 1975, 27 de marzo 1976, 7 de julio 1977 y 6 de mayo en 1978. La prolongación de la temporada libre en 1977 se debió a una fuerte reducción del esfuerzo y por lo tanto de la captura a principios de 1977, y la de 1979 se debió a que los gobiernos miembros no lograron un acuerdo sobre las reglamentaciones hasta julio de ese año. Sin embargo, debido a las bajas capturas por unidad de esfuerzo en 1979, la captura total se encontró entre los límites acordados en la resolución de 175 mil-200 mil toneladas.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

En la parte A de la Tabla 1 se presentan las capturas de aleta amarilla, barrilete y patudo del ARCAA obtenidas por la flota atunera del Océano Pacífico oriental desde 1961 a 1979. Las cifras de captura del aleta amarilla y barrilete se encuentran esencialmente completas con excepción de cantidades insignificantes obtenidas por algunas pescas individuales deportivas y artesanales. Sin embargo, la suma total de patudo no incluye las capturas palangreras de esta especie. Las capturas epipelágicas de estas tres especies en la zona al oeste del ARCAA y al este de los 150°W se indican también en esta parte de la Tabla 1. Los totales no incluyen las capturas palangreras de ninguna de estas especies.

La flota atunera del Pacífico oriental está formada por aquellos barcos que han pescado aleta amarilla, barrilete o aleta azul en el ARCAA todo el año o parte de éste. Algunos de estos barcos, como son los cerqueros de gran porte y los barcos de carnada, pescan casi exclusivamente estas especies mientras otros, especialmente los de pequeño porte, pescan en su mayoría durante todo el año otras especies de atún. Por ejemplo, la mayoría de los caceros (pesca con curricán) pescan normalmente albacora en la costa occidental de los EEUU, pero a veces pescan atún tropical cuando la pesca de albacora es pobre. Además, algunos barcos que se encuentran equipados principalmente para pescar otras especies que no son atunes, cambian ocasionalmente los aparejos pesqueros para participar en la pesca de aleta amarilla, barrilete o aleta azul. Por ejemplo, algunos pequeños cerqueros que normalmente llevan redes para pescar anchovetas, sardinas o caballas, algunas veces equipan temporalmente sus embarcaciones para pescar atunes. Cuando estos barcos de pequeño porte están pescando albacora, caballas, bonito, **barrilete negro** u otras especies que no sean atunes, la Comisión solo incluye sus capturas en el sistema estadístico si, durante el año, alguna parte de sus capturas consiste de aleta amarilla, barrilete o aleta azul del ARCAA.

Las capturas de otros atunes o especies afines (aleta azul, bonito, albacora y barrilete negro) obtenidas por la flota atunera del Pacífico oriental en esta misma región, se presentan en la parte B de la Tabla 1. La suma total de aleta azul y albacora no incluye las capturas de estas especies obtenidas por embarcaciones palangreras; además, debe tenerse en cuenta que la pesca deportiva obtiene cantidades substanciales de bonito, albacora y barrilete negro, como también otras embarcaciones que no se consideran como parte de la flota atunera del Pacífico oriental. Por ejemplo, en 1979, la captura total de albacora obtenida por la flota epipelágica de los EEUU en el Pacífico oriental fue de unas 5 mil toneladas, de las cuales la flota atunera antes mencionada descargó solo 326 toneladas.

En el parte B de la Tabla 1 se presentan las capturas de aleta amarilla,

barrilete y patudo, obtenidas por la flota atunera del Pacífico oriental en el Pacífico occidental y en el Océano Atlántico. (Estas cifras, naturalmente, representan solamente una pequeña fracción de la cantidad total de estas especies capturadas en estas dos zonas, ya que otras flotas pescan también allí).

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

La estimación preliminar de captura de aleta amarilla en el ARCAA en 1979 es 194,183 toneladas, siendo unas 11,406 toneladas superior a la captura en el ARCAA de 1978 y 1,366 superior al promedio anual de captura de los cinco años anteriores. Se incluye en la captura del ARCAA unas 6,248 toneladas de aleta amarilla, obtenidas en las zonas experimentales de pesca indicadas en la Figura 1 y descritas en la resolución de la Comisión en donde se detalla el programa de conservación de 1979 (véase página 93). La estimación preliminar de la captura de barrilete en el ARCAA en 1979 es 142,626, la segunda captura más grande de esta especie que jamás se haya obtenido en esta zona. La captura de barrilete en el ARCAA es 42,029 toneladas inferior a la captura de 1978 y 15,329 toneladas superior al promedio de captura de los últimos cinco años. La captura de barrilete en el ARCAA incluye 3,278 toneladas obtenidas en las zonas experimentales. La estimación preliminar (336,809 toneladas) de la captura combinada de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA en 1979 es 30,623 toneladas inferior a la captura de 1978 y 16,691 toneladas superior al promedio de los cinco años anteriores.

La estimación preliminar en 1979 de la captura de aleta amarilla y barrilete en la zona que se encuentra entre el límite del ARCAA y los 150°W es 14,658 y 3,053 toneladas, respectivamente, un total combinado de 17,711 toneladas, prácticamente sin cambio en cuanto a la captura de 1978, pero es la más baja en esta zona desde que se inició la pesca en 1968.

La captura combinada de todas las especies en todas las zonas de pesca en 1979, indicada en la Tabla 1 (386,714 toneladas), fue 57,515 toneladas inferior a la de 1978 y 25,374 toneladas inferior al promedio anual de captura de los últimos cinco años.

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA en 1979 se enumeran por abanderamiento de barco en la parte superior de la Tabla 2. Se anota también el porcentaje de la captura total en el ARCAA obtenido por cada país. Los descargues por país de desembarque se presentan en la parte inferior de la Tabla 2. Los descargues son las cantidades de peces desembarcadas durante el año civil, omitiendo el año de captura.

El país de desembarque es aquel en el que se descargaron los peces del barco pesquero o, en el caso de trasbordos, el país que recibió los peces trasbordados. La captura en el ARCAA en 1979 fue obtenida por embarcaciones de 18 países y se descargó en 12 países.

En la Figura 2 se presenta la distribución geográfica de la captura de aleta amarilla obtenida en 1979 por embarcaciones cerqueras en el Océano Pacífico oriental. En el ARCAA el aleta amarilla fue capturado entre los 33°N a 12°S y varios cientos de millas fuera de la costa de las Américas. En la parte central de pesca, la captura se extendió al oeste hasta el límite del ARCAA. Las zonas de más captura fueron, de norte a sur, a la altura de Baja California, cerca a la entrada del Golfo de California, mar afuera en la América Central, a la altura de las costas de Colombia y Ecuador y mar afuera frente al Perú, aproximadamente de los 5°S a los 12°S. La distribución de captura del aleta amarilla al oeste del ARCAA pero al este de los 150°W fue casi igual a los años anteriores. La captura de aleta amarilla obtenida al norte de los 20°N sumó aproximadamente el 28% de toda la captura de aleta amarilla en el ARCAA, la captura más grande obtenida en esta zona en la última década.

En la Figura 3 se presenta la distribución geográfica de la captura de barrilete en 1979. Las zonas de mayor captura fueron a la altura de Baja California, mar afuera al sur del Golfo de Tehuantepec, a la altura de las costas de la América Central y en la región del Panamá *Bight*. Cerca del 16% de la captura de barrilete en el ARCAA fue obtenida al norte de los 20°N, que es la captura más grande en esta zona desde 1971. Aproximadamente el 61% de la captura de barrilete en el ARCAA se obtuvo entre la línea ecuatorial y los 10°N.

Las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete obtenidas durante viajes reglamentados y sin reglamentar en el ARCAA se presentan en la Tabla 3, por seis zonas latitudinales del ARCAA, desde 1975 a 1979. Las capturas obtenidas en las zonas experimentales de pesca se incluyeron en las capturas del ARCAA durante 1975, pero se excluyeron de las de 1976-1979. Las capturas indicadas representan las capturas combinadas de embarcaciones cerqueras y de carnada según han sido tabuladas en los registros de bitácora. La captura registrada de aleta amarilla y barrilete en la parte central de la pesca (del ecuador a los 15°) fue inferior al nivel de 1978, pero sigue formando un 61% de la captura en el ARCAA.

LA FLOTA ATUNERA DEL OCEANO PACIFICO ORIENTAL

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

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

El número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota atunera del Pacífico oriental en 1979 se presenta en la Tabla 4, por bandera, arte y clase de arqueo. (En la tabla se omite a Colombia porque sus capturas son obtenidas por canoas y otros pequeños barcos que no están registrados en la Comisión.) En 1979, participaron en la pesca atunera del Pacífico oriental embarcaciones de 17 naciones. En términos de capacidad, la flota de 1979 estuvo formada como sigue: el 97.6% por embarcaciones cerqueras, 2.1% por embarcaciones de carnada (clíperes atuneros), 0.2% por bolicheras y menos del 0.1% por embarcaciones con curricán o caceros. Con referencia al número de barcos, los cerqueros formaron el 80.7%, los de carnada el 14.0%, las bolicheras el 4.4% y las embarcaciones con curricán el 0.9%.

Las flotas de la República de Corea, Costa Rica, Ecuador y México aumentaron en capacidad en 1979; las de Canadá, España, EEUU, Panamá, Perú y Venezuela, disminuyeron en capacidad, y las flotas de las Antillas holandesas, Bermuda, el Congo, Nueva Zelanda, Nicaragua y Senegal, permanecieron aproximadamente iguales. El mayor aumento fue el de la flota de Costa Rica y la mayor reducción se presentó en la flota de Canadá, debido a la transferencia de cinco cerqueros canadienses de gran porte a Costa Rica, con un total de unas 4,400 toneladas de capacidad. La flota de los EEUU redujo su capacidad en 2,040 toneladas. La capacidad total de la flota en 1979 disminuyó en 462 toneladas; la construcción de nuevos barcos se compensó por las pérdidas debidas a hundimientos y a barcos que se retiraron de la pesca en el Pacífico oriental.

Se presenta a continuación el número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el Océano Pacífico oriental

desde 1965 hasta 1979, y el cambio en la capacidad de acarreo con relación al año anterior.

Año	Número de embarcaciones	Capacidad	Cambio en la capacidad
1965	282	48,712	
1966	250	46,305	- 2,407
1967	244	46,488	+ 183
1968	265	58,756	+12,268
1969	264	63,656	+ 4,900
1970	285	73,822	+10,166
1971	357	95,324	+21,502
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	392	184,872	+15,452
1977	354	183,082	- 1,790
1978	367	186,791	+ 3,709
1979	321	186,329	- 462

A fines de 1979 se estaban construyendo nuevos barcos atuneros con una capacidad de varios miles de toneladas. Algunos de estos barcos participarán en la pesca del Pacífico oriental en 1980, pero puede que otros pesquen en otras zonas. Se espera que la capacidad de la flota tenga en 1980 un aumento moderado.

INVESTIGACION EN 1979

ABUNDANCIA DE ATUNES Y RESULTADOS DE PESCA

Orientación actual de la captura por día normal de pesca

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

La CPDNP (toneladas americanas) mensual de aleta amarilla y barrilete obtenida en el ARCAA se presenta para 1960-1979 en las Figuras 4 y 5.

Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales. Los datos de 1979 son preliminares.

CPDNP de atún aleta amarilla

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

La CPDNP de aleta amarilla, durante el período de años indicado, fue superior a principios de 1960, en la época en que las artes con cerco llegaron por primera vez a ser el método dominante de pesca. A medida que aumentó el esfuerzo de pesca la CPDNP se redujo fuertemente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962. La CPDNP permaneció baja en 1963, pero aumentó en la primera parte de 1964. En el último semestre de 1964, la CPDNP se redujo hasta alcanzar un nivel no muy superior al de mediados de 1963 y permaneció más o menos al mismo nivel hasta 1965. En 1966, la CPDNP empezó a aumentar y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968 a medida que la pesca se extendía mar afuera. Sin embargo, la CPDNP no alcanzó los niveles obtenidos en los primeros meses de 1960 y 1961. En 1968, 1969 y 1970, los valores anuales permanecieron más bien constantes a un nivel alto y moderado; a esto siguió una fuerte reducción en 1971, un buen año para el barrilete. En 1972, la CPDNP aumentó substancialmente y permaneció durante los cuatro primeros meses del año aproximadamente al nivel de 1968-1970. Se presentó una reducción constante en la CPDNP desde 1972 a 1975, cuando el índice de captura alcanzó el punto más bajo desde 1965. En 1976, la CPDNP anual ascendió algo más que la de 1975. En 1977, la CPDNP fue inferior al nivel de 1965 y esta reducción continuó en 1978, cuando la CPDNP anual fue inferior a la de 1962, la anterior más baja en la serie. La pesca de atún en el ARCAA en 1978 fue poco común, ya que la captura de barrilete alcanzó el punto más alto y el promedio de talla del aleta amarilla fue el más pequeño que se haya jamás registrado. Además la captura de aleta amarilla asociada con los delfines fue muy inferior a lo común. La estimación preliminar de la CPDNP anual de 1979 es inferior a la de 1978. Por el segundo año consecutivo se presentó en la captura una cantidad inusitada de aleta amarilla pequeño, aunque el promedio de talla no fue tan pequeño como en 1978.

Desde 1967 hasta 1975, hubo muy poco esfuerzo sin reglamentar en el último semestre del año. Desde principios de 1976, la proporción del esfuerzo de pesca sin reglamentar aumentó en el último semestre debido

a la expansión de la zona experimental (véase Figura 1), que se encuentra libre todo el año a la pesca irrestricta de aleta amarilla, y a la fecha retardada de clausura en 1977, 1978 y 1979. A pesar de ésto hubo proporcionalmente desde 1976 a 1979 mucho más esfuerzo de pesca sin reglamentar durante el primer semestre del año que en los años antes de la reglamentación. Como la primera parte del año es la temporada en que la abundancia de aleta amarilla es comúnmente más alta, según puede verse por la CPDNP mensual desde 1960 a 1965, en la Figura 4, es posible que se haya sobreestimado la abundancia anual en los años en que la cuota de captura de aleta amarilla estuvo vigente con relación a los años anteriores a la reglamentación de la captura de esa especie. Para examinar ésto, se ha calculado la CPDNP según la captura y el esfuerzo cumulativos de los cuatro primeros meses de cada año; estos valores se representan mediante líneas horizontales a puntos en la Figura 4. Los valores de enero a abril de la CPDNP son substancialmente más altos que los valores anuales de los años sin reglamentar de 1960-1965. En los años reglamentados los dos valores son mucho más paralelos, y en 1969, 1973, 1974 y 1977, los valores anuales son algo más altos que los valores de enero-abril. La CPDNP de los cuatro primeros meses y la CPDNP de todo el año presentan las mismas tendencias de puntos altos y bajos sobre el período de 20 años.

La CPDNP de barrilete

La CPDNP mensual de barrilete de 1960 a 1979, se presenta en la Figura 5. Desde 1966 en adelante, se han combinado los datos de los viajes reglamentados y sin reglamentar para calcular el índice de captura. En la mayoría de los años entre 1960 y 1973, la CPDNP ha sido baja a principios del año, alta a mediados del año y de nuevo baja a fines del año. Sin embargo, en los últimos años, los máximos en la CPDNP aparecen temprano y tarde en el año, apareciendo comúnmente en agosto y septiembre, el punto más bajo del año. La CPDNP de barrilete ha sido, con base anual, máxima en 1963, 1967, 1971 y 1978. Los puntos bajos ocurrieron en 1960, 1972 y 1973. En 1979 la CPDNP anual declinó con respecto al nivel de 1978, pero fue superior al de 1977.

Captura por tonelada de capacidad de acarreo

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) sirve como índice para examinar los cambios en la eficacia económica de las diferentes capacidades de los barcos de un año a otro. La CPTCA se calcula al sumar la captura de una clase de arqueado determinada, en todas las zonas oceánicas de pesca y en todas las condiciones de reglamentación, dividiendo esta suma por el tonelaje total de la capacidad de acarreo de cada clase de arqueado. Esto se hace para cada especie y todas las especies combinadas. Las embarcaciones empleadas incluyen toda la flota cerquera internacional que pesca en el ARCAA, de 101 o más toneladas de capacidad de acarreo,

que han realizado cada año, en esta zona, por lo menos un viaje sin reglamentar. Las embarcaciones se han clasificado de acuerdo a la clase de arqueo en la forma siguiente: 3 clase 101-200 toneladas; 4 clase 201-300 toneladas; 5 clase 301-400 toneladas; 6 clase 401-600 toneladas; 7 clase 601-800 toneladas; 8 clase 801-1000 toneladas; 9 clase 1001-1200 toneladas; 10 clase más de 1201 toneladas.

La CPTCA de 1961 a 1979 se presenta en la Tabla 5 por clase de arqueo y por todas las clases combinadas de arqueo para el aleta amarilla, barrilete, otras especies y todas las especies combinadas. Las "otras especies" incluyen patudo, atún aleta azul, bonito, albacora, barrilete negro y melvas. Las cantidades de 1979 son preliminares. La CPTCA de 1979, de todas las clases combinadas de arqueo, es 1.13. Este es el valor más bajo de la serie que se remonta a 1961, pero es solo algo inferior al valor de 1978 que fue 1.14. El valor de 1979 de barrilete es 0.81, una reducción con respecto al valor de 1978, pero aproximadamente promedio con relación a los últimos años. La CPTCA de 1979, de todas las clases de arqueo, de todas las especies combinadas es 2.05, un valor que se encuentra justamente por encima del de 1977 (2.03), que fue el punto anterior más bajo de la serie. En 1979 la CPTCA de todas las especies combinadas fue más alta para la 4 clase (3.70) y más baja para la 10 clase (1.63).

Normalización de los índices de captura

El objetivo de este estudio es mejorar las estimaciones de la abundancia basadas en los índices de captura del atún aleta amarilla. El índice actualmente usado por la Comisión, la captura por día normal de pesca, emplea los días de pesca como medida del esfuerzo y normaliza el esfuerzo de los barcos de diferentes capacidades usando un método *ad hoc*. La mayor diferencia entre este trabajo y el actual es que el esfuerzo de pesca se define como el tiempo transcurrido entre los lances positivos y que los índices de captura han sido normalizados según una serie de características del barco, condiciones ambientales y modas de pesca, empleando un modelo lineal y general.

Las características empleadas del barco son la capacidad del barco (0-499 toneladas, 500-999 toneladas y 1000 o más toneladas), la velocidad del barco, antigüedad, si recibe o no ayuda aérea, y longitud y altura de la red, mientras las variables ambientales son la temperatura de la superficie del mar y la velocidad del viento. La moda de pesca es una clasificación de los estratos por mes y zona cuadrada de 5° en los que se ha pescado dos tercios o más de aleta amarilla o barrilete en cardúmenes asociados con delfines, aquellos en los que dos tercios o más provienen de lances sobre objetos flotantes o cardúmenes de peces no asociados con delfines, o aquellos en los que no predomina ni uno ni otro tipo. Esta clasificación se dividió aún más por zona (en el ARCAA y fuera de ella) y trimestres del año. Como algunas categorías en la clasificación final tienen pocas o no observaciones

solo se emplean tres combinaciones de zona y moda de pesca en el modelo lineal y son los estratos de los cardúmenes de peces y objetos flotantes en el ARCAA, los estratos de delfines en el ARCAA y los estratos de delfines fuera del ARCAA.

Se investigaron los efectos de estos parámetros en el logaritmo de los índices de captura de aleta amarilla, empleando datos de 1970 a 1979. Los datos de 1979 no están aún completos y, por consiguiente, las estimaciones son provisionales. Después de eliminar las variables que no tuvieron efectos importantes, se obtuvo el análisis de la varianza presentado en la Tabla 6. En esta tabla la suma de los cuadrados de cada factor es aquella en que la suma residual de los cuadrados aumenta cuando se substraen ese factor del modelo.

El parámetro estimable de interés para estimar los cambios en la abundancia dentro de cada estrato consiste de las interacciones entre los años y aquellas entre los años y los estratos que se indican con los cambios en la captura por día normal de pesca en el ARCAA en la Figura 6.

Todos los recuadros en la Figura 6 indican una reducción considerable en el índice de captura desde 1970, siendo la más marcada aquella de los estratos de los cardúmenes de peces y objetos flotantes en el ARCAA que, en 1979, fue solo el 25% de su valor en 1970. La pauta de reducción ha sido diferente en cada tipo de estrato; los estratos de los delfines en el ARCAA han indicado una reducción bastante constante desde 1970, mientras que en la zona fuera del ARCAA el índice de captura en los estratos de delfines no mermó hasta después de 1973. La explotación de la zona exterior no comenzó sino a fines de los años sesenta y no fue sino en 1972 que la captura alcanzó 40 mil toneladas. La gran reducción en 1971, en el índice de captura, en los estratos de los cardúmenes de peces y objetos flotantes y la subsiguiente recuperación en 1972 fue una fluctuación demasiado grande para que hubiera sido causada solamente por los cambios en la abundancia. Lo más probable es que esto indica un cambio en la vulnerabilidad que no se asoció con los factores de normalización usados en el modelo.

El año pasado se insertó un factor extra (ayuda aérea) en el modelo normalizado. Se clasifican los estratos de cada barco ya sea si tuvieron o no ayuda aérea (probablemente un helicóptero a bordo del cerquero) en cualquier lance en el estrato. Este factor tuvo un gran efecto en el análisis de la varianza (Tabla 6) y tiene un efecto substancial en los índices de captura, mejorándolos aproximadamente en un 40% para un barco que tiene ayuda aérea en comparación a uno que no la tiene. En 1979 solo cerca del 20% de las observaciones se asociaron con ayuda aérea y, por consiguiente, el factor no tiene aún un gran efecto en el índice global de la captura, pero si continúa la tendencia progresiva de usar ayuda aérea, el intento de normalizar sin el uso de este factor sobreestimaría cada vez más los índices de captura.

ESTRUCTURA DE LA POBLACION Y MIGRACION**Marcado de atún**

Se realizó un crucero de marcado a bordo del cerquero fletado *Enterprise* durante octubre-diciembre de 1978. Los resultados hasta la fecha son como sigue:

Zona	Fecha	Aleta amarilla		Patudo		Barrilete	
		lib.	recap.	lib.	recap.	lib.	recap.
A la altura de Sudamérica, norte del ecuador	oct.-nov.	902	0	79	0	12	0
A la altura de Sudamérica, sur del ecuador	nov.-dic.	67	3	82	4	0	0
A la altura de Sudamérica, norte del ecuador	dic.	9	0	0	0	0	0
Total		978	4	161	5	12	0

En 1979, se recapturaron dos de los cuatro aleta amarilla y tres de los cinco patudos. Antes de este crucero solo se habían recibido 10 patudos marcados, todos de peces liberados al norte de las Islas Galápagos en abril y mayo de 1967. Solo dos de éstos estuvieron en libertad más de 1 mes.

En marzo, abril y mayo de 1979, se realizó un crucero de marcado a la altura de la parte meridional de México y la América Central, a bordo del barco de carnada fletado *Mary K.* El objetivo principal de este crucero fue conocer más acerca de los desplazamientos de pequeños aleta amarilla y barriletes en esta zona y estimar hasta que punto contribuyen a las capturas de peces lejos en alta mar. Además, una parte de los peces iba a ser marcada con tetraciclina, siendo una réplica de los experimentos de tetraciclina de 1976. Se capturó carnada en la Bahía de Banderas con permiso del gobierno mexicano y en el Golfo de Panamá con permiso del gobierno panameño. Los resultados hasta la fecha son los siguientes:

Zona	Fecha	Especie	Tratamiento	Liberados	Recapturados
Cabo Corrientes a Puerto Angeles	marzo	a. amarilla	—	208	50
		barrilete	—	3	1
América Central	abril-mayo	a. amarilla	—	4,373	321
		a. amarilla	tetraciclina	369	21
		barrilete	—	2,418	498
		barrilete	tetraciclina	84	12
		barrilete negro	—	170	6
Puerto Angeles a Cabo Corrientes		a. amarilla	—	11	1
		barrilete	—	2	1

La mayoría de los aleta amarilla y barriletes marcados y liberados a la altura de la América Central de los que devolvieron marcas habían sido recapturados frente a Colombia y el Ecuador, al este y sudeste de la zona de liberación. Los seis barriletes negros estuvieron en libertad de 41 a

164 días y viajaron distancias netas de 183 a 970 millas, todos en dirección sudeste desde la América Central hacia el Panamá *Bight*. Antes de este crucero solo se había devuelto un barrilete negro marcado; este pez se había liberado en Roca Partida en noviembre de 1975 y fue recapturado allí durante el mismo mes.

En agosto de 1979, se marcó aleta azul norteño de una manera oportunística a la altura del norte de Baja California a bordo de los cerqueros *Captain Anton Missetich, Anthony M. y Commodore*. El objetivo principal al iniciar estos experimentos fue conocer más acerca de la relación que existe entre el aleta azul del Pacífico oriental y occidental y más acerca del período de estadía de estos peces en el Pacífico oriental. Se marcó y liberó a bordo de los tres barcos un total de 300 peces y hasta la fecha se han recibido 34. Todos estos peces fueron recapturados cerca a las zonas de liberación unas pocas semanas después. Se espera que los datos de recaptura de los próximos años han de ser mucho más interesantes.

En el informe anual de la Comisión de 1977, se describe el programa de marcado de la CIAT en las Islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad y los resultados de los dos primeros cruceros de marcado en esas zonas se detallan en los informes anuales de 1977 y 1978.

Se emprendió un tercer crucero exclusivamente en las Islas Marquesas de diciembre 1978 a mayo de 1979, a bordo del barco fletado *Cornucopia* que servía tanto para la pesca con carnada como de arrastre. Durante este período fueron marcados y liberados 73 aleta amarilla y 1,874 barriletes. La mayor parte del aleta amarilla fue capturado mediante líneas con curricán, ya que eran demasiado grandes para pescarlos con caña y sedal. Además, se capturaron 637½ baldes de sardina marquesana y 5 baldes de otras especies de peces, como carnada. (Un balde de carnada pesa cerca de 8 libras.)

Como el esquiife de la carnada era demasiado grande para cargarlo fácilmente a bordo, la mayor parte del trabajo en obtener carnada se limitó a la Bahía Taiohae en la Isla de Nuku Hiva y la mayoría de la pesca se realizó en los alrededores de esta isla. La sardina marquesana es delicada y no vive mucho tiempo en viveros, así que fue necesario obtener carnada casi a diario. Aparte de ser muy delicada es, sin embargo, una carnada bastante buena, ya que permanece en la superficie cerca al barco y parece atraer bien a los peces. Se vieron con bastante frecuencia cardúmenes de aleta amarilla y barrilete, muchos de 5 a 50 toneladas de peces, pero éstos eran ariscos y se movían rápidamente. Los aleta amarilla variaron en talla de 66 a 92 cm y los barriletes de 36 a 63 cm.

Se anclaron balsas en tres localidades, con la esperanza de atraer atunes. Estas balsas han sido usadas con buen éxito en las Islas Filipinas y en las del Hawai. La localidad y profundidad en donde se colocaron las balsas fueron las siguientes: 7°51.2'S-140°01.5'W, 26 brazas (48

metros); 9°25.6'S-140°08.3'W, 42 brazas (77 metros); 8°50.5'S-140°17.5'W, 437 brazas (799 metros). La primera balsa no se volvió a visitar para ver si había atraído peces. Parece que la segunda balsa sirvió, ya que se vieron atunes y otros peces alrededor de la misma cuando se volvió a visitar, y se recibieron informes de que los residentes de Ua Pou estaban pescando con éxito en la proximidad de la misma. Esta balsa, aparentemente, se zafó entre el 10 de febrero (cuando se vió por última vez) y el 1 de abril, cuando se buscó en el área pero no se pudo encontrar. La tercera balsa se zafó casi inmediatamente después de que se colocó en el agua y no se pudo volver a localizar.

Se han recibido tres peces marcados en las Islas Marquesas en 1979. Los datos son los siguientes:

Especie	Liberación			Recaptura		
	Zona	Fecha	Longitud	Zona	Fecha	Longitud
Barrilete	8°59'S-140°24'W	en. 9, 1979	?	8°56'S-139°56'W	feb. 18, 1979	505 mm
A. amarilla	9°00'S-139°59'W	oct. 1, 1977	61 cm	"Nuku Hiva"	jun. 6, 1979	91 cm
A. amarilla	7°58'S-139°58'W	mar. 1, 1978	52 cm	11°47'N-130°25'W	jul. 12, 1979	30 libras

El primer pez fue liberado por el barco fletado *Hatsutori Maru* de la Comisión del Pacífico Sur y recapturado por el *Cornucopia*. El segundo fue liberado por el *Tainui*, un barco de investigación, maniobrado por el Centre National pour l'Exploration des Océans y el Service de la Pêche de la Polynésie Française, y recapturado por un pequeño barco con base en Nuku Hiva. El tercero fue liberado por el barco fletado de carnada *Mary K.* y recapturado por un cerquero con base en San Diego.

En 1979, se publicó un análisis de los desplazamientos del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, basado en los experimentos de 1968-1974, a la altura de México, la América Central y mar afuera. El método de las zonas paralelas, presentado en este informe, sirve para determinar si existe o no un movimiento neto en direcciones determinadas, es decir, costero-mar afuera, este-oeste o norte-sur. El primero de éstos es especialmente interesante, ya que la incidencia de peces pequeños es superior en las capturas obtenidas cerca a la playa que en las de mar afuera y es conveniente conocer si ésto se debe a una abundancia relativamente superior o a una vulnerabilidad relativamente mayor de peces más pequeños en las zonas costeras. Si el caso fuera el primero, se descubriría probablemente un movimiento de peces mar afuera a medida que crecen. Sin embargo, no se ha descubierto tal movimiento, así que es probable que las diferencias en las capturas de peces más pequeños en las zonas costeras y de mar afuera se deben principalmente a diferencias en la vulnerabilidad.

En 1973, se terminó un estudio provisional sobre el crecimiento del aleta amarilla, determinado según los datos del marcado. Los resultados se sumarizan en el Informe Interno 7 de la Comisión. Se empezó un estudio

parecido sobre el barrilete en 1977, y se ha continuado irregularmente desde ese entonces según lo permite el tiempo. A principios de 1979, se decidió emprender un estudio del crecimiento tanto del aleta amarilla como del barrilete, en lugar de solo el del barrilete. Existen tres razones para ésto. Primero, se ha acumulado una cantidad considerable de datos para el aleta amarilla desde 1973. Segundo, se cree ahora que algunos de los datos que se usaron en el estudio de 1973 no se debían haber empleado debido a la falta de precisión al medir los peces en la liberación. Tercero, se cree ahora que los ajustes con respecto a los sesgos al medir los peces en la liberación, calculados según los datos combinados del aleta amarilla y barrilete, son probablemente superiores a los ajustes calculados según los datos de sólo una u otra especie. Además, vale la pena mencionar que el mecanismo de procesar los datos puede realizarse casi tan rápidamente para dos especies como para una, siempre que el trabajo de las dos especies se haga simultáneamente.

La longitud en la liberación y recaptura de los peces que habían estado en libertad de 1 a 10 días, fué comparada para determinar la precisión de las medidas obtenidas en la liberación. Se supone que los cambios en la longitud debidos al crecimiento, encogimiento o alargamiento entre la medida de la liberación y de recaptura durante los 10 primeros días en libertad, eran insignificantes y que los peces eran medidos con precisión después de la recaptura. Los datos combinados del aleta amarilla y barrilete fueron divididos en los nueve grupos siguientes: (1) Cruceros 1001-1050, exceptuando los cruceros 1011, 1033, 1042 y 1043; (2) Crucero 1021; (3) Crucero 1033; (4) Crucero 1042; (5) Crucero 1043; (6) Crucero 1051-1082; (7) cruceros del California Department of Fish and Game; (8) cruceros con base en el Ecuador de la CIAT; (9) cruceros con base en el Perú de la CIAT. (Los datos de cada crucero hubieran idealmente formado un grupo separado, pero si éste fuera el caso la mayoría de los grupos hubieran incluido cantidades inadecuadas de peces para compararlos). Las tallas y recaptura de los peces individuales de cuatro de los grupos, 2, 3, 5 y 9, tienden a ser considerablemente diferentes, así que se decidió no usar los datos de ninguna de estas liberaciones en el estudio. Solo se usaron dos grupos en el estudio del aleta amarilla de 1973, los cruceros de la CIAT con base en el Perú y todos los demás cruceros, y se eliminaron sólo los cruceros con base en el Perú.

Los datos restantes se ajustaron con respecto a los sesgos relativamente pequeños encontrados en las estimaciones de la talla en la liberación, y se calcularon luego los índices de crecimiento, por zona y tiempo de liberación, de los atunes aleta amarilla que habían estado en libertad más de 60 días y de los barriletes que habían estado en libertad más de 30 días. Los índices de crecimiento del aleta amarilla tienen un promedio de 300 mm por año en todas las zonas, pero los de barrilete son más variables, especialmente con respecto a los peces liberados al este de los 100° de

longitud oeste. Es posible que algunos datos que debían haberse eliminado se retuvieran a causa de que había pocas o no devoluciones de peces de aquellos experimentos de peces que estuvieron en libertad de 1 a 10 días que podrían haberse usado para determinar si se debían o no eliminar los datos de esos experimentos. Se sospecha que los datos de algunos de ellos debían haberse eliminado y que esto cuenta por la gran variabilidad antes mencionada. Por consiguiente, se ha decidido dejar a un lado este proyecto hasta que se hayan procesado todas las marcas devueltas del Crucero 1084, originado a la altura de la América Central en 1979. Como ha sido el caso en todos los últimos experimentos de marcado, los peces liberados en este crucero han sido medidos cuidadosamente para asegurar que los sesgos sean mínimos.

A mediados de diciembre se inició un crucero de marcado en las Islas Marquesas, auspiciado por la Comisión del Atún y la South Pacific Commission (SPC), y se continuará en enero y febrero de 1980. El trabajo se está llevando a cabo a bordo de un barco de carnada japonés, el *Hatsutori Maru No. 5*, que ha sido fletado por la SPC mediante un acuerdo a largo plazo. Se encuentran a bordo dos científicos de la Comisión del Atún y tres de la SPC. Esta zona es de interés para el personal de la Comisión del Atún debido a su relativa proximidad al Océano Pacífico oriental y porque contiene grandes cantidades de barrilete. En diciembre se marcaron y liberaron 8,160 barriletes, 164 atunes aleta amarilla y 1 patudo.

Estudios de las subpoblaciones

En 1979, la Comisión continuó con el estudio de los índices de mezcla de atunes individuales de diferentes zonas geográficas. El objetivo es determinar el grado en que los juegos de individuos muestreados de diferentes zonas geográficas y períodos puedan necesitar atención administrativa separada. Desafortunadamente, es difícil y costoso obtener información sobre la estructura de la población. Los trabajos de la Comisión sobre la estructura de la población han incluido estudios electroforéticos de las proteínas del suero (estudios genéticos), estudios morfométricos (evaluación de varias dimensiones del cuerpo), el análisis de variación en las estadísticas de crecimiento y captura, y estudios de marcado. En 1979, se iniciaron dos estudios, uno sobre el aleta amarilla y el otro sobre el atún aleta azul, con el fin de determinar si la composición química de las partes duras de los atunes (espinas y vértebras) de las diferentes zonas geográficas son características de las diferencias en la ecología o el ambiente de los peces de estas zonas o ambas.

Estudios electroforéticos del aleta amarilla

En la década anterior, la Comisión ha puesto énfasis en los estudios electroforéticos y de marcado, pero junto con el trabajo electroforético se realizó también un estudio limitado sobre la morfometría. Aunque

los resultados del análisis de los estudios de marcado han sido informados detalladamente, se han reseñado solo resultados preliminares en los informes anuales de los estudios electroforéticos y morfométricos. La razón principal de esto se debe a que no se tiene una cantidad suficiente de datos que sirvan de base. La capacidad de los estudios electroforéticos de resolver los problemas de la población depende en alto grado en la dimensión y cantidad de las muestras. Por consiguiente, el objetivo a largo plazo ha sido acumular una base de datos lo suficientemente grande con la cuál realizar análisis estadísticos confiables.

Como se indicó en el Informe Anual de 1978, el curso de estos estudios fue alterado principalmente en dos formas: primero, se redujo la parte experimental y de laboratorio de los estudios electroforéticos y segundo, se principió a realizar un análisis más intensivo de los datos básicos y a evaluar los resultados preliminares. Dr. Gary D. Sharp empezó a realizar un análisis conclusivo de los datos y a interpretar los resultados poco tiempo antes de retirarse de la Comisión, habiendo aceptado otro empleo. Los resultados de éstos y otros análisis realizados en 1978, indican:

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

Se han llevado a cabo otros análisis de los datos en 1979. Se utilizaron varias formas diferentes de evaluación estadística. Se emplearon análisis gráficos para determinar si existían las diferencias en gran escala en la frecuencia de los genes de varios de los sistemas electroforéticos y si éstos presentaban alguna correlación con la longitud o la latitud. Se usaron las pruebas del ji-cuadrado y de la bondad del ajuste “G,” para calcular la probabilidad que solo la suerte era responsable por las desviaciones observadas en la frecuencia de los genotipos, y no la supuesta si las muestras tuvieran el equilibrio Hardy-Weinberg. Se usaron dos diferentes pruebas de independencia para calcular la probabilidad de que las frecuencias genotípicas y la frecuencia de los genes fueran muestreadas de una misma población. Se emprendieron los estudios de simulación para determinar el “poder” de las pruebas estadísticas y el margen de error introducido con ciertos tipos de procedimientos experimentales, por ejemplo, el uso de las muestras de referencia. Se realizaron también estudios preliminares

de simulación para evaluar la hipótesis de que las muestras han podido originarse de más de una población.

Las pruebas de la bondad del ajuste, realizadas en cada una de las 81 muestras indican que solo unas pocas de éstas se desviaron del equilibrio. Cuando se sumaron todas las desviaciones del equilibrio de cada muestra, (una prueba mucho más eficaz de la bondad del ajuste) los resultados indicaron que existe una falta general de ajuste con relación a la ley de los cuadrados, es decir, en promedio, las muestras individuales no se ajustan a la distribución Hardy-Weinberg. Esta inconsistencia aparente resulta del poder de la prueba usada. Una prueba χ^2 con un grado de libertad no es muy sensible a desviaciones pequeñas o moderadas. Las muestras deben ser mucho más grandes. El agregar valores χ^2 y grados de libertad es en cierta forma análogo a usar muestras de mayores dimensiones y, por consiguiente, llega a ser una prueba mucho más sensible en cuanto a las desviaciones.

Las 81 muestras se dividieron también en tres grupos, el del norte, el del sur y otro de la región media de pesca. Se realizaron todos los análisis en la serie completa de las 81 muestras y separadamente en los tres grupos. Se encontró que los juegos individuales de muestras del norte y sur se desviaban de la expectativa Hardy-Weinberg con una deficiencia general de heterocigotes, pero no el juego de las muestras del grupo medio. Los análisis de los datos del aleta amarilla confirman un hallazgo anterior de Dr. Sharp, que no es razonable suponer que todas las muestras fueron sacadas de la misma población en equilibrio de Hardy-Weinberg. Si se examina la frecuencia conjunta de los alelos de dos sistemas genéticos diferentes con análisis gráficos bidimensionales, los resultados indican que no es probable que todas las muestras se hubieran sacado de la misma distribución binomial de dos variables. Similarmente, los análisis gráficos tridimensionales indican además que tal variación es bastante continua y que se relaciona en alguna forma a la latitud. En otras palabras, no parece justificarse el concepto de que el aleta amarilla en el Pacífico oriental forma una gran población mezclada al azar en el equilibrio genético.

Así que el aleta amarilla no es homogéneo desde un extremo al otro de su distribución. Como puede intervenir un número de procesos determinativos y estocásticos solos o en conjunto para causar una falta de ajuste en las frecuencias genotípicas observadas con relación a las teóricamente esperadas, es difícil atribuir la falta de ajuste a cualquier proceso especial biológico. Las desviaciones de aquellas esperadas, con relación a la ley de los cuadrados, pueden ser causadas por formas de apareamiento no aleatorias como es el apareamiento clasificado positivo y negativo, mediante endogamia, por selección, mutación y también por el muestreo no aleatorio, es decir, el muestreo sobre dos o más unidades panmixias, el muestreo discontinuado cuando se aíslan los organismos por la distancia o ambos.

Pueden encontrarse algunas claves acerca de los factores que causan

estas desviaciones al examinar la naturaleza de las mismas. Si se dividiera el recurso en dos o más razas que fueran en sí mismas panmixias, las muestras obtenidas sin respeto a la raza tendrían una deficiencia de heterocigotes, aún cuando cada una de las razas estuviera en equilibrio, el llamado efecto de Wahlund. Como se indicó anteriormente, se ha observado una deficiencia de heterocigotes tanto en los juegos de las muestras de la parte norte y sur de distribución del aleta amarilla, pero no en la de la parte central. Así que, aunque sea posible teorizar que el aleta amarilla tanto de las zonas norte como sur se encuentran subdivididos en dos o más poblaciones panmixias, se debe tener cuidado y examinar otras interpretaciones. Por ejemplo, la subdivisión del recurso en cardúmenes que se encuentran en alguna forma conglomerados puede conducir al apareamiento clasificado positivo con o sin endogamia. Así que bajo ciertas circunstancias la agrupación de peces en cardúmenes puede también resultar en la falta de ajuste con relación al equilibrio Hardy-Weinberg y puede esperarse también que produzca una deficiencia de heterocigotes.

Similarmente, los análisis gráficos indican que la frecuencia de varios alelos difiere entre las muestras obtenidas en los extremos opuestos de la zona administrativa. Una posibilidad es que el recurso se divide en distintos grupos o existencias, denominados modelos "insulares" en la genética de población. Otra posibilidad es que las muestras en los extremos opuestos de la distribución de las especies son diferentes debido a que los individuos en los extremos tienen una baja probabilidad de apareamiento; este modelo se denomina modelo de "aislamiento por distancia." Ya sea uno o los dos modelos pueden ser apropiados.

El trabajo se inició con una rutina sencilla de simulación que puede usarse para examinar hipótesis específicas sobre la estructura de la población y hacer pronósticos según la base existente de datos. Los resultados preliminares del trabajo de simulación corroboraron las conclusiones anteriores que no es probable que se puedan encontrar desviaciones de la medida observada en los datos, debido solo al azar. Los resultados de los estudios de simulación de Monte Carlo indican además que, debido a las características de la distribución binomial, sería difícil usar en sí los datos electroforéticos para producir un cuadro comprensible sobre la estructura de la población del aleta amarilla en el Pacífico oriental. Se necesitan muestras de grandes dimensiones para probar aún hipótesis sencillas de nulidad. Así que mientras varios análisis de los datos electroforéticos realizados hasta ahora demuestran la presencia de variabilidad, la estructura del engendramiento del aleta amarilla en el Pacífico oriental no puede determinarse definitivamente según los análisis realizados hasta ahora. Se ha conceptualizado un número de posibles modelos de la estructura de la población. Se proyectan otros análisis de los datos en la forma tanto de análisis genéticos clásicos como de estudios de simulación, para determinar el mérito relativo de cada uno de estos modelos.

Estudios electroforéticos de barrilete

El programa de barrilete de la Comisión del Pacífico Sur (CPS) y el de la CIAT tienen muchos objetivos paralelos. Ambas agencias tienen desde hace mucho tiempo interés sobre la aplicación y el perfeccionamiento de técnicas para identificar las subpoblaciones. Cada agencia ha obtenido una base considerable de datos incluso datos electroforéticos. En julio las dos agencias se reunieron en un grupo de trabajo en Noumea (Nueva Caledonia) para examinar conjuntamente los datos electroforéticos de unos 7,000 peces obtenidos en 66 muestras.

La participación de la CIAT incluyó: 1) examinar los análisis e hipótesis existentes de la estructura de la población; 2) se facilitaron varias rutinas analíticas y series relacionadas de programas de cómputo, concebidas durante el análisis del aleta amarilla y 3) se ideó una rutina Monte Carlo de simulación. Basados en estos datos se realizaron varios análisis estadísticos y gráficos. Como con el aleta amarilla, los resultados preliminares indicaron que es improbable que el barrilete a través de su distribución en el Pacífico oriental y occidental forme una sola población panmixia. Se encontró que la frecuencia del esterase en los genes estaba asociada con la longitud, presentando una tendencia casi lineal en la zona de estudio de la CPS. Como con el aleta amarilla, las pruebas de la homogeneidad indicaron que no era probable que todas las muestras se hubieran obtenido de una sola población individual en el equilibrio Hardy-Weinberg. Esta falta de conformidad con relación a la ley de los cuadrados se debe, tal vez, a una combinación de factores que incluyen 1) el hecho de que la frecuencia de los genes está correlacionada con la longitud, por lo menos sobre parte de la distribución del barrilete y 2) el hallazgo general de que las muestras individuales no se ajustan a la ley de los cuadrados. Como con el aleta amarilla se trató de hacer una evaluación preliminar de varias hipótesis de la estructura de la población, usando las técnicas de simulación de Monte Carlo.

Basados en estos análisis y según otras pruebas realizadas por el personal de la CPS, se recomendó 1) que se modificara algo el programa de muestreo, con el fin de estudiar más detalladamente la relación que existe entre la longitud y la frecuencia del esterase en los genes; 2) que se realicen muestreos secuenciales de las pescas en Fiji y la Polinesia Francesa y 3) que se emprenda un análisis más completo de los datos.

Marcas naturales

La Comisión sigue examinando para los estudios de las subpoblaciones otros métodos convenientes para distinguir atunes individuales. A fines de 1978, se inició una serie de estudios para determinar la probabilidad que pueden usarse las pautas de elementos químicos encontrados en cantidades mínimas en las espinas, vértebras y también en los opérculos, para dis-

tinguir los aspectos del hábitat y la relación funcional que tienen esos peces con el ambiente. Empleando métodos similares, Dr. Calaprice, actualmente del personal de la Comisión, y luego otros investigadores, pudieron presentar pautas características en el salmón que regresa al sistema de los ríos. Basados en los resultados de un número de estudios realizados a principios de los años setenta, se ratiocinó que muchos organismos adquieren pautas de elementos mínimos en sus partes duras que son características de su hábitat (donde crecen) y su relación funcional con el ambiente (lo que hicieron en ese hábitat), es decir, cada organismo lleva en sí una forma de marca natural. Apenas se publicó este trabajo, se realizaron estudios sobre otros grupos de salmones, insectos y aves silvestres, obteniendo un notorio éxito en cada uno de ellos. La Comisión está tratando ahora de probar si las especies pelágicas como el atún y los peces espada contienen también rastros de estas marcas químicas naturales.

El prospecto de que las especies pelágicas como son los atunes y peces espada tengan una marca natural es intrigante, no solo debido al ahorro potencial en las investigaciones, pero también por la posibilidad de obtener una serie mucho más variada de datos. Para probar esta posibilidad, la Comisión ha iniciado dos estudios relacionados. El propósito del primer estudio, que empezó en 1978, es determinar la proporción de mezcla del aleta amarilla capturado en diferentes partes de su distribución geográfica en el Pacífico oriental. El segundo estudio es paralelo al primero y trata del atún aleta azul norteño. Aunque los objetivos del estudio del aleta azul son iguales a los del aleta amarilla, y aunque el primero se refiere a un importante problema administrativo, el estudio del aleta azul en términos de los objetivos de la CIAT es una prueba experimental del método.

1. Aleta amarilla

Se obtuvo un total de 29 muestras del aleta amarilla, formada cada una por 30 peces, de barcos que habían pescado en la parte norte, sur y occidental de la distribución del aleta amarilla. Las muestras incluían dos diferentes clases de talla, de 380 a 460 o de 680 a 720 mm. Se midió cada pez y se extrajo una lámina opercular, la primera aleta dorsal, el pedúnculo caudal y la mandíbula inferior; ésto se empacó, rotuló y congeló.

Se han realizado dos series de análisis hasta ahora. El Director del Pacific Biological Station, en Nanaimo, Canadá, permitió gentilmente que la Comisión usara el equipo para llevar a cabo los análisis iniciales. En el primer experimento se seleccionaron 10 grupos de muestras para el "análisis convencional," es decir, se obtuvieron 5 series, cada una de barcos que habían estado pescando en la parte norte y sur de la distribución, respectivamente. Se realizó el primer análisis sobre la tercera y cuarta espina de la primera aleta dorsal. Se seleccionó al azar una espina de cada uno de tres peces diferentes de una muestra y luego se pulverizó. Este material fue irradiado con un tubo de rayos-X y el spectrum resultante

se almacenó en una cinta magnética. Este spectrum contiene información sobre la composición elemental de cada pez.

En el segundo experimento se cortaron a través espinas dorsales individuales y se hicieron análisis similares en partes de una sola espina. Se realizaron secuencialmente varios análisis comenzando con el centro de la espina y moviéndose hacia la periferia, una forma de línea exploradora. El objetivo de este experimento fue tratar de determinar como cambian estas pautas del spectrum con el tiempo y la edad.

Debido al costo, los análisis de estas cintas magnéticas se relegaron temporalmente hasta que recientemente se ampliaron los medios computadores de la Comisión. Se continúa con el montaje de programas y análisis apropiados.

2. Aleta azul

Una solución al problema de experimentar nuevos métodos es aplicar éstos a problemas bastante directos sobre los que se tiene algún conocimiento de los resultados. La estructura de población de aleta azul del Atlántico es probablemente uno de los problemas conceptuales más sencillos. Mientras los adultos desovan tanto en el Mediterráneo como en el Océano Atlántico a la altura de la Florida, los pescadores capturan en muchas zonas juveniles y adultos que no se están reproduciendo. Esto resulta en un número de problemas administrativos debido principalmente a la falta de información sobre la interrogante de cuánta mezcla existe, si es que hay alguna, entre las dos zonas de desove. Además, no se conoce el origen de los peces capturados en localidades determinadas. Aunque se han hecho algunos estudios de marcado, los resultados son escasos. Debido al gran interés en el problema, el U.S. National Marine Fisheries Service está auspiciando esta investigación directamente mediante la aportación de fondos y ayudando con la recolección de los ejemplares.

Los objetivos específicos de este programa son obtener muestras de atunes aleta azul juveniles en la zona de crianza en el Mar Mediterráneo y el Océano Atlántico a la altura de la Florida. Se analizarán los ejemplares y se usarán los datos para determinar la proporción de mezcla de los peces a medida que crecen, es decir, los peces capturados en la pesca. Las labores programadas y también terminadas incluyen 1) conceptualización del problema, 2) recolección de muestras, 3) arreglos para conseguir sistemas convenientes electrónicos, 4) procesamiento de las muestras y 5) análisis de los datos. El trabajo en este proyecto empezó durante el cuarto trimestre del año y se ha adelantado algo en las tres primeras labores.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Composición de talla de la captura en 1979

Los investigadores de la Comisión han obtenido desde 1954 muestras de la frecuencia-talla de los atunes aleta amarilla y barrilete capturados

por barcos de carnada y cerqueros. La información obtenida según estas muestras se ha empleado para estimar el índice de crecimiento, mortalidad, rendimiento por recluta y abundancia de una generación. Se han informado los resultados de estos estudios en varios boletines e informes anuales de la Comisión.

En 1979, el personal de la Comisión midió en los puertos de descargue de California, Puerto Rico, México, Panamá, Ecuador y Perú la frecuencia-talla de más de 800 muestras de aleta amarilla y más de 600 de barrilete procedentes de capturas en el Pacífico oriental. La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA durante 1974-1979, se presenta en la Figura 7. La estimación preliminar del peso promedio de esta especie obtenida en el ARCAA en 1978 es de 17.0 libras (7.7 kg.). Esta es la tercera más baja que se ha jamás registrado; solo el peso promedio de 1955, 15.0 libras (5.8 kg.), y 1978 13.4 libras (6.1 kg.), fueron inferiores. En 1979, como en 1978, se encontraron presentes en la captura grandes cantidades inusitadas de aleta amarilla pequeños.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en capturas obtenidas entre el límite occidental del ARCAA y los 150°W de longitud en 1974-1979 se presenta en la Figura 8. El cálculo preliminar en 1979 del peso promedio de esta especie en esta región es de 56.4 libras (25.6 kg.), es decir 0.8 libras (0.4 kg.) inferior al peso promedio de 1977, que fue el anterior más bajo en esta zona.

La distribución anual frecuencia-talla del barrilete muestreado en capturas obtenidas en el Océano Pacífico oriental en los años de 1974-1979 se presenta en la Figura 9. El cálculo preliminar del peso promedio del barrilete en 1979 es de 6.1 libras (2.8 kg.), es decir 0.4 libras (0.2 kg.) superior al peso promedio de 1978 que fue el más bajo jamás registrado.

La captura de patudo obtenida por la pesca epipelágica del Pacífico oriental es muy inferior a la captura del aleta amarilla y barrilete, por consiguiente, es mucho menor el número de muestras frecuencia-talla. En 1979, se obtuvieron 41 muestras. La distribución frecuencia-talla del patudo muestreado en las capturas cerqueras obtenidas durante 1975-1979 se presentan en la Figura 10.

Distribución de talla del aleta amarilla por tiempo y zona

En 1957, los investigadores de la Comisión adoptaron zonas de muestreo (estratos) basados en las diferencias geográficas de la composición de talla de las muestras. Estas zonas de muestreo han permanecido inalteradas en los años subsiguientes con excepción de unos pocos cambios para acomodar el reacondicionamiento de los barcos de carnada a cerqueros a principios de la década de los sesenta. En 1979, el personal terminó varias fases del procesamiento de los datos frecuencia-talla, para facilitar el análisis mediante la computadora. Esto incluía principalmente la asigna-

ción de cada muestra a una categoría tan pequeña como fuera posible de zona-tiempo, ya sea 1°-mes o 5°-mes. Los datos de 1967 a 1978 fueron luego catalogados en cuatro grupos dominantes de talla. El personal está analizando la distribución geográfica de estos grupos de talla con el fin de preparar estratos de muestreo que sean mucho más homogéneos con respecto a la talla de los peces en la captura y para identificar zonas especiales de interés.

Hábitos alimenticios del atún aleta amarilla

Se ha continuado en 1979 la investigación sobre la identificación de los organismos alimenticios encontrados en los estómagos muestreados de atunes aleta amarilla capturados en las zonas de altura desde 1970 a 1973. Se han terminado los trabajos en el laboratorio de las muestras de 1970, 1971 y 1972, y en 1980 se iniciará el procesamiento de los datos de unos 4,150 estómagos que han sido estudiados hasta ahora. Se van a reservar los estómagos muestreados en 1973 (aproximadamente 1,050) y solo se procesarán si los datos existentes indican que se necesita más información.

Se han identificado recientemente representantes de cuatro familias de peces que no se habían encontrado en muestras anteriores. Se encontraron especies de las familias Acanthuridae y Molidae en las muestras obtenidas en la zona al oeste del ARCAA, y se encontró un Trachipteridae en un estómago proveniente de un pez capturado 780 millas a la altura de la América Central. En otras muestras obtenidas fuera del ARCAA se encontró el esqueleto de un pez vela pequeño del Pacífico, *Istiophorus platypterus* y dos especies más de la familia Carangidae. En el informe anual de 1978, se presentó una lista completa de otras 16 familias de peces, encontradas en las muestras estomacales procedentes de todas las zonas de altura.

Se realizó recientemente un pequeño estudio para investigar aún más la posibilidad de usar la información que se tiene de las muestras estomacales para estimar, en la naturaleza, los índices metabólicos de energía de los atunes a niveles normales de energía. El metabolismo de la energía de los animales se calcula comúnmente en un experimento de laboratorio a niveles de actividad de cero o próximos a cero (índice metabólico normal). Sin embargo, no se puede realizar este cálculo con ningún grado de precisión sobre atunes, ya que carecen de una vejiga respiratoria y deben nadar constantemente para ventilar las branquias (ventilación de los arcos branquiales). Además, desde el punto de vista ecológico, es mucho más importante el índice total metabólico de los peces bajo actividades normales en su habitat natural que el índice metabólico normal. Por ejemplo, una medida del metabolismo activo de una población de depredadores como son los atunes indicaría su demanda de energía en el ecosistema, un factor evidente de interés para conocer la dinámica de los atunes, especialmente en lo que se refiere a otros elementos en el ecosistema.

La energía utilizada por un animal en todos sus actividades debe finalmente provenir de los alimentos que ingiere. Se supone que el contenido de energía de los alimentos es igual a la suma del contenido de energía (1) del material perdido en la defecación y excreción; (2) del material retenido para el crecimiento y (3) material dividido por el metabolismo.

Un aspecto importante sobre el estudio de la Comisión de los hábitos alimenticios de los atunes es estimar la cantidad de energía en términos de las calorías ingeridas por día por el aleta amarilla, basándose en una muestra de alimento encontrada en los estómagos en un momento dado, ya que es imposible estudiar en la naturaleza la cronología diaria de la alimentación de los atunes. En 1935, Dr. A. D. Bajkov informó que el índice diario de consumo en calorías (D) de algunas especies de peces de agua dulce podía estimarse mediante $D = 24A/n$, en la que A = promedio de la cantidad de alimento en calorías por estómago en una muestra de estómagos y n = el tiempo (horas) necesario para pasar todo el alimento del estómago a los intestinos (rapidez digestiva). Se debe suponer que el pez de que se trata se alimenta continuamente a una velocidad constante durante el período de alimentación y que la digestión de una comida determinada es a una razón constante, ya sea seguida por más comida o no.

Con el fin de experimentar la aplicabilidad del método de Bajkov en los atunes, se compararon los cálculos de prueba del consumo diario de energía del barrilete con las estimaciones indirectas del requerimiento diario de energía de esta especie, basándose en la evaluación de energía. Las estimaciones de consumo se basaron en un estudio de 1963 de la Comisión sobre los hábitos alimenticios del aleta amarilla y barrilete capturado en las zonas costeras (Figura 11) del Océano Pacífico oriental. Los cálculos informados de la biomasa de los organismos de presa, según las muestras estomacales, se convirtieron en calorías al utilizar tanto los valores calóricos equivalentes encontrados en datos publicados como los resultados de la investigación calorimétrica realizada por los científicos de la Comisión. Se conoce que el estómago del barrilete se desocupa en 12 horas después de haberse alimentado de eperlanos enteros.

Se seleccionó el barrilete como la especie de este estudio piloto, ya que se tienen algunos de los datos (aunque limitados en su alcance) sobre el metabolismo de la energía cuando están en cautividad, suministrando una base para compararlos con un modelo más teórico y las estimaciones del consumo de alimento. No se tienen cálculos metabólicos para el aleta amarilla. Se utilizó un modelo energético (I Modelo) basado en la medida del consumo de oxígeno de un respirómetro de un barrilete que nada a una velocidad mínima o próxima a ésta para calcular el proceso dinámico total de energía de barriletes de 40-70 cm de longitud de horquilla. Los resultados se compararon con una segunda serie de cálculos sobre el proceso dinámico de energía del barrilete, modelados según el modelo

energético del aleta amarilla (II Modelo), publicado en 1976 por investigadores de la Comisión. El II Modelo se basó en principios bioenergéticos aceptados, pero no en resultados experimentales. Se siguió el sistema del modelo del aleta amarilla realizando los cambios apropiados que fueran compatibles con la biología del barrilete. En otras palabras, el modelo energético del aleta amarilla fue transformado en un modelo energético para el barrilete. Esta segunda serie de cálculos suministró un medio para evaluar el modelo del aleta amarilla de la Comisión, al comparar los resultados con aquellos basados en la información experimental.

Los resultados de ambos modelos se presentan gráficamente en la Figura 12. La línea a guiones y la línea a puntos representan la acumulación total de energía calculada para el barrilete, basada en el I Modelo y el II Modelo, respectivamente. Los componentes del I Modelo incluyen un estimativo de la demanda diaria calórica debida al metabolismo de la energía a niveles naturales de actividad y la necesaria para el crecimiento diario. Se aproximó al índice metabólico de los peces, bajo condiciones naturales, al duplicar el índice metabólico restante, una práctica común en los estudios energéticos de los peces. El II Modelo tiene tres componentes: el consumo de energía relacionado al metabolismo normal, locomoción y crecimiento. Las curvas en la Figura 12 representan las sumas de los componentes de cada modelo.

Las estimaciones del consumo diario, basadas en el método de Bajkov, se presentan como líneas horizontales en la Figura 12. Las líneas abarcan tres estratos de la longitud de horquilla, 41.0-45.0 cm, 45.1-60.0 cm y 60.1-71.0 cm, y representan la media del consumo diario calórico del barrilete de los grupos de talla correspondientes y zonas de muestreo (Figura 11). Los estimativos de consumo fueron calculados como la media de una variedad de talla, debido a que los datos de los hábitos alimenticios se encontraban sumariados en esa forma.

Parece que existe un grado considerable de variabilidad en el total de las calorías consumidas por barriletes en diferentes zonas. La mayoría de las estimaciones del índice de consumo (solo con una extrema desviación) son inferiores a los requerimientos de energía basados en los modelos. Ambos modelos producen incidentalmente acumulaciones notablemente similares de energía. Las diferencias entre los estimativos del consumo de energía y los requerimientos de la misma indican que: 1) el método de Bajkov en su forma original es tal vez inadecuado para usar en los atunes, o 2) que los datos que substituyen los parámetros A y n de la ecuación de Bajkov no son lo suficientemente exactos, o 3) que el barrilete se alimenta frecuentemente a niveles inferiores a sus necesidades y que cuando es necesario depende de las reservas grasas para compensar las deficiencias calóricas o las tres cosas. Se ha demostrado que el barrilete es capaz de consumir varias veces al día más alimento que el necesario, hasta el 30% del peso de su cuerpo diariamente. La muestra de un barrilete en la cate-

goría de talla de 41-45 cm de la Zona 03 (parte superior de la Figura 12) indica por lo menos alimentación a ese nivel. Sin embargo, parece que nuestras estimaciones de consumo son excesivamente bajas debido probablemente a la primera o segunda alternativa o ambas. Se realizó un examen de la literatura que trata de los factores conocidos que afectan los índices de consumo y digestión de los peces. Se sabe que los peces consumen y digieren a diferente rapidez presas de diversos tamaños y tipo. Por consiguiente, debe reducirse el parámetro " de las presas pequeñas con cuerpos blandos e incrementarse el de las presas grandes y el de aquellas con exoesqueletos duros. Además, la irregularidad de la distribución de alimento en aguas tropicales lejos de las masas terráneas es inconsistente con las suposiciones del método experimentado.

Un método eficaz para medir el consumo diario de alimento de los atunes, según los datos experimentales del contenido estomacal, debe tener en cuenta la digestibilidad desigual de los diferentes organismos de presa. Al utilizar los datos referentes a la digestión de diversos organismos de presa comidos por peces cautivos, se pueden utilizar tal vez los valores apropiados del parámetro " de Bajkov para cada presa taxonómica y para cada grupo de talla. Los investigadores de la Comisión están investigando el grado de digestión de las especies de peces que sirven de presa sacados de los estómagos de los aleta amarilla, siguiendo la metodología utilizada en un estudio de 1969 sobre la rapidez digestiva de barriletes cautivos en Hawai. En el estudio el grado de digestión de los alimentos y el progreso del alimento en los estómagos de una etapa digestiva a la otra se relacionó al número de horas transcurridas después de haber ingerido los alimentos. Suponiendo que se pueda comparar la rapidez digestiva de los atunes aleta amarilla a la de los barriletes, esta información no solo suministra un medio para calcular la alimentación cronológica del aleta amarilla, pero puede también producir otro medio para estimar el consumo diario de energía.

Estudio de los otolitos

El experimento de inyecciones de tetraciclina ha suministrado información útil sobre el crecimiento del aleta amarilla en la región de las Islas Revillagigedo-Baja California. Al examinar los otolitos sagitales de los peces recapturados, se ha determinado el índice de crecimiento en ejemplares con una longitud de horquilla de 40 a 110 cm y la rapidez en la que se forman los incrementos en el borde del otolito. En promedio, el índice es de 3.06 cm por mes y de un incremento diario, respectivamente. Sin embargo, para estimar la edad absoluta de un pez de talla comercial de 30 a 160 cm, se necesita otra información de diferente tipo. Primero, como la estimación de la edad depende del cálculo total de los incrementos en todo el otolito, debe establecerse el valor temporal de los incrementos durante el periodo abarcado por este cálculo. Se pueden identificar a este respecto varios problemas. Por ejemplo, no se sabe si el índice de la formación diaria de un incremento se aplica antes de los 40 cm o si se mantiene durante un

período después de que el pez pasa los 110 cm. Se desconoce también si el índice experimental de ese incremento es un caso regional o si puede aplicarse en general al aleta amarilla de todo el Pacífico oriental. Puede que con el tiempo se obtengan las respuestas a estas preguntas mediante la repetición del experimento en varias zonas del ARCAA.

El segundo tipo de información que se necesita consiste en establecer la relación entre el cálculo total de los incrementos y varias características del crecimiento. Con este propósito, se han obtenido datos sobre la longitud de horquilla, peso, longitud predorsal y de la cabeza, peso medio del otolito y el largo de la trayectoria del conteo. La muestra incluye unos 200 aleta amarilla con una longitud de horquilla que varía de 30 a 160 cm. Se ha terminado la preparación de los otolitos tanto en términos del grabado como de la réplica y se está avanzando en los cálculos.

Un problema que no se ha encontrado en el trabajo con tetraciclina, pero que se encuentra presente en cada réplica del estudio actual, es la interpretación de los incrementos durante el crecimiento hasta aproximadamente los 35 cm. Una vez que el aleta amarilla alcanza esta talla, los incrementos son relativamente uniformes en intensidad y espacio, y su interpretación visual no es muy difícil. Antes de los 35 cm y al excluir los incrementos adyacentes al primordium, la claridad de los incrementos y del intervalo entre ellos es muy variable. La dificultad radica en conocer qué incremento ha de incluirse en el cálculo ya que no todos ellos pueden estar relacionados con el tiempo. Según informes publicados sobre otras especies, se conoce que durante el crecimiento temprano se pueden formar incrementos subsidiarios bajo condiciones naturales o de laboratorio. Si se conoce la edad del pez los incrementos subsidiarios pueden comúnmente identificarse y excluirse. No se ha verificado ya sea la aparición o presencia de incrementos subsidiarios en el atún aleta amarilla, pero la mala interpretación puede contribuir a un aumento en la variación de los cálculos. Por consiguiente, se está trabajando ahora para concebir un método adecuado de interpretación.

Estudios del atún aleta azul

El personal de la Comisión del Atún ha estado estudiando en modesta escala desde 1973 el atún aleta azul norteño. Antes de 1979, el trabajo consistía en su mayoría en recolectar los datos de los cuadernos de bitácora y en medir las muestras de los peces capturados por embarcaciones con cerco en el Océano Pacífico oriental para determinar la composición de talla de los peces capturados en esa zona. Sin embargo, en 1979 se comenzó a marcar atún aleta azul norteño en el Océano Pacífico oriental cuando se presentaba la oportunidad, y se obtuvieron muestras de las escamas para estimar la edad de los peces en la captura. Se preparó además otro examen sobre los datos referentes a la evaluación de la población de esta especie. Se sumariza aquí parte de ese estudio que se encuentra en el Informe Interno No. 12 de la Comisión del Atún.

Las capturas anuales del aleta azul norteño durante el período de 1918-1978 se presentan en la Figura 13. La mayoría de las capturas tanto en el Pacífico oriental como occidental se obtienen mediante las artes epipelágicas. Las capturas del Pacífico occidental se han reducido considerablemente desde los años cincuenta, lo que no ha sucedido con las del Pacífico oriental. Se dice que ha habido más escasez de peces en el Pacífico occidental en los años cuarenta que en los treinta o los cincuenta, pero no se tienen datos de los años anteriores a 1951.

La Comisión del Atún ha obtenido desde 1973 muestras de la frecuencia-talla del aleta azul norteño capturado por la pesca epipelágica del Pacífico oriental. Además, tiene acceso a los sumarios anuales de los datos frecuencia-talla recopilados por el California Department of Fish and Game desde 1952 hasta 1969. Los datos sobre la composición de edad de los descargues californianos durante 1963-1969 han sido publicados por esa organización. Estos estudios revelan que existe una considerable sobreposición en las tallas de los peces de diferentes grupos de edad, haciendo difícil o imposible el análisis de los datos frecuencia-talla.

Se han marcado y liberado más de 3,000 aleta azul norteños en el Pacífico oriental y se han recibido por lo menos 607 marcas. Las liberaciones y recapturas se sumarizan más adelante. Las organizaciones que estuvieron a cargo de estos experimentos fueron: el CDFG, California Department of Fish and Game; la CIAT, Comisión Interamericana del Atún Tropical; el MBRF, Mission Bay Research Foundation y el USBCF, U.S. Bureau of Commercial Fisheries (ahora el U.S. National Marine Fisheries Service).

Fecha	Barco	Organizaciones	Liberados	Devueltos
1953	N. B. Scofield	CDFG	3	*
1954	N. B. Scofield	CDFG	1	*
1955	Stella Maris	CDFG	50	*
1956	Nautilus	CDFG	9	*
1958	Columbia	CIAT	122	9
1961	John N. Cobb	USBCF	1	*
1962	West Point	USBCF-CDFG	960	175
1963	Elsinore	USBCF-CDFG	543	83
1963	Dorsal	CDFG-MBRF	100	32
1964	West Point	USBCF-CDFG	782	174
1964	Dorsal	CDFG-MBRF	175	27
1964	Seasco	CDFG-MBRF	2	1
1965	Dorsal-Seasco	CDFG-MBRF	1	0
1966	Dorsal	CDFG-MBRF	237	65
1967	Five Bells	CDFG-MBRF	0	—
1968	Sea Scout	CDFG	35	6
1976	Mary K.	CIAT	1	1
1979	Captain Anton N.	CIAT	131	16
1979	Anthony M.	CIAT	100	14
1979	Commodore	CIAT	69	4
Total			3,322	607

*no se tiene información

Los datos del marcado se han empleado para estudiar el desplazamiento y la pérdida total (mortalidad más desplazamiento).

Los datos de los peces marcados y recapturados en el Pacífico oriental indican que los peces tienden a desplazarse al norte a lo largo de la costa de California y Baja California de junio a septiembre. Esta pauta es similar a la que se puede atribuir según la distribución mensual y zonal de las capturas. Nueve de estos peces fueron recapturados de 2 a 5 años más tarde en el Pacífico occidental. Además dos peces pequeños (cada uno de 36 cm de longitud) marcados y liberados en el Pacífico occidental en 1965 fueron recapturados en el Pacífico oriental antes de 1 año. La devolución de estos peces reveló por primera vez que las poblaciones del Pacífico oriental y occidental no son independientes.

Se estimó que los índices de la pérdida total anual instantánea de los peces marcados y liberados en 1962, 1963, 1964 y 1966 eran 1.90, 1.63, 1.69 y 3.55, respectivamente. Los porcentajes correspondientes a los peces que permanecieron después de un año (es decir, aquellos que no se capturaron, no murieron o se desplazaron) son 15, 20, 18 y 3. Se estimaron también los índices de la pérdida total anual instantánea según los datos de la composición de edad (véase *supra*); las estimaciones respectivas de las generaciones de 1962, 1963, 1964 y 1965 con el porcentaje correspondiente a las edades restantes fueron: 1.81 (16), 1.62 (20), 3.10 (5) y 1.32 (27). Seis de las estimaciones del índice de pérdida son relativamente similares. Las otras dos que son más altas, son la de la generación de 1964 y la de los peces marcados y liberados en 1966. Una parte considerable de los peces marcados y liberados en 1966 proviene de la generación de 1964, así que posiblemente las dos estimaciones altas del índice de pérdida se debieron al desplazamiento de la mayoría de los peces de la generación de 1964 al final de la temporada de pesca de 1966.

Es conveniente formular modelos para describir el desplazamiento de los peces que realizan grandes migraciones aunque se conoce relativamente muy poco acerca de su biología, ya que tales modelos facilitan el planeamiento de investigaciones futuras más eficazmente. Por consiguiente, se ha propuesto un modelo preliminar para el aleta azul norteño. Este modelo se basa considerablemente en las ideas expuestas por el personal del California Department of Fish and Game y del U.S. Bureau of Commercial Fisheries en manuscritos inéditos, y en un libro del Dr. Hiroshi Nakamura del Japón. Se anticipa que a medida que se acumulen más datos o cuando se obtengan diferentes interpretaciones de los datos que se tienen actualmente, se amplificará, modificará o descartará el modelo en favor de uno que pueda suministrar una mejor explicación de lo que se ha observado.

La Figura 14 es un diagrama del modelo. Los desplazamientos indicados por líneas a guiones son más teóricos que los indicados por líneas sólidas. Se intenta presentar en el diagrama las zonas generales donde se

cree que empiezan y terminan los desplazamientos, pero no las rutas precisas, ya que la limitación del espacio no lo permite aún si se conocieran éstas. Por ejemplo, parece que la ruta de desplazamiento de los juveniles que se dirigen al Pacífico oriental es al sur de la ruta de los desplazamientos de los peces maduros que se dirigen en dirección contraria, pero puede que éste no sea necesariamente el caso.

El desove del aleta azul norteño ocurre entre el Japón y las Islas Filipinas y al sudeste del Japón de abril a julio, y las larvas, postlarvas y los juveniles son transportados al norte hacia el Japón por la Corriente de Kuroshio. Se capturan los peces de 0+ años de unos 20 a 60 cm de talla en los alrededores del Japón durante el verano y otoño del mismo año. Algunos de éstos permanecen en el Océano Pacífico occidental durante el invierno y otros se desplazan al Pacífico oriental. Es posible que otros emigren del Pacífico occidental al oriental durante su segundo o tercer invierno o aún más tarde, pero según el marcado no hay prueba de ello. En 1965, en el Pacífico oriental, hubo escasez de peces de 1+ años de la generación de 1964, pero no de peces de 2+ años en 1966. Puede que esto se deba a que los peces de esa generación se desplazaron en su mayoría del Japón en el segundo invierno (1965-1966), en vez del primer invierno (1964-1965). Los peces que emigraron del Pacífico occidental al oriental forman la base de la pesca en el Pacífico oriental, que se realiza principalmente de mayo a octubre. Se cree que durante el resto del año los peces permanecen en el Océano Pacífico oriental, pero que son menos vulnerables a la pesca en ese tiempo, o disponibles o ambas cosas. Aparentemente una porción de éstos pasa el invierno en la vecindad de la Isla Guadalupe, ya que se captura allí durante todos los meses del año aleta azul norteño, especialmente de gran talla. Algunos de los peces vuelven a entrar en la pesca del Pacífico oriental en la primavera siguiente, mientras otros regresan eventualmente al Pacífico occidental a reproducirse. Sin embargo, aquellos que entran de nuevo en la pesca del Pacífico oriental están destinados eventualmente a regresar al Pacífico occidental. Puede que la jornada de regreso al Pacífico occidental dure cerca de 2 años, ya que el tiempo mínimo registrado entre la liberación y recaptura de un pez marcado que estaba recorriendo esta ruta fue de 674 días. Este pez tenía 1+ años de edad cuando fue liberado y 3+ años cuando se recapturó. Otros peces marcados y liberados cuando tenían 1+ años en el Pacífico oriental fueron recapturados a la edad de 3+ años en la misma zona 2 años más tarde y aparecen peces aún mayores de 3+ años en esa zona, así que es evidente que el lapso de permanencia de los peces en el Pacífico oriental no es uniforme.

En la Figura 14 se indica que los peces en el Pacífico oriental aparecen más y más lejos de la costa teniendo una distribución cada vez más limitada norte-sur a medida que crecen. Para evitar confusión fue necesario hacer el diagrama de esta manera, pero éste no es necesariamente el caso.

Los peces capturados por embarcaciones palangreras entre Norte-

américa y el Japón se encuentran probablemente en ruta del Pacífico oriental al occidental. Al llegar al Pacífico occidental continúan presumiblemente a la zona que se encuentra entre el Japón y las Islas Filipinas y al sudeste del Japón para desovar, ya sea inmediatamente o eventualmente.

Los barcos palangreros capturan también aleta azul norteño al este de las Islas Filipinas, al nordeste de Papua Nueva Guinea y al sudeste de Australia, especialmente en los alrededores de Nueva Zelanda. Se pregunta si estos peces provienen de larvas, postlarvas y juveniles que se desplazaron de la zona de desove hacia el sur, de peces jóvenes que emigraron del Japón hacia el sur después de una breve estadía allí, o de peces más viejos que emigraron de la zona de reproducción hacia el sur después del desove. Ya sea que el caso sea una de las dos primeras posibilidades, deberían encontrarse pequeños atunes aleta azul norteños al sur de los 20° norte de latitud. Se han registrado pequeñas cantidades de esta especie, capturadas por barcos de carnada, al norte de Papua Nueva Guinea y en los alrededores de las Islas Salomón y Marshall, así que parece que al menos una parte del aleta azul norteño capturado al sur de las zonas de desove por barcos palangreros se debe al desplazamiento de larvas, postlarvas y juveniles de la zona de desove o se debe a emigraciones de peces jóvenes del Japón hacia el sur. Sin embargo, esto no quiere decir que ninguno de ellos se deba al desplazamiento de peces adultos de la zona de reproducción hacia el sur después del desove.

No se han encontrado larvas o postlarvas de aleta azul norteño en la zona Australia-Nueva Zelanda, así que no es probable que los peces allí capturados por embarcaciones palangreras hubieran desovado en esta zona. Más bien hubieran tenido que desplazarse de nuevo a la zona de reproducción o no desovar en absoluto.

Después del desove, los peces probablemente se dispersan de la zona de reproducción a otras zonas del Pacífico occidental. Algunos pueden tal vez emigrar al Pacífico oriental, aunque esto no parece probable. Presumiblemente regresan al año siguiente a la zona reproductora para desovar de nuevo.

Puede que existan varias subpoblaciones de aleta azul norteño en el Océano Pacífico, por ejemplo, la que se origina en la zona de reproducción, se desplaza hacia el Japón, y luego regresa a la zona de reproducción para desovar, la que se origina en la zona de reproducción, se desplaza al Japón, luego emigra al Norteamérica, y finalmente regresa a la zona de reproducción a desovar, y la que se origina en la zona de reproducción emigra a la zona al sur de los 20° norte de latitud, ya sea directamente o por vía del Japón, y luego regresa a la zona de reproducción a desovar. Por otra parte, puede que solo exista una subpoblación en el Océano Pacífico; en este caso las porciones de ésta que se desplazan al Océano Pacífico oriental y a la zona al sur de los 20° norte de latitud se determinan presumiblemente por

las condiciones oceanográficas. Sería conveniente para los estudios de la evaluación de la población conocer cuál es el caso. Los estudios genéticos pueden ser valiosos con respecto a ésto.

INVESTIGACION ATUN-DELFIN

En la XXXIII reunión de la Comisión, convocada en Managua (Nicaragua), en octubre de 1976, se acordó que la CIAT participaría en el estudio de los problemas ocasionados por la relación atún-delfín en el Océano Pacífico oriental. Se acordó que sus objetivos serían: "(1) mantener la producción atunera a un alto nivel; (2) mantener las poblaciones de delfines a niveles o sobre niveles que garanticen su supervivencia a perpetuidad, (3) trabajar en cuanto sea posible para evitar la muerte innecesaria o por descuido de los delfines en las maniobras de pesca." En la XXXIV reunión celebrada en San Diego, California, en junio de 1977, la CIAT acordó que los puntos específicos de participación serían: (1) vigilar la magnitud de las poblaciones y la mortalidad incidental a la pesca, mediante la recolección de los datos a bordo de embarcaciones atuneras de cerco; (2) realizar reconocimientos aéreos y marcado de delfines; (3) analizar los índices de abundancia de los delfines y hacer estudios computarizados de simulación y (4) proceder al entrenamiento e investigación sobre las artes y el comportamiento de los delfines. Los primeros fondos de este proyecto se recibieron a fines de 1978, así que 1979 fue el primer año completo de trabajo en este proyecto. Se contrató más personal durante el año, se inició el programa de los observadores y se planearon e iniciaron varios proyectos de investigación y entrenamiento.

Recolección de los datos

Se ha adelantado en 1979 en la labor de reclutar y entrenar personal científico internacional para que viajen como observadores. Se realizaron sesiones de entrenamiento en Panamá, San Diego (California) y Ensenada (México), con un total de 68 participantes representantes de Canadá, Costa Rica, México, Nicaragua, Panamá y los Estados Unidos.

Se adiestró a los participantes en la identificación de las especies principales de delfines que se encuentran en la pesca del atún tropical, en estimar la magnitud de los cardúmenes, comportamiento de los delfines, artes cerqueras y maniobras de pesca, en los métodos para obtener datos y la etiqueta a bordo. Algunos participantes que asistieron al entrenamiento de la Comisión fueron subvencionados por los Estados Unidos. Estos habían realizado anteriormente viajes de observación bajo el programa de observadores de delfines del National Marine Fisheries Service (NMFS) y por consiguiente no necesitaron un curso completo de entrenamiento. Se entrenaron en los métodos de la recolección de datos bajo el programa de la Comisión.

Al planear el número de viajes que debían realizarse durante 1979 para observar delfines, el proyecto de muestreo incluía estratificar el año civil en tres intervalos aproximadamente de igual duración. La asignación de los viajes a los diferentes países se hizo empleando un esquema ideado para minimizar la varianza de la mortalidad total de los delfines; es decir, el número de viajes de muestreo por país fue proporcional al producto del número estimado de viajes de pesca y a la desviación normal de la mortalidad por viaje de los barcos de un país determinado. Los datos que se tenían de la mortalidad fueron usados para determinar la mortalidad por viaje de los barcos con bandera estadounidense; sin embargo, no se tenían los datos de mortalidad de otras naciones participantes, y fue necesario estimarlos empleando suposiciones en las que se relacionaron los índices de mortalidad de los EEUU con los del resto de la flota.

En 1979, la Comisión pudo muestrear 46 de los 78 barcos programados para viajes de observación de los delfines, de los cuales uno seguía aún en el mar cuando se escribió este estudio. El número de viajes realizado por biólogos de los países participantes en cada uno de los tres intervalos fue:

PAISES PARTICIPANTES

	Canadá	Costa Rica	México	Nicaragua	Panamá	EEUU	Total
I intervalo	2	0	1	0	1	6	10
II intervalo	*	1	0	1	2	15	19
III intervalo	*	1	0	*	1	15	17

*Durante este intervalo ningún cerquero con pabellón de estos países se encontraba pescando atunes asociados con delfines en el Océano Pacífico oriental.

La mortalidad total observada durante los 45 viajes terminados en 1979, de los que se tienen datos completos, se presenta enseguida:

Manchado alta mar	Manchados sin identificar	Tornillo oriental	Tornillo panza blanca	Tornillo sin identificar	Delfin común
1,628	40	233	212	13	734

Delfin Steno listado	Delfin negro	Delfin sin identificar	Delfines sin identificar	Mortalidad total	Lances de delfines	Mortalidad/lance	Mortalidad/tonelada
4	37	3	60	2,960	1,023	2.89	0.27

Los cuatro delfines de *Steno bredanensis* murieron accidentalmente en un lance sobre objetos flotantes y no se incluyen en los cálculos de mortalidad o mortalidad por lance.

Una fase fundamental del proyecto fue la de editar los datos preliminares y archivarlos en una forma que fuera fácil utilizarlos. Se ha dedicado una parte considerable del trabajo en escribir programas computarizados para la entrada, acceso y edición de los datos.

Captura total estimada

Los cálculos de la mortalidad de una parte de los cerqueros de la flota internacional, tanto de EEUU como de otros países, han sido procesados diferentemente, ya que los datos de los cerqueros estadounidenses fueron obtenidos por el NMFS de los EEUU y por la Comisión, mientras los datos de los cerqueros con otros pabellones fueron solamente obtenidos por la Comisión.

La Tabla 7 presenta las estimaciones provisionales de la mortalidad de ambas partes de la flota. Los cálculos de la flota de los EEUU se basan en informes semanales provistos por barcos estadounidenses en la mar y recopilados por el NMFS, mientras las estimaciones del resto de la flota se basan en los registros de viajes terminados por los observadores. Estas estimaciones pueden cambiar a medida que se procesan más datos de bitácora de 1979. Además se basan en una muestra de la flota y por consiguiente están sujetas a error estadístico. Debido a las muestras pequeñas, este error es superior en los barcos de otros países; las desviaciones normales son casi iguales a las estimaciones.

Los cálculos de la mortalidad total en 1972, el año en que el NMFS empezó sistemáticamente a obtener datos de mortalidad, se presentan en la Tabla 8. Las estimaciones de 1972-1978 han sido obtenidas por un grupo de trabajo reunido por el NMFS en agosto de 1979 que estudió las condiciones en que se encontraban las poblaciones de delfines. Como solo se obtuvieron datos de la flota de los EEUU en esos años, las estimaciones se derivan de las suposiciones que relacionan la mortalidad de los EEUU a la de toda la flota.

El número de muertes ha fluctuado dependiendo de varios factores, pero en general ha habido una reducción que se asocia a las innovaciones en las técnicas para salvar delfines y a una reducción en la captura de atún aleta amarilla asociado con delfines (Tabla 9).

Estimación referente a la densidad de los delfines

Uno de los aspectos más importantes de la interacción atún-delfín es conocer cuáles son las consecuencias que tienen las decisiones administrativas sobre la densidad tanto del atún aleta amarilla como de las especies de delfines asociados con esta especie. Para observar cualquier efecto, debe estimarse regularmente la densidad con tanta precisión como sea posible. Desde la formación de la CIAT ésto ha sido un objetivo primordial para el atún aleta amarilla. Sin embargo, en lo que se refiere a los delfines, éste es un campo relativamente reciente.

Método de enfilación

La estimación de la densidad de los delfines se obtiene según los datos de observación basados en el método de enfilación. Este método se basa en

la idea de que la probabilidad de descubrir un objeto es una función de la distancia perpendicular desde el objeto a la línea de búsqueda.

Se puede estimar la función de densidad de la probabilidad al ajustar un modelo apropiado a la serie observada de distancias perpendiculares. Esta función se considera en cero, y provee la base para la estimación de la densidad.

Esta técnica se basa en una serie de suposiciones. Una subserie de éstas que son importantes para estimar la densidad de los delfines son: 1) se descubren todos los objetos en la línea de búsqueda; 2) se mide la distancia sin cometer error; 3) los objetos no se mueven en reacción al observador; 4) cada búsqueda es aleatoria o los objetos se encuentran distribuidos aleatoriamente.

Con el fin de facilitar el análisis de los datos, se trabajó bastante el año pasado para perfeccionar un programa de cómputo denominado TRANSECT. Este programa provee un análisis completo de los datos de la enfilación para una variedad de estimadores de la función de densidad. Produce estimaciones de la densidad y de las estadísticas asociadas, como también pruebas de la bondad del ajuste y varias representaciones gráficas de los datos. Se ha empleado TRANSECT para analizar los datos de reconocimientos aéreos y de los barcos de investigación, y los datos de los delfines obtenidos por observadores del NMFS.

Reconocimientos aéreos y de los barcos de investigación

Los reconocimientos aéreos y de los barcos de investigación más recientes del NMFS se realizaron durante la primera parte de 1979. Un científico de la Comisión participó como observador en dos de los vuelos de reconocimientos aéreos para adquirir directamente la experiencia de las técnicas empleadas. Esto suministró conocimiento valioso sobre el efecto que las condiciones del mar y el ángulo del sol puedan tener sobre la posibilidad de descubrir cardúmenes de delfines.

La Comisión participó, además, en un grupo de trabajo del NMFS designado para examinar los análisis de los datos de 1979 de los reconocimientos aéreos y de los barcos de investigación. Estos datos se combinaron para hacer una estimación total de la población de las diferentes especies de delfines del Océano Pacífico oriental.

Programa de los observadores de delfines

Aparte de algún trabajo en 1975, los datos de los observadores de delfines del NMFS no se han analizado hasta ahora, debido principalmente a que la búsqueda no aleatoria de cardúmenes de delfines asociados con aleta amarilla por la flota atunera presenta posibles sesgos (errores sistemáticos) en la estimación. Una evaluación cuidadosa de las propiedades de los datos y el perfeccionamiento de los métodos de análisis ha permitido

la identificación y la posible corrección de algunos de estos factores sesgados, y ha permitido que el análisis de los datos indique los cambios referentes a la densidad de los cardúmenes de delfines manchados y de tornillo.

Para obtener un análisis válido, los datos de los cerqueros atuneros deben llenar los requisitos de las suposiciones antes mencionadas de la enfilación. La búsqueda no aleatoria de los barcos atuneros contraviene una de éstas; sin embargo, puede casi llenar el requisito mediante la estratificación de los datos de tiempo y zona. Otro problema con los datos de los barcos atuneros es el error de dimensión. Las distancias perpendiculares usadas en el análisis son calculadas según la estimación de las distancias observadas y del ángulo de los cerqueros con relación a los cardúmenes de delfines. El error en estas medidas resulta en la equivocación de las distancias perpendiculares calculadas.

Desafortunadamente, los observadores de delfines tienden a redondear los ángulos observados de cero a una cifra mayor, típicamente 10° . Los efectos de este sesgo pueden verse aún más claramente si se estratifican los datos en dos zonas, una en donde la mayoría de la pesca se orienta hacia los atunes asociados con cardúmenes de delfines y la otra en la que se pesca principalmente atunes no asociados con delfines. La Figura 15 presenta estas zonas durante los años de 1974-1978. Estas zonas han sido determinadas al evaluar los datos de bitácora de la CIAT que incluyen información sobre la posición y tipo de lance. Aunque el tipo de pesca no puede determinarse exactamente mediante el análisis del tipo de lance, es evidente que en muchos de los estratos de $5^\circ \times 5^\circ$ una gran parte de la pesca ha sido de un tipo o de otro. No se han incluido los estratos que tenían aproximadamente una cantidad igual de ambos tipos de pesca.

Como ejemplo, la Figura 16 presenta la distribución de los ángulos de observación, distancias observadas y distancias perpendiculares de los datos de los delfines manchados, obtenidos en 1978, para las zonas de "delfines" y zonas de "peces no asociados con delfines." Los ángulos de observación se distribuyen similarmente en ambas zonas, y puede verse que la proporción de los ángulos es pequeña en los histogramas de 0° - 10° que no se estimaron como si fueran de 10° (área sombreada). Las distancias observadas se distribuyen diferentemente. como podía esperarse por las diferencias en las técnicas de búsqueda de las dos modas de pesca. Típicamente, cuando un barco está pescando cardúmenes de peces sin delfines, la tripulación los busca en la superficie a unas pocas millas del barco, pero cuando el barco está pescando atunes asociados con delfines, la tripulación explora el horizonte con binóculos de larga vista buscando señales, especialmente aves, que puedan indicar la presencia de un cardumen de delfines asociado con atunes. Esto resulta en que la observación se realiza a mayores distancias durante la pesca con "delfines" que durante la pesca de solo "cardúmenes" de peces.

La combinación del error redondeado al estimar los ángulos de observación y las diferencias en la distribución de la distancia observada resulta en una distribución diferente de la distancia perpendicular de las dos zonas. El histograma de las "zonas de cardúmenes de peces" representa una función detectora cóncava que decrece monótonamente debajo del límite tal como la producida frecuentemente por los reconocimientos de la enfilación. El histograma de las "zonas de delfines" representa una función detectora convexa con un máximo fuera de la enfilación, que al menos es parcialmente causado por los sesgos en la estimación de los ángulos.

Los movimientos evasivos y sin descubrir de los delfines que se alejan de la enfilación de un barco que se aproxima, hace que los cardúmenes se vean a una mayor distancia de la enfilación de lo que es en realidad y, por consiguiente, pueden también ser la causa de la distribución observada de una distancia perpendicular con un máximo alejado del origen como en las "zonas de delfines" en la Figura 16. Así que es evidente que los delfines manchados y de tornillo reaccionan cuando se aproximan los barcos alejándose de la enfilación, pero no se sabe si esto ocurre antes o después de que se han registrado los datos de las observaciones. Por consiguiente, el efecto del movimiento en la distribución de la distancia perpendicular sigue sin resolver.

La Figura 17 presenta estimaciones de la densidad de los cardúmenes de delfines manchados en los años de 1974, 1975, 1977 y 1978, correspondientes a las zonas de "delfines" y "cardúmenes de peces." Los datos de 1976 no sirvieron debido a errores en las instrucciones dadas a los observadores, lo que resultó en considerables sesgos en la distribución de la distancia perpendicular. En cada una de las zonas, la densidad estimada no ha cambiado significativamente desde 1974 a 1978. Aunque la flota atunera busca activamente cardúmenes de delfines en zonas de "delfines," puede suponerse que la no aleatoriedad es constante entre los años, al menos en algunas zonas especiales. Se ha venido investigando otro método que incluye la estimación de la densidad en zonas lo suficientemente pequeñas por lo que se puede suponer que la búsqueda en ellas sea aleatoria.

La Figura 18 presenta estimaciones de la densidad de los cardúmenes de los delfines tornillo en los mismos años y zonas. De nuevo, no existe una diferencia significativa entre las estimaciones de cada zona.

La densidad de los cardúmenes de ambas especies puede compararse entre las zonas de "delfines" tanto en el ARCAA como fuera de ella. Las zonas de "delfines" y las de "cardúmenes de peces" no pueden compararse debido a las diferencias entre la aleatoriedad de las técnicas de búsqueda.

Una suposición principal del análisis ha sido que aunque puede que no se hayan visto todos los cardúmenes que se encuentran directamente en la enfilación, aquellos que permanecieron sin descubrir formaban una proporción constante. Nos hemos preguntado recientemente si durante

las malas condiciones de tiempo se hayan visto menos cardúmenes que en las épocas de buen tiempo, y se está adelantando en esta investigación. Esta suposición es crítica en cuanto a que los análisis pueden indicar los cambios relativos que ocurren en la densidad de los cardúmenes de delfines manchados y de tornillo. Otras consideraciones importantes son que los datos han sido estratificados cuidadosamente y que se han investigado y minimizado posibles errores. En los próximos años, cuando se obtengan datos más precisos de observación y se tenga más conocimiento acerca de los problemas referentes a los datos, será entonces posible estimar las medidas exactas de la densidad de los cardúmenes.

Simulación computarizada de la búsqueda no aleatoria

Como se declaró anteriormente, con el fin de obtener una estimación insesgada de la densidad según el modelo de la enfilación, la búsqueda tiene que ser aleatoria o los objetivos deben distribuirse aleatoriamente o ambos. Estas condiciones probablemente no se cumplen con los datos obtenidos de las embarcaciones cerqueras ya que los pescadores tratan siempre de obtener el máximo de captura con un mínimo de esfuerzo, concentrándolo en buenas regiones pesqueras (es decir, zonas de gran densidad de delfines). El resultado de este plan de muestreo es una estimación positivamente sesgada. Además, a no ser que se pueda duplicar el esfuerzo con respecto a la pauta de densidad, la estimación de la misma no reflejará necesariamente los cambios relativos a la abundancia de un año a otro.

Se realizó una simulación computarizada en pequeña escala para examinar el sesgo y encontrar posiblemente la solución. Se simuló la distribución y la búsqueda no aleatoria de los pescadores. Se calculó un estimativo de la densidad de los datos sin estratificar y de tres métodos de estratificación: 1) estratificación arbitraria, 2) estratificación basada en la cantidad de esfuerzo y 3) estratificación basada en la densidad estimada.

La simulación fue una prueba inicial del problema, así que es inapropiado llegar a una firme conclusión. Sin embargo, es evidente que todos los métodos de estratificación tuvieron mucho menos sesgo. Se continuará trabajando en este campo para poder solucionar este problema.

Investigación sobre la magnitud del cardumen

Uno de los componentes en la estimación de la población de delfines es la magnitud promedio del cardumen. Existen varias fuentes de datos que pueden usarse para proveer estimaciones sobre la magnitud del cardumen (estimaciones de los observadores y tripulantes de embarcaciones atuneras, de los cruceros de investigación y de reconocimientos aéreos), pero han habido inconsistencias entre las estimaciones provenientes de estas fuentes. No se sabe bien si son debidas a sesgos en las estimaciones realizadas de algunos o todos los puntos de observación, o debido a que las estimaciones se refieren a diferentes zonas o tiempo y reflejan verdaderas diferencias en la magnitud promedio del cardumen.

Con el fin de obtener las respuestas a estas preguntas, los investigadores fletaron el cerquero *Gina Anne* por un período de 40 días en octubre y noviembre. Durante el período de fletación se realizaron lances sobre un total de 24 cardúmenes del delfines. Antes de largar la red y después de embolsarla, la tripulación y el grupo de científicos hicieron estimaciones del número de delfines en cada cardumen. Se empleó tanto el barco como el helicóptero como puntos de observación para estas estimaciones. Durante el retroceso se estacionaron hasta cuatro científicos en las lanchas, en el extremo (ápice) del conducto formado por esta maniobra, para contar los delfines individuales a medida que salían de la red con el fin de obtener un "cálculo real," contra el cual poder comparar las estimaciones. Además, se tomaron fotografías aéreas de los cardúmenes desde el helicóptero cada vez que las condiciones lo permitieron. Se contará el número de delfines en el cardumen según estas fotografías y se comparará este cálculo con las estimaciones de los observadores, de la tripulación y el cálculo realizado durante la maniobra de retroceso.

En general, fueron pequeños los sesgos en las estimaciones, hechos tanto por la tripulación como por el grupo de científicos. Los datos detallados del crucero serán presentados en un informe que se está preparando y que podrá obtenerse en las oficinas de La Jolla (California). Se revelarán las películas de 16 mm y las dispositivas de 35 mm tomadas durante el crucero y se utilizarán como parte de un curso de entrenamiento para los observadores sobre la estimación de la magnitud de los cardúmenes.

Técnica sobre las artes

En agosto se inició una programa de estudios sobre las artes, habiéndose contratado un especialista en artes de cerco y un científico. Se empezaron a preparar grupos de trabajo para los capitanes sobre las artes y métodos para reducir la mortalidad de los delfines. El primero de estos grupos se programa en Ensenada (México) en enero de 1980 para la flota mexicana cerquera y se ha planeado otro que tendrá lugar en Panamá. El personal encargado de las artes empezó también a analizar los datos de los observadores para ver qué problemas se han presentado en las artes y como solucionarlos, y empezaron a recolectar información para estudiar la dinámica de la red de cerco y el uso del paño protector por barcos extranjeros.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL ATUN

El barrilete y el índice de mezcla

Dr. Reuben Lasker del NMFS Southwest Fisheries Center en La Jolla, California, sugirió primero que la sobrevivencia de las larvas de anchovetas en la Corriente de California dependía en que la capa mixta superior estuviera en condición equilibrada durante un lapso suficiente de tiempo.

Se han encontrado concentraciones apropiadas de alimento para la primera alimentación de las larvas en estratos bien definidos. El afloramiento y la mezcla interrumpen la estratificación y dispersan los organismos alimenticios, así que muchas de las larvas de anchoveta no pueden obtener suficiente alimento para sobrevivir. La cantidad de mezcla causada por el viento es aproximadamente proporcional a la velocidad cúbica del viento. Dr. Lasker ha encontrado, según los pocos datos que se tienen, que los vientos débiles y la alimentación apropiada durante las etapas larvales dan como resultado fuertes generaciones, y que los vientos fuertes o la alimentación inapropiada producen generaciones débiles.

Se supuso que ésto mismo ocurre en las zonas de desove del barrilete en la región central del Pacífico. Se obtuvieron desde 1961 los datos sobre la velocidad del viento por zonas de cinco grados entre los 180° y 135° W, del NMFS (Southwest Fisheries Center). La región se dividió en dos sectores (180° - 155° W y 155° W- 135° W) ya que las aguas cálidas que son convenientes para el desove llegan todos los meses más lejos al norte en el sector occidental que en el sector oriental. Se han realizado los cálculos preliminares de la zona entre los 15° N y 15° S en el sector occidental y entre los 10° N y 10° S en el sector oriental. Los valores medios de cada zona de cinco grados se promediaron por mes para todo la región y la velocidad media mensual del viento fue promediada durante el período de 12 meses julio-junio, para obtener un valor medio el cuál se elevó al cubo con el fin de establecer el índice de mezcla (nudos cúbicos).

En la Figura 19a se presentan los gráficos del índice de mezcla y del índice de captura de barriletes de 1+ años (12 a 24 meses de edad) capturados por embarcaciones cerqueras, basándose en el esfuerzo de 22 zonas seleccionadas en las que se pesca barrilete y en las que se ha eliminado algo del esfuerzo orientado al atún aleta amarilla. Cuando se grafica la proporción de captura en una escala logarítmica, ésto equivale a graficar el logaritmo del índice de captura en una escala aritmética. El logaritmo del índice de captura (cantidad de peces por día normalizada a días de la clase 3 de arqueo de los barcos cerqueros) se correlaciona significativamente con el índice de mezcla de una época anterior. Por ejemplo, el logaritmo del índice de captura en 1963 se pone a la par con el índice de mezcla (velocidad media del viento elevada al cubo) en sectores seleccionados de la zona de desove durante el período de julio 1961-junio 1962. Los datos del viento antes de 1961 son insuficientes para obtener índices confiables. El coeficiente momento-producto de la correlación (r) que supone normalidad de distribución es -0.70 , significativo al nivel del 1%; el coeficiente diferencia-categoría de la correlación (r_d) que no supone normalidad es -0.75 , significativo también al nivel del 1%. Las cifras en la figura se refieren al año de captura. La alineación de los puntos es cercana con excepción de 1973, que se desvía bastante. La línea sólida de regresión corresponde al período de 1963-1979, incluyendo 1973; la línea a puntos de

regresión es para el mismo período, excluyendo 1973. Se considera la línea a puntos mejor para estimar las proporciones de captura en años futuros. El índice de mezcla de 1978-79 de 2,210 nudos³ indicaría en 1980 un índice de captura de 800 peces por día como la mejor estimación basada en la línea a puntos, que es algo superior al índice de 760 peces por día en 1976. Los gráficos indican que hubo una serie de períodos de 12 meses con índices de mezcla asociados con los años de pesca de 1970-77 que fueron superiores a los índices de mezcla de 2,100 nudos.³ Los índices de mezcla asociados con los años de 1978 y 1979 se redujeron a menos de 2,000 nudos,³ próximos a los valores de los años sesenta, con excepción de 1967 que se asoció con un índice bajo de mezcla. El índice de mezcla en 1980 se ubica en la conglomeración de puntos de 1970-1977 (Figura 19a). La reducción en el índice de captura de barriletes de 1+ años durante el período de 1970-1977 parece que haya sido causada, en parte, por el aumento de mezcla en las zonas de desove durante el tiempo en que los peces se encontraban en la etapa larval.

Como era de esperarse, hubo una correlación significativa ($r = -0.61$, $P < (0.01)$) entre la media de la temperatura superficial del mar y el índice de mezcla en el mismo período y zona. Sin embargo, no existió una correlación significativa entre el logaritmo del índice de captura y la temperatura de la superficie del mar. Esto es sorprendente si se considera que el porcentaje de la presencia de larvas de barrilete en las redes de plancton se correlaciona altamente con la temperatura de la superficie del mar. El índice de mezcla explica el 49% de la variación en el logaritmo del índice de captura del barrilete en la pesca, mientras que el índice de la oscilación austral (O.A.) explica solamente el 36% de la variación. El índice de la O.A. se empleó originalmente debido a la escasez de datos de temperatura en el hemisferio meridional, pero no es un indicador conveniente de la abundancia del barrilete a causa de que las variaciones en la presión se encuentran tan alejadas geográficamente como también funcionalmente del medio en que viven las larvas de barrilete. Además, parece que la posición del centro de alta presión en la Isla de Pascua ha cambiado en los últimos años, a juzgar por la baja presión inusitada en la Isla de Pascua y Tahití, y se sospecha ahora que el índice de la O.A. es un indicador menos eficiente ahora que en los años anteriores de las condiciones de las zonas de desove.

El índice de captura en cantidad de barriletes de 1+ años es teóricamente la mejor medida que se puede disponer de la fuerza de una generación, lo cual puede comprobarse respecto a la correlación con las condiciones oceánicas o meteorológicas que pueden influir en la supervivencia de las larvas. Si algunas generaciones han sido desovadas antes o después de lo normal, entonces algunos de los peces capturados serán asignados a generaciones erradas ya que la edad se estima según la longitud y por un promedio estimado del índice de crecimiento. Si los índices de crecimiento varían

para las diferentes generaciones, como ha de suceder si fluctúa la disponibilidad del alimento, entonces se asignarán también algunos peces a una generación errónea. Parece que ésto ocurrió en 1971 y 1973 cuando este método para determinar la edad indicó que se habían capturado más peces de 2+ años (>24 meses) que peces de 1+ años. En todos los otros años desde que las medidas del mercado empezaron en 1955, la cantidad de peces de 1+ años ha excedido la cantidad de peces de 2+ años. Es probable que la asignación de la edad en 1971 y 1973 hubiera sido significativamente incorrecta y que muchos de los grandes peces fueron asignados a generaciones anteriores.

A causa de estos problemas en asignar la edad de los peces y a que la industria pesquera tiene más interés en el índice de captura en toneladas de todas las tallas de barrilete que en el vigor de las generaciones, se probaron las medidas de la abundancia aparente, en peso por unidad de esfuerzo, de todas las edades, contra el índice de mezcla. Se calculó la CPUE de las embarcaciones cerqueras, normalizando el esfuerzo a la clase 3 de arqueo, en 22 zonas seleccionadas de 5 grados en las que se había capturado la mayoría del barrilete. Se emplearon los datos de bitácora de las zonas y trimestres que tuvieran un mínimo de 100 días normales de pesca y donde se hubiera capturado un mínimo de 200 toneladas de barrilete. Se trató con ésto de eliminar los estratos de trimestre-zona que tuvieran poco esfuerzo o que fuera orientado principalmente al aleta amarilla. En la Figura 19b se presentan los gráficos de la CPUE y del índice de mezcla. La dispersión es superior a la de la Figura 19a, pero hay mucho menos desviación en 1973; $r = -0.65$, significativa al nivel del 1%, y $r_d = -0.52$ significativa al nivel del 5%.

Con el fin de estimar las capturas totales esperadas de barrilete en el ARCAA y en las zonas experimentales, en las que se pescan la mayoría de los peces, se calculó un índice aproximado de la abundancia usando la capacidad total de la flota como una medida del esfuerzo. La capacidad total anual de todos los barcos que pescan atunes tropicales entre los 150°W y la costa de las Américas fue multiplicada por el porcentaje del esfuerzo total registrado de los cerqueros que pescaron en el ARCAA y en las zonas experimentales en ese año para obtener la capacidad ajustada proporcional al esfuerzo. Se ha capturado muy poco barrilete en el Pacífico oriental fuera del ARCAA y las zonas experimentales, aunque tanto como el 23% del esfuerzo cerquero se ha realizado fuera de estas zonas; en 1979, se ha reducido al 8%. La captura total en el ARCAA y las zonas experimentales se dividió por la capacidad ajustada para obtener la captura por tonelada de capacidad (CPTC).

Durante el período de 1971-1979, existe una gran correlación estadística ($r = 0.99$, $P < 0.001$) entre la CPUE en las 22 zonas seleccionadas y la CPTC en el ARCAA y las zonas experimentales. Aunque se pueden esperar para el barrilete grandes coeficientes de correlación de la CPUE y la CPTC,

viendo que estos coeficientes para el aleta amarilla son aproximadamente de 0.95, un coeficiente tan alto como 0.99 sería probablemente circunstancial. En el período de 1963-1970, la correlación es significativa ($r = 0.91$, $P < 0.01$), pero la CPTC tiende a ser superior con relación a la CPUE a lo que ha sido en 1971-1979 como se presenta en la Figura 19c. El esfuerzo relativamente inferior del indicado para la capacidad de la flota en el período de 1971-1979 explicaría los altos valores de la CPTC. Parece que la utilización de la capacidad de la flota en el Pacífico oriental disminuyó durante los sesenta y se estabilizó después de 1970. Algunos barcos gastaron menos tiempo pescando en el Pacífico oriental, y varios de los cerqueros de gran porte regresaron con cargas incompletas durante el período de 1971-1979. Como evidentemente no se puede comparar la capacidad de la flota como una medida del esfuerzo en los dos períodos, no se justifican las estimaciones de la CPTC derivadas de una regresión con los índices de mezcla de todos los años utilizables (1963-1979). Se obtuvieron en cambio estimaciones anuales de la CPUE en las 22 zonas, derivadas de la regresión con el índice de mezcla, empleando los datos de años anteriores. Por ejemplo, una estimación en 1978 fue calculada usando los datos del barrilete de 1963 a 1977 y los índices de mezcla de 1961-1962 a 1975-1976. Se convirtió el logaritmo de la CPUE estimada al logaritmo de la CPTC usando la regresión del período de 1971-1979. La CPTC fue multiplicada por la capacidad de la flota, corregida según el ARCAA y las zonas experimentales, y se agregó el promedio de captura obtenida fuera del ARCAA y de las zonas experimentales de los tres años anteriores, para obtener una estimación de la captura total del barrilete al este de los 150°W. Por ejemplo, el logaritmo de la CPUE en 1980, calculado según el índice de mezcla es 0.55, que se convierte a un logaritmo de la CPTC de -0.089 , o una CPTC de 0.81 toneladas/tonelada. Al multiplicar ésto por la capacidad al principio de 1980, da como resultado un valor de 139,000 toneladas para el ARCAA y las zonas experimentales. Se capturaron aproximadamente 3,000 toneladas anuales fuera de estas zonas en 1977-1979. Al agregar las 3,000 toneladas esperadas, la estimación de la captura de barrilete en todas las zonas el este de los 150°W en 1980, resulta en 142,000 toneladas.

Las estimaciones de captura de los años anteriores que fueron calculados por el mismo método y las capturas actuales son las siguientes:

Años de pesca usados en la regresión	Año	Captura actual (miles de toneladas)	Captura estimada (miles de toneladas)	Porcentaje de error
1963-1972	1973	48	102	+111
1963-1973	1974	87	103	+ 19
1963-1974	1975	138	79	- 43
1963-1975	1976	141	104	- 26
1963-1976	1977	96	104	+ 9
1963-1977	1978	188	189	+ 1
1963-1978	1979	146	216	+ 48
1963-1979	1980		142	

Solo dos de las siete estimaciones se aproximan a las capturas actuales (1977-1978), mientras tres de ellas se desvían grandemente (1973, 1975 y 1979). No existe una correlación significativa entre los valores estimados y los actuales. Aunque la correlación entre el índice de mezcla y la CPUE es significativa, no es suficiente para pronosticar actualmente las capturas de barrilete.

Corrientes ecuatoriales del océano y migración del barrilete

La Comisión ha investigado durante varios años la relación entre la abundancia aparente del barrilete en la pesca epipelágica del Pacífico oriental, el ambiente oceánico en las zonas de desove del Pacífico central (130°W a 180°) y los cambios en la circulación atmósfera-océano sobre el Pacífico conforme se ha observado por el índice de la Oscilación Austral (O.A.). En otra sección de este informe, se han descrito las investigaciones referentes a la O.A., a las temperaturas de la superficie del mar y a los vientos superficiales en las zonas de desove con relación a la abundancia de barrilete en el ARCAA 18 meses más tarde. Una explicación de la gran sobrevivencia de larvas de barrilete en las zonas de desove se relaciona a las temperaturas superficiales del mar (TSM) superiores a lo normal y a los vientos relativamente leves que proveen una mejor disponibilidad del alimento. Sin embargo, aparte de la sobrevivencia de las larvas y juveniles, otro factor posible que controla la cantidad de reclutamiento de peces jóvenes en el Pacífico oriental puede ser la fuerza de las Contracorrientes Ecuatoriales Norte y Sur (CCEN y CCES) que fluyen hacia el este y la Corriente Ecuatorial Sur (CES) que se mueve hacia el oeste. Todas estas corrientes pasan a través de la zona de desove del Pacífico central. Una hipótesis que se está probando indica que un gran número de barriletes jóvenes penetran la CCEN cerca al ecuador y ya sea pasivamente o activamente se desplazan al este. Durante los 3 o 4 meses del desplazamiento, los peces encuentran alimento en la zona de convergencia que se localiza en la capa superior del océano entre la CCEN y la CES. Se conoce que la CCEN y la CES fluctúan en localidad, especialmente entre las estaciones y de un año a otro reaccionando a los cambios en gran escala de la intensidad de la circulación atmosférica y oceánica. En algunas temporadas la CCEN y la CES fluyen más rápido que lo normal, y se forma una fuerte zona de convergencia este-oeste entre ellas desde los 3° a 6° de latitud norte del ecuador. Durante estos periodos una zona de convergencia bien desarrollada puede agregar suficiente alimento de la zona de afloramiento cerca al ecuador para sostener una gran cantidad de barrilete durante el desplazamiento del Pacífico central a la pesca del Pacífico oriental. Durante otras temporadas, cuando las dos corrientes opuestas son débiles o se encuentran separadas por una mayor distancia norte-sur, la zona de convergencia será débil o se encontrará ausente en algunos lugares. En este caso, el alimento del que pueden disponer los peces puede ser más escaso que lo corriente o concentrado en pequeños grupos separados por grandes distancias a lo

largo de la ruta migratoria. Por consiguiente, puede haber cantidad insuficiente de alimento para sostener un gran desplazamiento de barrilete hacia el este.

Durante el período de ocho años desde 1970 a 1977, los pescadores atuneros registraron mediante sondeos con batitermógrafos descartables (XBT) cientos de perfiles de la temperatura vertical en el Pacífico oriental. Con estos datos ha sido posible levantar secciones verticales de temperatura desde la superficie del océano hasta una profundidad de 500 m a través de la CCEN y la derivación ecuatorial de la CES entre los 120°W y los 140°W. La velocidad media mensual (este-oeste) de la velocidad de las corrientes ha sido calculada según las secciones de temperatura de los meses de verano (hemisferio norte) de 1970, 1971 y 1972, cuando la pesca fue más activa fuera del ARCAA. En el informe anual de la Comisión de 1977, se presentó un examen detallado de las diferencias en localización y fuerza de la CCEN y la CES basado en las secciones de temperatura. Los resultados revelaron en general que desde el verano de 1970 hasta fines de 1971, la CES tuvo mayor velocidad hacia el oeste y se extendió más lejos que lo normal hacia el norte a través del ecuador. La CCEN fue también más fuerte que lo normal durante este período. Por consiguiente, basados en los datos que se tenían, se conoce que hubo una zona de convergencia bien establecida que probablemente permaneció durante 1971, desde los 4°N a 6°N entre las dos corrientes. Esta condición puede haber concentrado más que lo normal una gran cantidad de zooplancton, pequeños peces y calamares en la zona de convergencia. A principios de 1971, la captura de barrilete en el ARCAA fue grande y a fines del año se habían descargado 115,500 toneladas. En contraste, durante 1972, la captura de barrilete fue solo de 36,700 toneladas, la más baja en la historia reciente. Durante el verano de 1972, la CCEN fue más débil y el núcleo máximo de velocidad estuvo notoriamente más cercano al ecuador que en 1970 y 1971. La parte ecuatorial de la CES no se extendió tan lejos en el hemisferio norte como en 1971, y después de mediados de 1972 la CES se debilitó más que lo normal en el Pacífico oriental a medida que se iniciaba el fenómeno del Niño de 1972-73. Consecuentemente, los datos indican que durante la mayor parte de 1972 la zona de convergencia entre las dos corrientes no estuvo bien formada durante un período largo al norte del ecuador. Es posible que la cadena alimenticia a lo largo de la zona de convergencia relativamente débil en 1972, no fue suficiente para sostener un gran reclutamiento de barrilete en la pesca del Pacífico oriental. Una representación esquemática de las corrientes superficiales y subsuperficiales en el Pacífico oriental y la sección contrastante de temperatura de la CCEN y CES de 1971 y 1972, se presenta en el informe anual de 1977.

En los últimos años, varios investigadores han usado mejores datos oceanográficos para demostrar que los cambios en el nivel del mar entre las estaciones de las islas del Pacífico tropical se encuentran directamente

relacionados a los cambios en la fuerza de la corriente oceánica de las latitudes correspondientes. Como estas estaciones en las islas se localizan en las zonas de desove de barrilete, puede que sea posible observar los cambios en la fuerza de la CCEN y la CES basados en los datos del nivel del mar.

Antes de 1970 y desde 1977, los pescadores atuneros no registraron los datos batitermográficos con base regular en el Pacífico oriental tropical. Así que no ha sido posible calcular la fuerza de las corrientes de los datos XBT para los períodos de 1961 a 1970 y 1977 a 1979. Sin embargo, la Comisión ha obtenido datos del nivel del mar para el período de 1961 a 1978, gracias a la cortesía de la Universidad del Hawai y el U.S. National Marine Fisheries Service, Monterey, California. Se está realizando un estudio cooperativo con el NMFS de Monterey, para calcular las diferencias numéricas entre el nivel del mar en estaciones seleccionadas de las islas del Pacífico y costas a lo largo de la América Central y del Sur. Estos datos del nivel del mar se usan en lugar de los cálculos de las corrientes oceánicas en un estudio de la abundancia aparente de barrilete (examinada en otra parte de este informe) para ver si existe una relación estadística significativa. Se espera que los datos del nivel del mar, que se obtienen ahora regularmente, puedan usarse para observar los cambios en la fuerza de las corrientes ecuatoriales y proveer, por consiguiente, otro índice que esté relacionado a las variaciones anuales de la abundancia del barrilete.

Relación entre la captura del aleta amarilla y la distribución de la temperatura vertical

En 1974, el personal de la Comisión empezó un estudio sobre la relación que existe entre las cantidades capturadas de aleta amarilla en cardúmenes no asociados con delfines y la distribución vertical de la temperatura en la capa de mezcla del océano. Este estudio se basó en perfiles verticales de temperatura obtenidos con batitermógrafos empleados en embarcaciones atuneras y de investigación y en los datos del aleta amarilla de los cuadernos de bitácora obtenidos por la Comisión. Los datos indican que en 1973 y 1974, a lo largo de la costa oeste de México y de la América Central, la pesca con cerco era frecuentemente mejor cuando las isotermas de 23°C (73.4°F) y 15°C (59.0°F) se encontraban relativamente cerca de la superficie. En el Pacífico oriental la isoterma de 23°C se localiza comúnmente en el primer tercio de la termoclina en donde las temperaturas se reducen más rápidamente con la profundidad y la isoterma de los 15°C se localiza cerca del fondo de la termoclina. La hipótesis actual que se está probando es que cuando la línea de plomo de una red pequeña (73 m, o menos) de cerco se localiza cerca del fondo de una termoclina aguda, los peces no tratan usualmente de escarpase bajo la red debido a las temperaturas frías y a los niveles bajos de oxígeno.

En 1978, se amplió este estudio para incluir los datos de captura del

aleta amarilla y los perfiles de temperatura de 1971, 1972 y 1975. El análisis estadístico de los datos de esos años apoya la hipótesis anterior. Sin embargo, existían varios factores no ambientales que influyeron en el esfuerzo de pesca e hicieron que la interpretación de los resultados fuera inconclusiva. La Comisión estima continuamente la captura, el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo, y los resultados de este estudio han sido apropiados para definir medios nuevos y útiles para mejorar los análisis y la evaluación de la captura y el esfuerzo. Por lo tanto, en 1979 se analizaron los datos de los perfiles termales de otros cuatro años (1970, 1976, 1977 y 1978) para formar una base de datos de 9 años que será comparada con los datos de la captura y el esfuerzo de períodos correspondientes. El personal de la Comisión ha decidido aplicar otros análisis estadísticos que darán resultados más definitivos con respecto a la vulnerabilidad de las capturas del aleta amarilla no asociado con delfines en términos más específicos de espacio y tiempo. Se han preparado y se han tabulado en gráficos los datos oceanográficos de todos los años. Los datos apropiados de captura se podrán obtener de los registros de captura que se encuentran en el archivo de datos de la Comisión. Estos datos se sumarizan mensualmente por zonas específicas en las que se realizan lances sobre cardúmenes de aleta amarilla no asociados con delfines.

CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1979 Y PERSPECTIVAS PARA 1980

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

ATUN ALETA AMARILLA

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

ciones ambientales especialmente favorables en las que la población es superior a lo normal y años con condiciones ambientales especialmente pobres cuando la población es inferior a lo normal, pero éstas se pueden ignorar temporalmente en este análisis.

Si una o más embarcaciones pesqueras empiezan a pescar sobre la población la captura por unidad de esfuerzo (por ejemplo, la captura por día de búsqueda), que se supone sea proporcional a la magnitud de la población, sería inicialmente bastante alta, ya que la población estaría a su máximo. El aumento de la población seguiría incluyendo el reclutamiento y crecimiento, pero las pérdidas de la población incluirían no solo la mortalidad natural, sino también la mortalidad por pesca. Así que la población se reduciría. Debido a la reducción de la población, los índices de reclutamiento, crecimiento o de la mortalidad natural cambiarían, la ganancia de las dos primeras excediendo las pérdidas de la última. Si las embarcaciones cesaran de pescar, esta ganancia neta sería la causa de que la población aumentara paulatinamente a su magnitud original. A medida que la población se aproxima a esa magnitud, los índices de reclutamiento, crecimiento o de la mortalidad natural se aproximarían gradualmente a los niveles anteriores hasta llegar a ser iguales a antes del comienzo de la pesca. En esta forma se recuperaría el equilibrio de la población a su máxima magnitud. Sin embargo, si las embarcaciones continúan pescando al mismo nivel, la población eventualmente llegaría a equilibrarse con diferentes índices de reclutamiento, crecimiento o mortalidad natural y una magnitud de población inferior a la magnitud original de la misma. La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) seguiría siendo proporcional a la magnitud de la población. Si solo hubiera unas pocas embarcaciones, la magnitud de la población solo se reduciría algo y la CPUE sería relativamente alta, pero si hubiera varios barcos se reduciría considerablemente la población y la CPUE sería muy inferior.

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

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

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

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

Se ha mencionado el esfuerzo, pero hasta ahora no se ha hablado sobre el hecho de que existen varias clases de esfuerzo, es decir, el esfuerzo

de las embarcaciones de carnada, de los cerqueros y palangreros, además del esfuerzo realizado por embarcaciones con diferentes capacidades de acarreo. En la mayoría de los casos no pueden sencillamente combinarse las diferentes clases de datos sobre el esfuerzo. Existen dos opciones. Primero, se pueden considerar solo los datos de una clase de arte, comúnmente la más predominante. Esta se llamará clase normal. La captura total de todas las clases de arte, dividida por la CPUE de la clase normal, suministrará una estimación del esfuerzo total en unidades de la clase normal. Segundo, se puede determinar la eficacia de cada clase de arte con relación a la de la clase normal y puede obtenerse el esfuerzo normalizado de cada clase al ajustar los datos brutos del esfuerzo por el factor apropiado. Luego pueden sumarse los datos brutos del esfuerzo de la clase normal de arte y los datos del esfuerzo normalizado de las otras clases para obtener el esfuerzo total normalizado. El personal de la Comisión ha empleado la primera opción y varias combinaciones de las otras dos opciones. Se calcula el esfuerzo normal y no normal en días de pesca y en días normalizados de pesca, respectivamente, y la correspondiente CPUE es la captura por día de pesca (CPDP) y la captura por día normal de pesca (CPDNP).

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

La pesca antes de mediados de los años sesenta se realizaba solamente en la región del ARCAA cercana a la costa y en la vecindad de unas pocas islas y bancos. Sin embargo, a mediados y fines de los sesenta, la flota pesquera empezó a aumentar en magnitud pescando más lejos fuera de la costa. Las zonas de bajura y de altura, denominadas Zonas A1 y A2, respectivamente, se presentan en la Figura 20. Si el intercambio de peces entre estas dos zonas es instantáneo el PMCP de las dos zonas combinadas será igual solo al de la zona A1, pero si no hay intercambio el PMCP de las dos zonas combinadas sería la suma de los PMCP individuales de las dos

zonas. Los estudios han demostrado que existe relativamente un lento intercambio de peces entre las dos zonas, así que el PMCP de toda el ARCAA es superior al de la zona A1, pero inferior a la suma de los PMCP individuales. Estos estudios se describen más detalladamente en informes anuales anteriores de la Comisión.

Se necesitan datos de varios años que abarquen una amplia distribución del esfuerzo con el fin de establecer los valores del PMCP y del correspondiente esfuerzo y la CPUE. En 1968, después de que fue evidente que la estimación del PMCP calculado para la zona A1 no era aplicable a toda el ARCAA, los delegados autorizaron al personal para que emprendiera un programa experimental de sobrepesca con el fin de poder obtener tan pronto como fuera posible una estimación del PMCP en el ARCAA. Esto fue necesario debido a que el esfuerzo había sido relativamente constante durante los pocos años desde que se había extendido la pesca mar afuera. Cuando se sobrepasen los niveles óptimos del esfuerzo se reducirá la captura o al menos no aumentará. Se podría entonces reducir el esfuerzo para aumentar eventualmente la captura (suponiendo que se había reducido anteriormente) y así sucesivamente, hasta poder obtener una estimación lo suficientemente buena del PMCP. Sin embargo, esto toma demasiado tiempo ya que la población no reacciona instantáneamente a los cambios en el esfuerzo de pesca y también a que las perturbaciones causadas por los factores ambientales dificultan aún más la interpretación de los resultados. Sigue vigente el programa experimental de sobrepesca.

Se examinará ahora la condición actual del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, según ha sido determinada por el análisis de los modelos generales de producción. Existen varios factores que no han sido mencionados en este informe que afectan aparentemente el modelo. Estos han sido examinados en informes anuales de la Comisión, así que no se mencionarán de nuevo. Debido a la naturaleza complicada de la pesca y a los rápidos cambios ocurridos en los últimos años, se han realizado bastantes experimentos en la selección y preparación de los datos y procedimientos matemáticos que se han de emplear en el análisis de los datos de captura, esfuerzo y CPUE. Solo se discuten los dos métodos a los que se les ha dado más importancia en 1979. Se empleó para ambos métodos el modelo logístico, mediante el cual se supone que la relación del equilibrio entre la captura y el esfuerzo es lineal. En la Tabla 10 se enumeran las cuotas y la captura además de los datos de la CPUE del ARCAA y de la zona exterior de la misma desde 1967 a 1979. La CPDNP y la CPDP de los barcos de gran porte se presentan en los dos recuadros de la Figura 21.

En el primer análisis (1 caso) se normalizó el esfuerzo a días de la clase 3 de arqueo de los cerqueros (barcos de 101 a 200 toneladas de capacidad). Se emplearon solo los datos de 1967 hasta 1979, ya que antes de 1967 el esfuerzo de pesca no se encontraba tan esparcido sobre el ARCAA

como más tarde; además, en los primeros años estaban ocurriendo cambios importantes en la eficacia de las embarcaciones cerqueras. Se estima que el PMCP sea 175 mil toneladas y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio es de unos 52 mil días de la clase 3 de arqueo. La curva de la producción equilibrada y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados se presentan en el recuadro superior de la Figura 22. Todos los puntos, con excepción de los de 1967 y 1971, aparecen sobre la línea. (En 1967 y 1971, se obtuvieron grandes capturas de barrilete, lo que desvió el esfuerzo ejercido sobre el aleta amarilla, reduciendo casi con seguridad la captura de esta última especie.) La aparición de la mayoría de los puntos sobre la línea no es inesperada, ya que la línea representa los niveles de captura que se obtendrían en condiciones equilibradas, y durante el período mencionado se estaba aumentando el esfuerzo anual reduciendo, por consiguiente, la población acumulada al capturar cantidades de peces en exceso a la producción neta debida al reclutamiento, más crecimiento, menos mortalidad natural. No se puede esperar que la captura permanezca indefinidamente al nivel actual si el esfuerzo continúa aumentando cada año ya que, si no invierte esta tendencia, eventualmente se reducirá la población hasta el punto en que la captura disminuirá sin importar que tanto esfuerzo se aplique.

En el segundo análisis (2 caso) se empleó la CPDP de la clase 6 de arqueo de los cerqueros (más de 400 toneladas de capacidad) como medida de la CPUE. Esto se hizo primero porque se ha observado que la CPDP de los barcos de gran porte se ha reducido más en los últimos años (1974 y 1975) que la de los cerqueros de pequeño porte. Como los grandes barcos pescan en más zonas del Océano Pacífico oriental y obtienen una porción mayor (más del 85 por ciento) de la captura que los barcos pequeños, existe la posibilidad que el usar solo los datos de la clase 6 de arqueo se produzcan diferentes estimaciones de los parámetros. Además, la CPDP de la clase 6 es más significativa para los representantes de la industria pesquera y los pescadores de hoy día. Se emplearon solo los datos de 1968 a 1979. La curva de la producción equilibrada y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados se presentan en el recuadro inferior de la Figura 22. En este caso se estima de nuevo el PMCP en 175 mil toneladas, y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio es de unos 22 mil días de la clase 6 de arqueo.

En cada uno de estos dos análisis se estima que el PMCP es de unas 175 mil toneladas, lo mismo que se estimó en los años anteriores. En cada caso los puntos de 1976-1979 se sitúan hacia la derecha del punto máximo de la curva, lo que indica con relación a estos análisis que el esfuerzo ha excedido la cantidad necesaria para alcanzar el PMCP. En el Informe Anual de 1978, se indicó que si el esfuerzo se mantiene en los próximos años al nivel de 1976-1978, podría presentarse uno de los dos casos.

Primero, podría reducirse la captura, lo que indicaría que la población del aleta amarilla cambiaría probablemente a consecuencias de la pesca como se pronosticó en el modelo general de producción. Segundo, la captura puede permanecer aproximadamente constante. Si este es el caso, puede indicar ya sea que las estimaciones de los parámetros del modelo son defectuosos o que la población del aleta amarilla no cambia al lado de la curva de la sobrepesca a consecuencia de la pesca de acuerdo al modelo general de producción. Aunque solo se tienen datos de otro año desde que se preparó el Informe Anual de 1978, éstos suministran información útil. El punto de 1979 indica que aunque el esfuerzo aumentó en 1979, la captura no aumentó. Esto indica que el modelo sigue sirviendo razonablemente bien al describir la dinámica de la población. Si el esfuerzo continúa aumentando levemente, pero la captura permanece al nivel aproximado de 1978-1979, esto indicaría entonces, que el lado de la curva de la sobrepesca no desciende tan precipitadamente como lo indica el modelo logístico.

La entrada de los datos en los modelos de la estructura de la edad está formada por las estimaciones del reclutamiento, crecimiento y de la mortalidad natural y por pesca. Los estimativos de los índices de crecimiento y la mortalidad se obtienen mediante el análisis de los datos sobre la composición de talla de los peces en la captura, complementados por los datos de la devolución de marcas y otros datos de varias clases. El personal de la Comisión ha obtenido desde 1954 datos sobre la composición de talla de las capturas del aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental, y ha tenido además acceso a datos análogos obtenidos en 1951-1954 por el California Department of Fish and Game.

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

El aleta amarilla que se recluta en la pesca pertenece aparentemente a dos grupos, el grupo X que entra en la pesca durante el primer semestre del año pero comúnmente no contribuye a ella significativamente hasta el segundo semestre, y el grupo Y que entra durante el segundo semestre pero no contribuye significativamente sino en el primer semestre del año siguiente (aunque recientemente ha cambiado esta pauta). Se ha estimado que los grupos X e Y tienen en promedio aproximadamente la misma magnitud.

En informes anuales anteriores se han presentado los análisis basados en la captura de los peces de los grupos X e Y de diferentes edades. Generalmente estos análisis han indicado que la contribución principal a la captura de ambos grupos de peces, en peso, es durante su segundo, tercero y cuarto año en la pesquería. Durante el primer año contribuyen normalmente a la captura solo en modestas cantidades de peso. Sin embargo, en 1973 y 1974 esta pauta cambió y los peces de un año contribuyeron

fuerte e inusitadamente a la captura. Por consiguiente, se presentó en la captura una reducción en la talla promedio de los peces. Nos preguntamos, naturalmente, si estas capturas relativamente grandes de peces jóvenes se debieron al aumento en el reclutamiento, al aumento en la vulnerabilidad de los peces pequeños como resultado del reclutamiento promedio, a un cambio del esfuerzo a zonas en las que los peces pequeños son más abundantes o a una combinación de estos factores. En el primer caso se podrían esperar grandes capturas en los años siguientes cuando se podría disponer de peces medianos y grandes de un gran reclutamiento, pero en el segundo y tercer caso lo contrario sería verdad debido a la escasez de peces medianos y grandes después de haberse explotado fuertemente los pequeños. El análisis de la talla de los peces en la captura indicó que el reclutamiento en 1973 era aproximadamente promedio, pero que la mortalidad por pesca de los peces recientemente reclutados era inusitadamente alta. El reclutamiento en 1974, por otra parte, parece haber sido superior a lo normal a juzgar por la contribución importante realizada por estos peces a medida que crecieron. Ambos grupos X e Y de 1975 y 1976 (y posiblemente 1977) proporcionaron una captura inferior al promedio como peces de 2, 3 y 4 años de edad. Esto indica que pueden haber sido generaciones inferiores al promedio, lo que explicaría las pobres capturas de aleta amarilla asociado con delfines en la pesca de altura. En 1978, y aparentemente también en 1979, se han obtenido capturas superiores al promedio de peces pequeños. En 1979, los peces reclutados en 1978 han contribuido bien a la pesca como peces de 2 años, lo que indica un reclutamiento superior al promedio. En general, según estos datos parece que la pesca depende cada vez más en los últimos años en peces de 1 año de edad.

El análisis de la estructura de la edad que se emplea más comúnmente es el modelo del rendimiento por recluta. Si una generación sin explotar de juveniles o de peces jóvenes adultos se encuentra en una zona, su peso total aumenta a medida que los peces crecen rápidamente, mientras que las pérdidas debidas a la mortalidad natural son moderadas. Más tarde, sin embargo, cuando los peces envejecen, el índice de crecimiento es más lento, mientras la mortalidad natural continúa siendo moderada. Así que las pérdidas con relación al peso total debidas a la mortalidad natural, en esa época, son superiores a las ganancias debidas al crecimiento y hay una pérdida neta con relación al peso total. Eventualmente, la generación desaparece. La manera ideal de obtener al rendimiento máximo en peso de una generación de peces sería la de pescar cada pez justamente antes de que muriera debido a causas naturales. Claro está que esto es imposible. La mejor opción, después de esto, sería capturar todos los peces que no han muerto antes de alcanzar la edad o talla ("edad crítica" o "talla crítica") en la que la pérdida con relación al peso total debido a la mortalidad natural, compense exactamente la ganancia proveniente del crecimiento. Esto es posible en algunos animales, como son las ostras o almejas que están expuestas a la marea baja y por lo tanto pueden capturarse fácil-

ment allí. Cuando el administrador de un banco de ostras o almejas lo vigila a intervalos frecuentes y saca los ejemplares que han alcanzado la talla crítica, esta labor causa una cantidad ilimitada de mortalidad por pesca de los animales que han alcanzado esa talla. Es evidente que esta opción no es práctica con respecto a la mayoría de las especies de peces.

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

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

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

No se ha mencionado, hasta ahora, que se debe permitir por lo menos

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

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

El objetivo administrativo que se ha de alcanzar de acuerdo al análisis del modelo del rendimiento por recluta es obtener el rendimiento máximo por recluta. En la Figura 23 se presenta la relación estimada entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta. Varias combinaciones del esfuerzo de pesca y de la talla de entrada producen varios rendimientos por recluta, los que se indican mediante líneas curvas. El recuadro superior se basa en los índices de la mortalidad por pesca a edad específica, estimados según los datos frecuencia-talla, obtenidos durante el periodo de 1968-1972, y un índice de mortalidad natural instantánea de 0.8; el recuadro del medio está basado en los índices de la mortalidad por pesca a edad específica, estimados según los datos frecuencia-talla de 1973-1978, y el mismo índice de mortalidad natural instantánea; el recuadro inferior es igual al superior, excepto que se substituye el índice de mortalidad natural instantánea por 0.6. Se cree que la estimación más probable sea de 0.8, pero se incluye la de 0.6 para determinar qué tanto más alta debe ser la edad de entrada si el índice de mortalidad natural es más bajo. Los valores en la escala horizontal son múltiplos del esfuerzo de pesca durante los años de que se trata, es decir, 0.5, 1.0 y 2.0 en el recuadro superior representan los valores del esfuerzo, la mitad de, igual a y el doble de los valores actuales del esfuerzo de 1968 a 1972. El peso aproxi-

mado de las capturas de cada grupo de edad correspondiente a un multiplicador de 1.0 se presenta en el extremo superior izquierdo de cada recuadro. En todos los tres recuadros, el rendimiento por recluta aumenta hasta 1.0 con el incremento de los multiplicadores del esfuerzo, sin miras a la talla de entrada. Con multiplicadores de más de 1.0 el rendimiento por recluta permanece casi igual con tallas menores de entrada, pero continúa aumentando con tallas mayores de entrada. Con excepción de los niveles del esfuerzo que son aproximadamente inferiores a la mitad del esfuerzo actual correspondiente, el rendimiento por recluta aumenta con el incremento de la talla de entrada. En el recuadro superior, por ejemplo, la talla óptima de entrada es de unas 15 libras con un multiplicador de 1.0 y de unas 30 libras con un multiplicador de 2.0. Los rendimientos por recluta, correspondientes son 5.3 y 6.7 libras, respectivamente. En el recuadro superior, con una cantidad infinita de aumento en el esfuerzo, la talla óptima de entrada sería de 62 libras, la talla crítica y el rendimiento por recluta sería 7.6 libras.

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

Además de los estudios del modelo del rendimiento por recluta, el personal de la Comisión ha realizado durante el año pasado un análisis detallado de las generaciones. Una generación está formada por todos los peces reclutados en la pesca al mismo tiempo, como la generación (grupo) X70 que entró primero a la pesca en pequeñas cantidades durante el primer semestre de 1970 y contribuyó a ella significativamente por primera vez durante el segundo semestre de ese año, y la generación Y70 que entró por primera vez en la pesca en pequeñas cantidades durante el segundo semestre de 1969 y contribuyó a ella significativamente por primera vez en el primer semestre de 1970. El análisis de las generaciones consiste en el cálculo de las cantidades y peso de los peces de uno o más grupos en el momento del reclutamiento y luego a varios intervalos, y en las cantidades

y peso de los peces que son capturados y que mueren durante cada intervalo, más la interpretación del significado de los resultados. La información necesaria para tales análisis incluye la cantidad y peso de los peces de cada generación en la captura, una estimación del índice de la mortalidad natural (o las estimaciones de una serie de índices si la mortalidad natural no es constante para los peces de diferentes edades), y una estimación del índice de la mortalidad por pesca, al menos de un intervalo de captura. Todos estos cálculos se obtienen de los análisis de los datos de las estadísticas de captura y de la frecuencia-talla que incluyen, como primera etapa, la asignación a grupos o generaciones de los peces en la captura. Los resultados de estos análisis no son tan exactos como se desearía porque aunque los peces de los diferentes grupos pueden distinguirse fácilmente uno de otro cuando son jóvenes, es cada vez más difícil a medida que crecen, así que los peces más viejos se asignan probablemente a generaciones erradas. Por lo tanto, no solo las estimaciones de las capturas de los peces de cada generación son menos exactas de lo que se desearía, pero las estimaciones de los índices de mortalidad son en cierta forma crudas. Se emplea específicamente una estimación de 0.8 para el índice anual de la mortalidad natural instantánea (equivalente al 55 por ciento), pero se sospecha que este índice varía con la edad, siendo superior para los peces más jóvenes e inferior para los más viejos. Además, la vulnerabilidad de los peces a la captura varía de acuerdo a la edad, zona, temporada, tiempo y otras circunstancias, y ésto presenta "variación," y posiblemente también error (sesgo), en los cálculos.

Se han analizado las generaciones (grupos X e Y) de las temporadas de 1965 a 1979. Se estimaron diferentes índices "iniciales" de la mortalidad por pesca en los trimestres en que se explotaron por última vez diferentes grupos, basados en las fluctuaciones del esfuerzo de una temporada a otra. Además, con fines de comparación se hicieron los cálculos de todos los grupos con índices "iniciales" más altos y bajos que aquellos considerados como los mejores estimativos. Los resultados indicaron que estos índices "iniciales" pueden influir en las conclusiones generales, especialmente con referencia a las condiciones actuales de la población.

Los resultados, al emplear las "mejores" estimaciones de la mortalidad procedentes de los diferentes índices de pesca en el trimestre "inicial," se presentan en la Tabla 11. Cuando se emplea esta tabla es evidente el promedio estimado, en cantidades de peces, de cualquier grupo o generación de la población. Por ejemplo, para el grupo X68, el promedio fue de 23,519,000 peces de 1 año durante el primer trimestre de ese año, y la población de ese grupo tuvo durante el segundo, tercero y cuarto trimestre de ese año un promedio de 19.3, 15.6 y 12.4 millones de peces, respectivamente (línea de 1968, 1 columna). En 1969, el promedio de la población de peces de 2 años de ese grupo del primero al cuarto trimestre fue 9.9, 7.5, 5.9 y 4.8 millones de peces, respectivamente (línea de 1969, II columna)

y así sucesivamente. El promedio de la cantidad de peces de 1, 2, 3, y 4 años de edad de los cuatro grupos X (1968, 1967, 1966 y 1965) fue durante el primer trimestre de 1968 de 23.5 millones, 8.3 millones, 3.6 millones y 0.1 millones, respectivamente (línea de 1968). Esta situación es la misma para los grupos Y que para los grupos X, excepto que existe una columna 0 para los peces más jóvenes, ninguno de los que se supone sea capturado antes del tercer trimestre del año. En la Tabla 11 se presenta también una columna V+, que incluye los peces de más edad que no pueden asignarse a ninguno de los grupos, y se obtuvo indirectamente la magnitud de la población de los datos de captura y las estimaciones de mortalidad de los peces más jóvenes. Se supone que la mitad de éstos pertenece a los grupos X y la mitad a los grupos Y.

El número de reclutas de cada grupo (es decir, la cantidad promedio en los trimestres iniciales) se enumera en la Tabla 12. Los promedios anuales de los grupos X e Y son casi iguales, 24 millones para el grupo Y y 22 millones para el grupo X. La variabilidad entre los años es superior para el grupo Y (3.6) que para el grupo X (2.2), y la de los datos combinados (2.5) es intermedia.

Se estimó que el peso promedio de los peces en cada trimestre era:

Trimestre	Peso promedio	Trimestre	Peso promedio	Trimestre	Peso promedio
1	4.0	7	27.0	13	98.0
2	5.6	8	36.1	14	111.1
3	8.0	9	45.0	15	122.0
4	10.2	10	55.1	16	130.0
5	13.5	11	67.0	17	134.0
6	18.9	12	83.0	18	136.0
				19+	157.0

Los valores se multiplicaron por los valores correspondientes de la Tabla 11 para calcular el promedio estimado anual de la biomasa (peso total promediado durante cuatro trimestres) de cada grupo. Estos datos se presentan en la Figura 24. Es fácil ver la fuerza relativa de los varios grupos según esta figura. Por ejemplo, los grupos X74 e Y74 (líneas diagonales) fueron ambos relativamente potentes, porque aunque hubo una gran captura de peces pequeños en 1974, su biomasa permaneció alta en los años siguientes. El grupo Y73, por otra parte, fue solamente promedio, ya que después de haberse pescado fuertemente en 1973, su biomasa fue baja. El grupo X66 fue consistente, pero los peces no fueron fuertemente explotados cuando eran jóvenes, así que la biomasa de ese grupo fue alta durante varios años después de 1966. En general, la biomasa de los peces más viejos ha sido inferior a mediados y fines de los años setenta que en los años anteriores.

En la Figura 25 se presenta el promedio trimestral y el promedio anual de las estimaciones de la biomasa de 1968 a 1979 de todos los peces, omitien-

do su edad, y de todos los peces del grupo Y que han estado en la pesca más de seis trimestres desde el reclutamiento, más todos los peces del grupo X que han estado en la pesca más de ocho trimestres desde el reclutamiento. Los datos de 1965-1967 no se presentan ya que durante ese periodo la pesca en el ARCAA seguía desarrollándose y las estimaciones de la biomasa de los grupos durante esos años tienen un sesgo descendente. En 1968-1971, el promedio de la biomasa total fue aproximadamente 350 mil toneladas. Esta estaba formada por una gran proporción de peces más viejos procedentes del reclutamiento de peces de 1966 y 1967 (que fue superior al promedio), habiendo sido poco explotados como peces jóvenes. El reclutamiento inferior al promedio, junto con el aumento en los índices de explotación durante 1969-1972, dió como resultado una reducción en la biomasa durante 1972 y 1973 tanto de peces jóvenes como viejos. La poca biomasa de peces más viejos persistió durante 1974, mientras la abundancia de peces más pequeños empezó a aumentar en ese año como resultado de una generación extremadamente grande de 1974. Se puede considerar esa generación como productora de la mayoría del aumento en la biomasa de grandes peces a fines de 1975, todo 1976 y principios de 1977. La captura más grande de aleta amarilla en la historia de la pesca se logró en 1976. El pobre reclutamiento durante 1976 y 1977, junto con la fuerte explotación de los peces jóvenes desde 1973, dió como resultado una reducción en la biomasa tanto de peces jóvenes como viejos, alcanzando los niveles más bajos observados en la pesquería. Aunque el reclutamiento de 1978 fue grande, excediéndolo solamente el de 1974, se capturaron tantos peces de 1 y 2 años de edad que no se espera que contribuyan grandemente a la pesca en 1980 y 1981. Las estimaciones preliminares del reclutamiento de 1979 parecen ser algo inferiores al promedio.

Las capturas cerqueras de peces de los grupos X e Y, y de ambos grupos combinados, durante los 6 primeros meses de 1968-1979 se presentan en las Figuras 26 y 27. En la Figura 26 cada recuadro incluye las capturas de peces de diferentes grupos en el mismo año, siendo que en cada recuadro de la Figura 27 se incluyen las capturas de peces del mismo grupo en diferentes años.

Es evidente al comparar estas cuatro figuras, las estimaciones anuales de la biomasa de los grupos X e Y (Figura 24), las estimaciones trimestrales de la biomasa total y la biomasa de los grandes peces (Figura 25) y las capturas cerqueras durante los 6 primeros meses de cada año por edad y grupo (Figuras 26 y 27), que las grandes capturas de los peces pequeños en los últimos años han alterado la composición de edad de la población y la captura. Cada vez sobreviven menos individuos hasta alcanzar grandes tallas y el análisis examinado anteriormente del rendimiento por recluta ha indicado que ésto reduce probablemente la captura total. El análisis de los grupos corrobora ésto y provee datos para cuantificar las diferencias. Se ha estimado la contribución total que cada grupo

X e Y ha aportado a la pesca durante su ciclo de vida en la misma. Las sumas de las capturas estimadas de los dos grupos que entran cada año fluctúan de 121 mil toneladas en 1972 a un máximo de 268 mil toneladas correspondiente al grupo de 1974. Si no se hubiera explotado tanto la generación de 1974 durante su primer año en la pesca hubiera contribuido aún más. La división de estas capturas por las estimaciones anuales correspondientes del reclutamiento indica que el rendimiento por recluta antes de 1973 era de unas 8 libras, mientras que para el período de 1973 en adelante ha sido de unas 7 libras. (Estas estimaciones del rendimiento por recluta son algo más altas que las indicadas en el examen del modelo del rendimiento por recluta debido a diferencias en los métodos de cálculo. En el modelo del rendimiento por recluta, se supuso que el reclutamiento ocurría a los 90 cm, mientras que la talla promedio de los peces es algo superior en el primer trimestre en el análisis de los grupos.) Con un reclutamiento promedio de 45 millones de peces y una composición de talla en la captura similar a la del período de 1968-1972, el rendimiento total anual sería de unas 175 mil toneladas. Con el mismo promedio de reclutamiento, pero con una composición de talla similar a la de los años más recientes de pesca, el rendimiento total anual sería de unas 155 mil toneladas.

Los análisis de los modelos generales de producción han producido continuamente estimaciones del PMCP de unas 175 mil toneladas americanas durante los últimos años. Las capturas de estos últimos años han excedido esta cantidad. Durante 1967-1972, la captura en el ARCAA tuvo un promedio de unas 120 mil toneladas y se logró con unos 23 mil días normales de esfuerzo. Durante 1973-1976, el esfuerzo aumentó en unos 20 mil días y la captura se incrementó en unas 70 mil toneladas, obteniéndose en promedio unas 190 mil toneladas. En 1966-1979, el esfuerzo aumentó en unos 20 mil días más, pero la captura permaneció igual.

No parece según los análisis que se acaban de presentar que el aumento en el esfuerzo sobre el aleta amarilla resultará en un aumento de la captura, ya que el incremento reciente del esfuerzo de casi el 50% no ha resultado en un aumento en la captura. Esta puede permanecer constante a medida que se incrementa el esfuerzo o puede reducirse, depende de la configuración del lado derecho de la curva. Los datos resultantes al mantener el esfuerzo aproximadamente a los niveles actuales pueden ayudar y proveer una respuesta; sin embargo, el hecho de que la captura se ha reducido desde 1976 y que la CPDNP, que se emplea como un índice de la abundancia, se está también reduciendo (y bastante fuertemente) ayudan a respaldar la suposición de que el lado derecho de la curva no está completamente plano. En la Figura 21 se presentan cinco índices de la abundancia de 1970 a 1979. El recuadro superior, con la CPDNP de barcos de la clase 3 de arqueo (101-200 toneladas de capacidad), indica aproximadamente una reducción del 57%. El recuadro siguiente, la CPDP de barcos de la

clase 6 de arqueo (más de 400 toneladas de capacidad), indica una reducción similar de cerca del 59%. Los dos recuadros siguientes presentan los índices de abundancia basados en los estimativos del tiempo de búsqueda. Uno de éstos, basado en las capturas y en el tiempo de búsqueda de los cardúmenes no asociados con delfines, muestra una reducción de cerca del 75%; el otro basado en los mismos datos de los cardúmenes con delfines, indica una declinación aproximadamente del 50%. El último recuadro, los índices de la biomasa de los análisis de los grupos, indica una declinación de cerca del 47%. La captura durante este período de 10 años aumentó primero casi en un 25%, pero ha ido declinando desde 1976.

Si estos índices indican verdaderamente con exactitud las tendencias de la abundancia, la población del aleta amarilla está al nivel más bajo que se conoce. Por consiguiente, parece que se debe tener cuidado en aumentar la captura más allá del mejor estimativo actual del PMCP. Si el lado derecho de la curva es plano, la captura debe equilibrarse a unas 175 mil toneladas, ya sea que se mantenga el esfuerzo constante o se aumente. En este caso, puede que la mejor acción administrativa sea la de continuar el programa experimental a los niveles de 175 mil a 210 mil toneladas. Si por otra parte, el lado derecho de la curva desciende, entonces la captura continuará reduciéndose. En este caso, si se han de mantener las capturas al PMCP, el esfuerzo debe limitarse a unos 10-15 mil días o se debe mantener la captura a unas 155 mil toneladas.

En el Informe Anual de 1978, se expresó preocupación sobre el cambio en la composición de talla en la captura. Se indicó que el reclutamiento del aleta amarilla era bastante variable, pero no tanto como en muchas de las especies de peces de larga vida que viven en aguas templadas. Se indicó que esta variabilidad en el reclutamiento, junto con un cambio en la mortalidad por pesca aplicada a los grupos de edad más jóvenes, resultaría probablemente en menos capturas de aleta amarilla en los años de un reclutamiento inferior al promedio. Estas conclusiones se basaron en los datos de captura de los grupos durante los primeros seis meses del año. Para examinar aún más esta situación y para analizar las conclusiones presentadas el año pasado, se ha terminado y explicado anteriormente un análisis más completo en el que se utilizaron todos los datos de la estructura de la edad desde 1965 hasta 1979 (preliminares). El análisis corroboró la variabilidad en el reclutamiento y demostró que la pesca depende cada vez más en los grupos de peces de pequeña talla. A medida que esto sucede el rendimiento potencial de la población se reduce debido a la merma en el rendimiento por recluta. Junto con ésto se presenta una reducción en la biomasa de la población. Si estos análisis están correctos, aunque la generación de 1978 fue grande no debe esperarse que aumente demasiado o nada la población de los grandes peces en 1980, y por consiguiente, la producción sería inferior a lo que sería si la talla promedio de los peces aumentara. Al considerar que el reclutamiento de 1979 parece ser pro-

medio o algo inferior al promedio, pero que la mortalidad por pesca referente a estos reclutas continúa siendo alta, las capturas se reducirán probablemente en 1980 si el esfuerzo se mantiene constante.

Si se ha de aumentar el número de grandes peces en la población, la pesca debe reducir su dependencia en peces de 1 año de edad. Como se indicó en el Informe Anual de 1978, los beneficios al proteger los peces jóvenes serían substanciales, pero sería difícil lograr ésto.

Existen varios métodos para reducir la dependencia sobre los peces pequeños. Uno sería fijar un límite mínimo de talla. Otro podría ser vedar la pesca irrestricta en algunas zonas durante ciertas temporadas, si predominan los peces pequeños. Otra manera sería cambiar la fecha de apertura de la temporada, para limitar la pesca durante un período en el que los peces pequeños son más abundantes en la captura. Los análisis de los datos de la composición de talla indican que en general hay una mayor incidencia de peces pequeños mezclados con los grandes y de barrilete mezclado con aleta amarilla pequeño. Esto haría muy difícil el problema de proteger el aleta amarilla pequeño ya que los barcos, al tratar de capturar grandes atunes aleta amarilla o barrilete, podrían capturar grandes cantidades de peces pequeños. Si estos peces pequeños no pueden descargarse, se arrojarían muertos de nuevo al mar y se reduciría el rendimiento por recluta en lugar de aumentarlo. Si, por otro parte, los pescadores pudieran evitar los peces pequeños habría un aumento en el rendimiento por recluta.

No parece como se pensó anteriormente que el cambio en la fecha de apertura de la temporada sería beneficioso. Cuando se aplicó la mayor parte del esfuerzo durante el primer semestre del año, se obtuvieron pocas capturas del grupo Y de peces que entraron por primera vez en la pesca durante el segundo semestre del año cuando pesaban aproximadamente de 3 a 6 libras. Se creyó que ésto se debió en su mayoría a la falta de disponibilidad de peces de ese grupo. Sin embargo, durante los últimos años, ha habido una fuerte pesca durante el segundo semestre del año, y las capturas del grupo Y entrante de peces han aumentado substancialmente. Por consiguiente, el beneficio que se podría obtener al cambiar la temporada para proteger los peces más jóvenes puede que no sea tan grande como se pensó originalmente. Los investigadores no pueden recomendar actualmente ninguna de las medidas anteriores, ya que no se puede pronosticar el efecto que pueda tener tal reglamentación en la captura actual (ni en los descargues) de peces pequeños.

Otro método para proteger los peces pequeños sería limitar la magnitud total de captura de todos los aleta amarilla incluso los pequeños. Esto podría realizarse al reducir el esfuerzo total de pesca en 1980. Esto resultaría en que sobrevivirían más peces de 1 año; en esta forma serían disponibles a mayores edades en los años siguientes. Esto haría también

que la estructura de la edad fuera similar a la de los años sesenta y comienzos de los setenta. Dicha reducción en el esfuerzo y la captura estaría de acuerdo con las conclusiones descritas por el análisis del modelo general de producción.

Si el esfuerzo total de pesca ha de ajustarse a un nivel que eventualmente sostenga el PMCP, el análisis del modelo general de producción indica que se debe reducir probablemente la cuota de 1980 a 155 mil toneladas. Esto se basa en la suposición de que la relación se describe mejor mediante una parábola (es decir, el lado derecho de la curva desciende a cero). Si por otra parte, la curva es plana en el lado derecho, se esperaría una captura de unas 175 mil toneladas en 1980 si el esfuerzo continúa al nivel actual. Como no tenemos seguridad sobre qué forma ha de tener el lado derecho de la curva, y como deseamos proteger los peces pequeños y restaurar la composición de talla de la población a como estaba antes de 1973, el personal recomienda que se fije la cuota de aleta amarilla en 1980 en 165 mil toneladas americanas. Este nivel de captura es también aproximadamente el punto medio entre la captura estimada de un reclutamiento promedio anual de 45 millones de peces cuando el rendimiento por recluta es de 7 libras y cuando es de 8 libras.

Como existe la posibilidad de que los análisis de la condición de la población y las estimaciones del PMCP estén algo errados, se debe mantener flexibilidad al seleccionar la cuota. Si durante la primera parte de 1980, los grandes peces son relativamente abundantes en la captura y ésta y la CPDP aumentan, debe incrementarse la cuota.

La pesca ha maniobrado en la zona fuera del ARCAA (Figura 20, Zona A3) desde 1968 (Tabla 10). Existe relativamente poca pesca allí durante el primer semestre del año, principalmente porque las condiciones meteorológicas allí son muy malas. Cuando el tiempo mejora en mayo-junio, o poco tiempo después, el ARCAA se encuentra cerrada a la pesca libre y varios de los barcos de gran porte de la flota internacional se desplazan a la zona fuera del ARCAA. Los experimentos de marcado han indicado que es poca la proporción de mezcla entre esta zona y la del ARCAA, así que hasta ahora, el aleta amarilla que vive en la zona fuera del ARCAA se considera separadamente del que habita el ARCAA.

En 1969, la CPDP de los cerqueros de la clase 6 de arqueo fue superior a 20 toneladas, pero desde ese entonces la CPDP ha sido notablemente constante, entre 9 y 13 toneladas (Figura 28, recuadro superior). En 1969, 1970 y 1971, el esfuerzo fue inferior a 2.6 mil días y las capturas menos de 30 mil toneladas (Figura 28, recuadro inferior). Durante el período de 1972-1976, el esfuerzo y las capturas fueron casi constantes, el primero entre 3.5 y 4.1 mil días y la última entre 41 y 51 mil toneladas. En 1977, 1978 y 1979, debido aparentemente a la reducción del esfuerzo, el promedio de captura fue solamente de unas 16 mil toneladas, pero la CPDP fue casi

igual a la de 1970-1976. Es evidente en el recuadro inferior de la Figura 28 que la captura en la zona fuera del ARCAA ha permanecido proporcional al esfuerzo. Si la forma logística del modelo general de producción expresa adecuadamente la relación entre la captura y el esfuerzo de la zona fuera del ARCAA, como se examinó anteriormente para la zona del ARCAA, parece entonces que la pesca esté maniobrando fuera de esta zona al lado de la subpesca de la curva. Así que actualmente no parece que exista una razón biológica para establecer límites en la captura o en la intensidad de pesca fuera del ARCAA.

Si los peces que habitan fuera del ARCAA forman parte de la población que aparece en el ARCAA, se esperaría en los últimos años una reducción en la biomasa y en el promedio de talla de los peces fuera del ARCAA. Según los datos de la CPDP no es evidente que exista tal reducción en la biomasa fuera del ARCAA. Por otra parte, el promedio de talla de los peces capturados fuera del ARCAA se ha reducido de unas 80 libras en 1972-1975 a unas 60 libras en 1977-1979 (Figura 29). Puede que esto se deba al aumento en la mortalidad por pesca, pero puede que sea también debido a los cambios en los métodos de pesca, es decir, más pesca de cardúmenes asociados con objetos flotantes y menos de cardúmenes asociados con delfines. Como 60 libras es casi la talla óptima en términos del modelo del rendimiento por recluta, como se examinó en la sección sobre el análisis de la estructura de la edad, no hay necesidad de limitar la captura fuera del ARCAA a no ser que se pueda demostrar que la captura de peces en esa zona reduce el reclutamiento en el ARCAA.

En todo caso, la pesca en la zona fuera del ARCAA debe supervisarse muy de cerca para analizar estas varias posibilidades. Se está trabajando ahora en el análisis de los grupos de edades al incorporar el ARCAA y la zona fuera de la misma.

BARRILETE

Las capturas mundiales de barrilete exceden las de cualquier otra especie de atún, y este también es el caso en el Océano Pacífico. La captura de barrilete (listado) en el Océano Pacífico occidental excede la del Océano Pacífico oriental. El promedio anual de captura estimado en el Océano Pacífico occidental durante 1965-1972 fue de 243 mil toneladas. En 1973-1976, un período en el que las maniobras de la pesca con carnada, especialmente de las embarcaciones japonesas, se extendió considerablemente, el promedio de captura anual estimado fue de 440 mil toneladas. Los valores correspondientes del Océano Pacífico oriental (al este de los 150°W) son 89 y 106 mil toneladas, respectivamente. En el Océano Pacífico occidental el barrilete es capturado en su mayoría por embarcaciones de carnada, pero en el Océano Pacífico oriental cerca del 80 al 95 por ciento de la captura es obtenida por embarcaciones con cerco. Solo pequeñas cantidades de barrilete son capturadas por palangreros.

No se conoce muy bien la estructura de la población del barrilete en el Océano Pacífico. Los estudios de la bioquímica de su sangre indican que existen por lo menos dos subpoblaciones de barrilete en el Océano Pacífico, la subpoblación del Pacífico occidental y la subpoblación o subpoblaciones de la región central y oriental del Pacífico. La subpoblación del Pacífico occidental resulta del desove en el mar de las Filipinas y en menor grado del desove cerca a las Islas Riukiu y Bonin. Aparecen peces de talla capturable en los alrededores del Japón, las Islas Riukiu, Taiwan, las Islas Bonin, las Islas Marianas, las Islas Carolinas occidentales, las Islas Filipinas, Papua Nueva Guinea, Australia y Nueva Zelanda. Los límites entre la distribución de esta subpoblación y las subpoblaciones de la región central y oriental del Pacífico en el hemisferio septentrional parecen localizarse al oeste de la región entre el Japón y las Islas Bonin y Marianas, y al este en los 165°E . El límite parece cambiar hacia el este en la primavera y hacia el occidente en el otoño. Se ha observado a la altura de la parte nordeste del Japón que los peces de la región central y oriental del Pacífico reemplazan en unos pocos días, en septiembre, a los peces del Pacífico occidental, y se ha observado lo contrario al este de las Islas Izu a fines de mayo y principios de junio. Sin embargo, algunos estudios más recientes indican la presencia de peces de la subpoblación del Pacífico occidental cerca a las Islas del Hawai. Parece que en la región ecuatorial el límite se presenta cerca a los 165°E entre la parte oriental de las Islas Carolinas y las Islas Marshall y Gilbert y no parece cambiar demasiado estacionalmente. Se tienen muy pocos datos del hemisferio meridional, pero se cree que el límite se presenta en el Mar de Tasmania durante todo el año. No existen datos para determinar hasta que punto penetra la subpoblación del Pacífico occidental en el Océano Índico, si es que esto sucede.

Se obtienen capturas substanciales de barrilete de las subpoblaciones de la región central y oriental en la parte nordeste del Océano Pacífico cerca a Baja California, las Islas Revillagigedo y la Isla Clipperton, y en la parte sudeste del Océano Pacífico cerca a la América Central, al norte de Sudamérica, la Isla Cocos, el Banco de Brito y las Islas Galápagos. La zona de aguas muy cálidas a la altura del sur de México que separa las dos regiones se haya comúnmente desprovista de barrilete, pero en algunos años, como en 1956, hubo una distribución constante de barrilete norte-sur. En años normales el mercado ha indicado que existe muy poca mezcla entre los peces de las dos zonas. La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental se realiza más cerca al litoral que la del aleta amarilla. En el Océano Pacífico central se encuentra menos pesca de barrilete cerca a las islas hawaianas y la Polinesia francesa (las Islas Marquesas, Tuamotu y Sociedad). Más lejos hacia el oeste, en la región de mezcla de las subpoblaciones descrita anteriormente, existen mayores pescas de barrilete.

La captura de barrilete en el Océano Pacífico oriental varía considerablemente de un año a otro (Figura 30). Las capturas de las zonas

nordestes y sudestes se encuentran moderadamente bien correlacionadas las unas con las otras, pero en algunos años, por ejemplo en 1970, la captura fue superior al promedio en una zona e inferior en la otra.

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

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

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

Los modelos generales de producción han sido descritos antes en la sección del aleta amarilla. Se indicó que el modelo no se puede aplicar a no ser que los peces de los que se trata pertenezcan a una población diferente, es decir, debe existir relativamente poco intercambio entre los peces que habitan la zona considerada, en este caso el Océano Pacífico oriental, y los peces que habitan fuera de esta zona. Suponiendo que se

puedan aplicar dichos modelos, si se ha de descubrir ese hecho, las perturbaciones causadas por las fluctuaciones en las condiciones ambientales no deben ser tan grandes como para ocultar los cambios en la abundancia aparente causados por las fluctuaciones del esfuerzo de pesca, y se deben tener datos de captura, esfuerzo y de la CPUE en una amplia escala de niveles del esfuerzo de pesca, incluyendo preferiblemente niveles correspondientes al lado de la sobrepesca de la curva.

No se satisface la primera condición, ya que 26 barriletes marcados en el Océano Pacífico oriental han sido recapturados en el Pacífico central y occidental. La pesca de barrilete en el Océano Pacífico oriental se realiza relativamente cerca a la costa y la mayoría del barrilete capturado en esta zona procede aparentemente de los desoves ocurridos en el Pacífico central o central-occidental, y estos desoves pueden surtir también las regiones de alta mar del Océano Pacífico oriental, central y partes del Océano Pacífico occidental. Así que, al menos que haya grupos aislados de desove en el Pacífico central, es posible que la cantidad capturada en el Océano Pacífico oriental se determine, más bien, por las proporciones de peces nacidos en el Océano Pacífico central o en el Pacífico central-occidental que se desplazan al Pacífico oriental (especialmente cerca a la costa) que por la abundancia de los peces de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central. Esto indica que el mejor método sería estudiar todas las subpoblaciones del Pacífico oriental y central. Como se indicó anteriormente, las subpoblaciones del Pacífico oriental y central se extienden probablemente desde la costa de las Américas hasta el Océano Pacífico occidental, y en esta última región se pueden distinguir de los peces de la subpoblación del Pacífico occidental solo mediante los estudios bioquímicos de la sangre. Por consiguiente, habrá que realizar muestreos en la zona de mezcla durante todas las épocas del año para determinar las porciones de peces de las diferentes subpoblaciones de esa región. Se estudiarán luego las estadísticas de captura y otros datos referentes a las subpoblaciones del Pacífico oriental y central como una unidad o varias unidades, depende de si existen una o varias subpoblaciones.

Durante varios años se han realizado estudios, en modesta escala, para determinar las consecuencias que tienen las condiciones ambientales sobre la abundancia, disponibilidad y vulnerabilidad para capturar barrilete en el Océano Pacífico oriental. Uno de estos estudios se ha compendiado en una sección anterior de este informe y otros se han descrito en informes anuales anteriores de la Comisión. Los resultados no han sido del todo satisfactorios, pero puede que se logre resolver algunos de los problemas si la Comisión puede estudiar todas las subpoblaciones del Pacífico central y oriental en lugar de solo parte de éstas que habitan el Océano Pacífico oriental durante una etapa de su vida. Se tienen datos útiles de captura, del esfuerzo y de la CPUE de algunos sectores de la región de distribución de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central, pero no de otras. Además,

como se dijo anteriormente, existe el problema de separar las capturas de la subpoblación del Pacífico occidental de aquellas de las subpoblaciones del Pacífico oriental y central.

A pesar de todos estos problemas, se ha tratado de comparar el esfuerzo y la CPUE del barrilete en el Océano Pacífico oriental. El esfuerzo de pesca ha aumentado en los últimos años debido al incremento en la capacidad de la flota. Sin embargo, esto aparentemente no ha agotado el recurso ya que durante los últimos años se han logrado algunas de las capturas totales más grandes. La relación entre la CPUE de los cerqueros y el esfuerzo en el ARCAA, normalizado a unidades de la clase 3 de arqueo (embarcaciones de 101 a 200 toneladas de capacidad), se presenta en las Figuras 31 y 32. La primera figura incluye todas las zonas de 5 grados del ARCAA, mientras que la última incluye solamente las zonas seleccionadas de 5 grados en donde se han capturado cantidades importantes de barrilete. En ninguno de estos casos parece existir una relación significativa. Sin embargo, existe la posibilidad de que tal relación se encuentre oculta por la naturaleza de la pesca. Por ejemplo, en diferentes años la disponibilidad del barrilete puede diferir, pero la cantidad de esfuerzo dirigido hacia esa especie puede ser proporcional a sus disponibilidad, lo que resulta cada año en CPUE iguales. Puede que este sea el caso si en los años de alta disponibilidad se encontrara el barrilete en más zonas que en los años de poca disponibilidad, pero la densidad de los peces en las zonas fue igual durante todos los años. Los datos, actualmente, no ofrecen ninguna evidencia de que este fenómeno pueda ocultar la relación entre la abundancia del barrilete y el esfuerzo de pesca, pero se seguirá examinando esta cuestión como parte de los extensos estudios de la Comisión sobre el esfuerzo de pesca y la CPUE como índice de la abundancia.

La clase de datos que se utilizan en los modelos de la estructura de la edad y la teoría sobre la que se basan estos modelos, se discuten anteriormente en la sección del aleta amarilla. La composición de talla obtenida según las muestras de barrilete en el ARCAA desde 1967 hasta 1979 se presenta en la Figura 33. Las diferencias entre los años son aparentes. La incidencia de peces de más de 55 cm (unas 7.8 libras) fue superior en 1971-1973 e inferior en 1978 y 1979. En 1978, se comentó frecuentemente sobre la alta incidencia de barriletes pequeños. Sin embargo, puede verse según la figura que la situación podría describirse mejor como escasez de grandes peces con relación a peces medianos en vez de una superabundancia de peces pequeños con relación a los medianos.

El estudio del rendimiento por recluta referente al modelado de la estructura de la edad ha sido examinado antes para el aleta amarilla. La situación del barrilete es algo diferente, ya que la pérdida natural del aleta amarilla consiste solo en la mortalidad natural, mientras que para el barrilete consiste tanto en la mortalidad natural como en el desplazamiento al

Pacífico occidental y central. Se calcula que el índice anual combinado de la mortalidad natural y el desplazamiento del barrilete según los datos frecuencia-talla y del marcado es aproximadamente 90 por ciento anualmente, en comparación al 55 por ciento debido a la mortalidad natural del aleta amarilla.

El índice de crecimiento del barrilete ha sido también estimado según los estudios de los datos frecuencia-talla y por las devoluciones de marcas. Es mucho más difícil seguir la progresión modal de los grupos del barrilete que del aleta amarilla ya que la longitud modal del primero varía erráticamente de un mes a otro. El reclutamiento del Pacífico central y el desplazamiento en dirección opuesta es evidentemente la mayor causa de esto, pero parece además que la vulnerabilidad de los grupos de peces de diferentes tallas varía considerablemente de un mes a otro en el Océano Pacífico oriental. Los datos del marcado son también útiles a este respecto, pero la mayoría de las recapturas son de peces que han estado en libertad solo durante un corto tiempo y, por lo tanto, son de valor limitado. Las pocas recapturas a largo plazo que se han recibido han sido casi todas de peces recapturados en el Océano Pacífico central, y la razón por la que hay tan pocas se debe a que la intensidad de pesca es baja en esa zona. Así que las estimaciones que se tienen sobre el crecimiento del barrilete no son tan buenas como las del aleta amarilla ni como se desearían.

En la Figura 34 se presenta la relación estimada entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta. Se han integrado los cálculos del personal de la Comisión sobre el crecimiento del barrilete, la mortalidad natural, más el desplazamiento y la mortalidad por pesca, para obtener los cálculos que forman la base de esa figura. El recuadro superior está basado en la estimación de los índices de la mortalidad por pesca a edad específica según los datos frecuencia-talla obtenidos desde 1967 a 1969, el recuadro del medio en los índices estimados de los datos obtenidos desde 1971 a 1973, y el recuadro inferior en los índices estimados de los datos obtenidos desde 1975 a 1977. Los valores en la escala horizontal son los múltiplos del esfuerzo de pesca durante los años mencionados, es decir, 0.5, 1.0 y 2.0 en el recuadro superior representan los valores del esfuerzo, la mitad de, igual a y los valores actuales duplicados del esfuerzo de 1967-1969. Varias combinaciones del esfuerzo de pesca y de la talla de entrada producen varios rendimientos por recluta que se indican mediante líneas curvas. Por ejemplo, si la talla de entrada se fija a 40 cm (unas 2.7 libras) el rendimiento por recluta con un multiplicador de 1 es entre 1.00 y 1.10 libras en el primer recuadro y entre 0.75 y 1.00 en el segundo y tercer recuadro. En general, los rendimientos por recluta son más altos con una talla de entrada de 35 cm (cerca de 1.7 libras) y un esfuerzo de pesca considerablemente más alto de lo que ha sido el caso, hasta ahora, en el Océano Pacífico oriental. Esto se debe a que las pérdidas en el peso total de una generación de peces debidas a la mortalidad natural

y al desplazamiento sobrepasan las ganancias debidas al crecimiento, aún cuando los peces midan solo 35 cm de longitud y suponiendo que crezcan rápidamente.

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

Como se indicó anteriormente, se debe orientar la administración hacia todos los segmentos de una población individual, en lugar de solo una parte de la población, una mezcla de varias poblaciones o una mezcla de segmentos de varias poblaciones. Por consiguiente, es muy importante definir las poblaciones o subpoblaciones del barrilete en el Océano Pacífico, lo cuál no se ha hecho todavía satisfactoriamente. La Comisión del Atún ha incrementado recientemente el marcado de barrilete en el Océano Pacífico oriental y ha iniciado experimentos de marcado en la Polinesia francesa. Varias otras organizaciones, especialmente la Comisión del Pacífico Sur, ha marcado en los últimos años grandes cantidades de barrilete en el Océano Pacífico occidental. Además se están recolectando allí muestras sanguíneas para identificar las subpoblaciones. Asimismo, otros organismos, especialmente La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, está esforzándose en obtener mejores datos de captura y esfuerzo referentes al barrilete del Pacífico occidental. Cuando estos estudios se encuentren más avanzados, será posible determinar mejor en el Océano Pacífico la condición de las subpoblaciones de barrilete con relación a la pesca.

ATUN ALETA AZUL

Es evidente según los estudios del aleta azul que aparecieron antes en este informe que se necesitan muchos más datos sobre varias fases del ciclo vital del aleta azul norteño. Debe determinarse si existe o no más de una subpoblación de esta especie en el Océano Pacífico. Se debe preparar la historia de cada generación. Hipotéticamente esto incluiría, para cada generación, la estimación de las cantidades reclutadas de peces en la pesca epipelágica del Pacífico occidental, la cantidad capturada allí cada año, la cantidad que se desplaza cada año al Pacífico oriental, la cantidad capturada allí en la pesca epipelágica cada año, la cantidad que se desplaza del Pacífico oriental cada año y la cantidad capturada cada año por la pesca palangrera. Esta información podría estimarse mediante el análisis de datos apropiados sobre las estadísticas de captura, frecuencia de talla y el marcado. Durante

varios años se han recolectado datos adecuados de las estadísticas de captura de la pesca epipelágica del Océano Pacífico oriental. Sin embargo, los de la pesca epipelágica del Pacífico occidental no son tan adecuados ya que se combinan varias especies en las estadísticas de captura de esa región. La Comisión del Atún y el Far Seas Fisheries Research Laboratory del Japón están actualmente trabajando en un esquema para obtener mejores datos estadísticos de captura de la pesca epipelágica del Pacífico occidental. Se han recolectado cada año desde 1952 datos de la frecuencia de talla de la pesca epipelágica del Pacífico oriental, y se tienen por lo menos algunos datos de la frecuencia del peso y de la talla de esta pesca y de la pesca palangrera en el Pacífico occidental. Se tienen los datos de la frecuencia de la edad de la pesca epipelágica del Pacífico oriental desde 1963 hasta 1969, y la Comisión del Atún empezó a obtener muestras de las escamas en 1979 para determinar la edad. No existe tal programa para la pesca epipelágica del Pacífico occidental o la pesca palangrera. Como se mencionó anteriormente, la Comisión del Atún marcó aleta azul norteño capturado por la pesca epipelágica del Pacífico oriental durante el verano de 1979. Además, la Comisión del Atún, en colaboración con el Far Seas Fisheries Research Laboratory y la Kochi Prefectural Fisheries Experimental Station del Japón, está planeando marcar pequeños atunes aleta azul norteños capturados por la pesca con curricán al sur del Japón durante el invierno de 1979-1980 y el verano de 1980.

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

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

SCIENTIFIC — CIENTIFICO**Senior Scientists — Científicos Principales**

Robin L. Allen, Ph.D. (British Columbia) <i>Population Dynamics</i>	<i>—Dinámica de poblaciones</i>
William H. Bayliff, Ph.D. (Washington) <i>Biology</i>	<i>—Biología</i>
John R. Calaprice, Ph.D. (California) <i>Biology</i>	<i>—Biología</i>
Joseph W. Greenough, M.S. (Washington) <i>Fisheries management</i>	<i>—Administración pesquera</i>
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto) <i>Biology</i>	<i>—Biología</i>
Forrest R. Miller, M.A. (California) <i>Meteorology</i>	<i>—Meteorología</i>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State) <i>Biology: statistics</i>	<i>—Biología: estadísticas</i>
Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt) <i>Biology: population dynamics</i>	<i>—Biología: dinámica de poblaciones</i>
Alexander Wild, M.S. (British Columbia) <i>Biology</i>	<i>—Biología</i>

Associate Scientists — Científicos asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington) <i>Biology: statistics</i>	<i>—Biología: estadísticas</i>
Jon S. Cole, B.S. (Washington) <i>Biology</i>	<i>—Biología</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching) <i>Biology: statistics</i>	<i>—Biología: estadísticas</i>

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

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

- Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)
Biology —*Biología*
- Mark D. Goldsmith, M.A. (California)
Mathematics —*Matemáticas*
- Philip S. Hammond, B.A. D.Phil. (York, England)
Biology —*Biología*
(From March 1 Desde el 1 de marzo)
- Jeffrey L. Laake, M.S. (Utah State)
Population dynamics —*Dinámica de poblaciones*
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Biology —*Biología*
- Richard G. Punsley, M.S. (Washington)
Population dynamics —*Dinámica de poblaciones*
- Michael D. Scott, M.A. (California)
Biology —*Biología*
(From 1 October Desde el 1 de octubre)

Assistant Scientists — Científicos auxiliares

- David A. Bratten, B.S. (San Diego State)
Biology —*Biología*
- Edward H. Everett, B.S. (San Jose State)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
- Terry J. Foreman, B.S. (San Diego State)
Biology —*Biología*
- Arturo F. Muhlia J., B.S. (Univ. Autónoma, México)
Biology: computer programmer —*Biología: programador computadora*
- Lesly J. Rodriguez, B.S. (Univ. Autónoma, Nicaragua)
Biology —*Biología*
(From 1 September Desde el 1 de septiembre)
- Vernon P. Scholey, B.S. (Washington)
Biology —*Biología*
(From 19 November Desde el 19 de noviembre)
- Oliver Seth, B.S. (Lewis and Clark)
Biology: statistics —*Biología: estadísticas*
- Peter C. Wussow, B.S. (Humboldt State)
Biology —*Biología*

TECHNICAL — TECNICO

- Javier Barandiarán, B.A.C. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
- Julio Carranza
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(Peru)
- Nannette Y. Clark
Statistical technician —Técnica en estadísticas
- Jere W. Earlston
Statistical technician —Técnico en estadísticas
- Rafael A. Gaudier, B.B.A. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(Puerto Rico)
- Juan A. Gracia, M.A. (Inter-Amer. Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(Puerto Rico)
- Rafael Guillen
Fishing gear technologist —Técnico en artes pesqueras
(From 15 August) Desde el 15 de agosto
- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(Ensenada, Mexico)
- C. Anibal Orbes A.
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(Ecuador)
- Sueichi Oshita
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio
(San Pedro, California)
- Raymond C. Rainey
Waterfront contact: laboratory technician
—Representante en el muelle: técnico de laboratorio

Rayleen D. Sandquist
Computer technician —*Técnica de computadores*
 (From 1 May) Desde el 1 de mayo)

Vaughn M. Silva
Waterfront contact: laboratory technician
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*

Robert W. Wagner
Laboratory technician —*Técnico de laboratorio*

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

Magdalena Barandiarán
Bilingual secretary —*Secretaria bilingüe*

Georgia K. Cason
Switchboard operator —*Telefonista*

Lucy Dupart
Bilingual secretary —*Secretaria bilingüe*

Regina A. Newman
Bilingual secretary to the Director —*Secretaria bilingüe del Director*

Angel L. Sion
Bookkeeper and administrative assistant
 —*Contador y asistente administrativo*

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

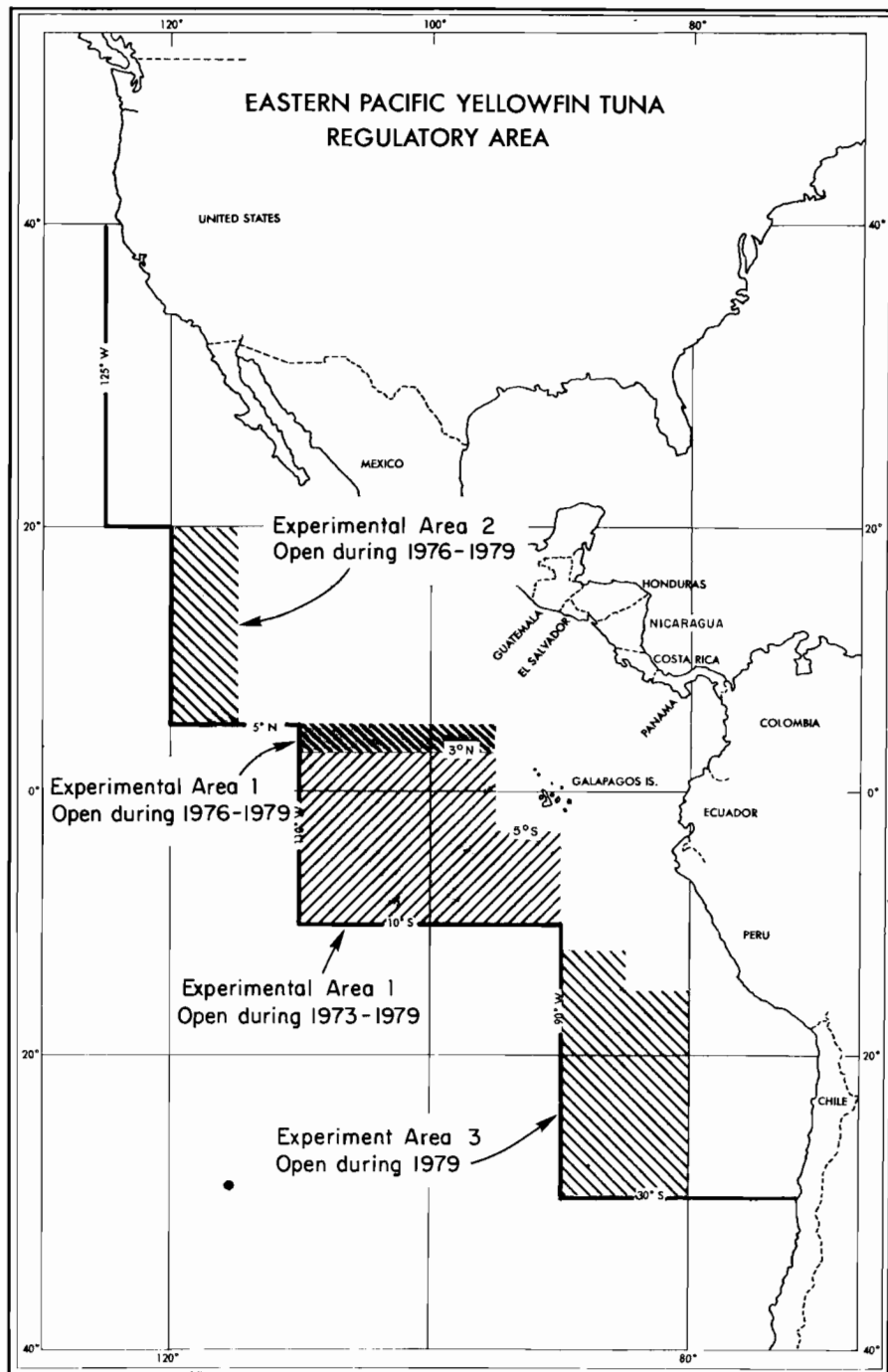


FIGURE 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

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

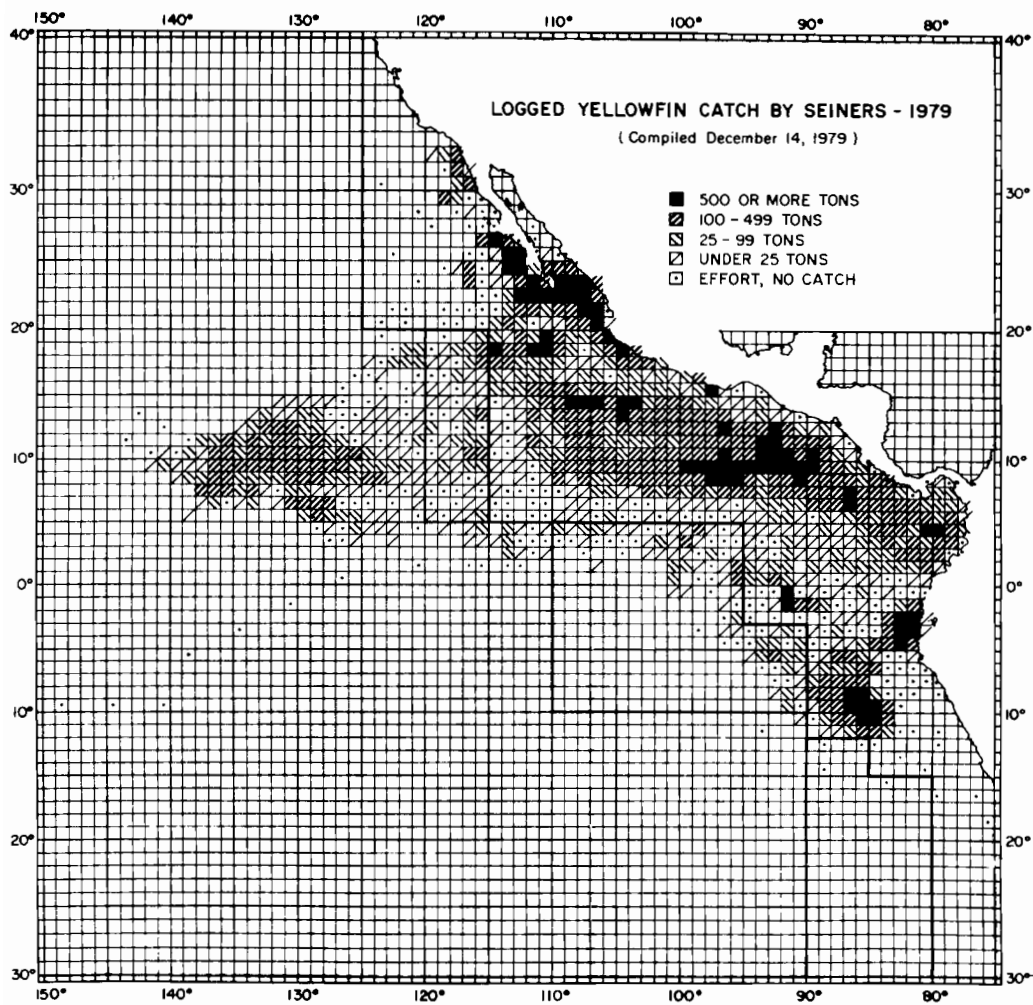


FIGURE 2. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1979 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.

FIGURA 2. Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1979, por zonas de 1 grado correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.

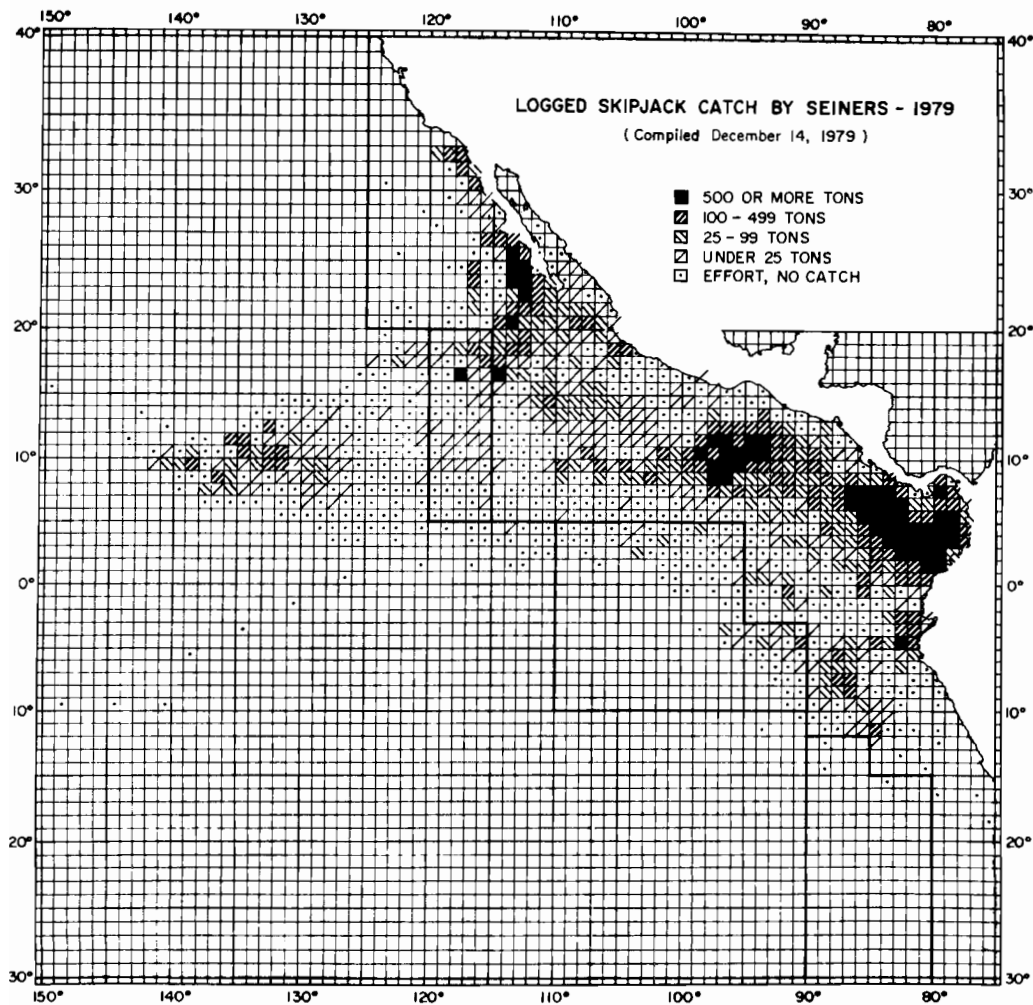


FIGURE 3. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1979 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.

FIGURA 3. Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1979, por zonas de 1 grado, correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.

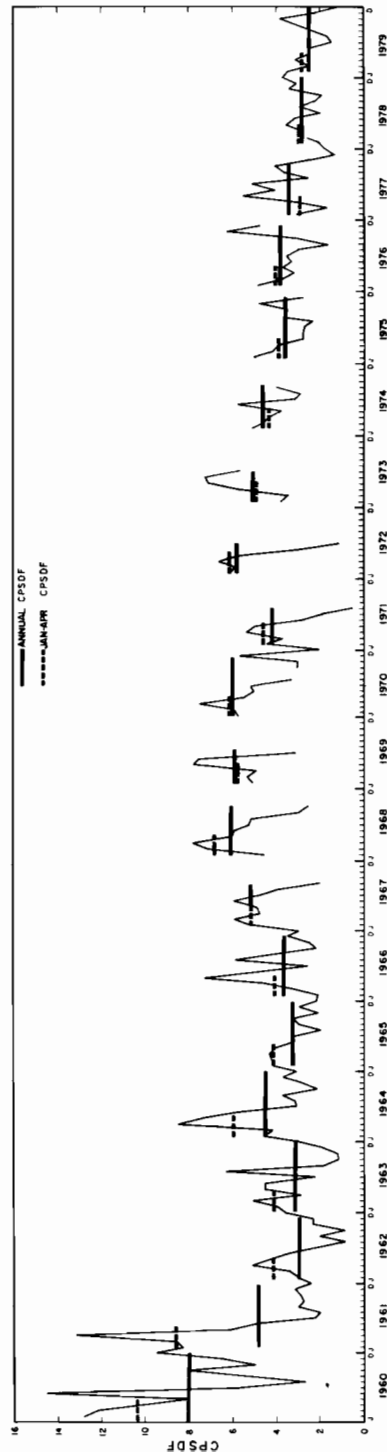


FIGURE 4. Catch per standard day's fishing for yellowfin in Class-3 purse-seine units in the CYRA during 1960-1979. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1979 are preliminary.

FIGURA 4. Captura por día normal de pesca de aleta amarilla en el ARCAA durante 1960-1979, por unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros. Solo se usaron los datos de viajes sin reglamentar. Los valores de 1979 son preliminares.

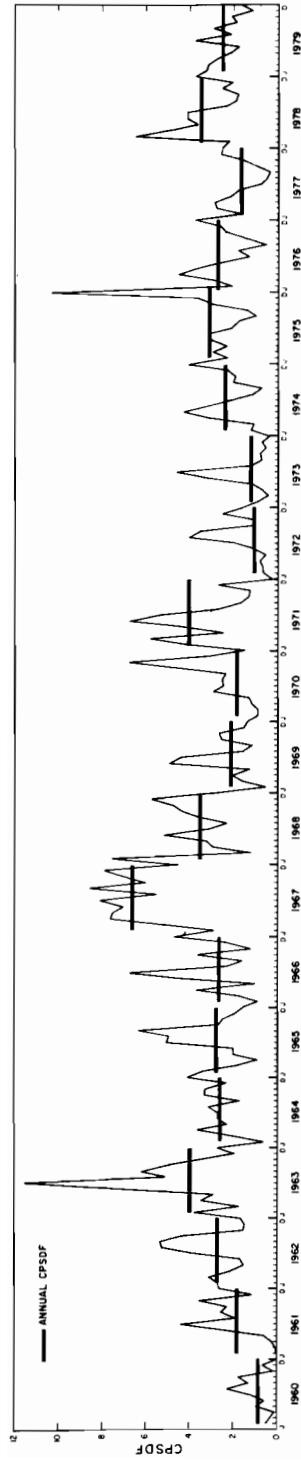


FIGURE 5. Catch per standard day's fishing for skipjack, in Class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1979. The values for 1979 are preliminary.

FIGURA 5. Captura por día normal de pesca de barrilete en el ARCAA durante 1960-1979, por unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros. Los valores de 1979 son preliminares.

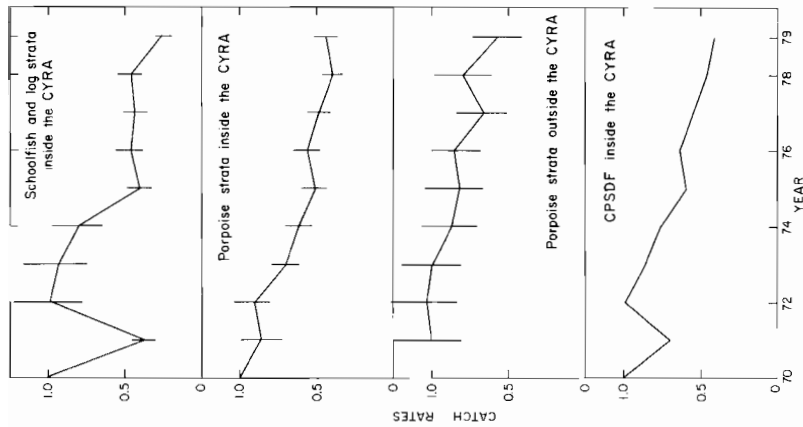


FIGURE 6. Standardized catch rates from the linear model (top three panels) and the catch per standard day's fishing relative to 1979. (Vertical bars are the approximate 95% confidence intervals.)

FIGURA 6. Indices normalizados de captura según el modelo lineal (los tres recuadros superiores) y la captura por día normal de pesca referente a 1979. (Las líneas verticales son aproximadamente los intervalos de confianza del 95%.)

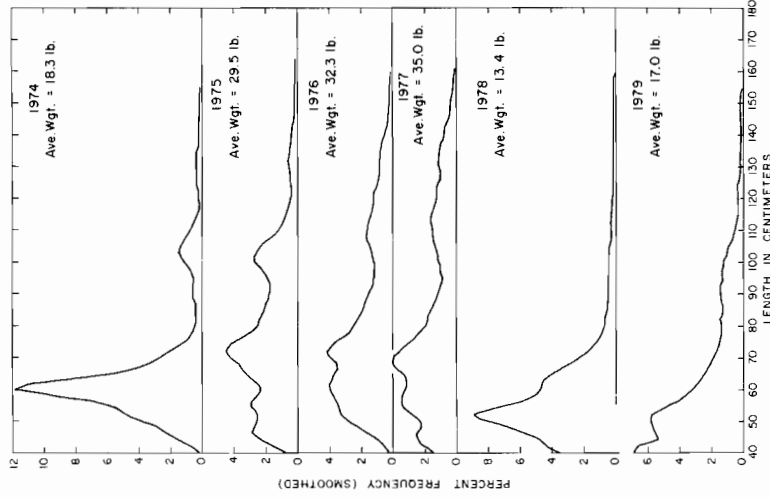


FIGURE 7. Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA, 1974-1979.

FIGURA 7. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA, 1974-1979.

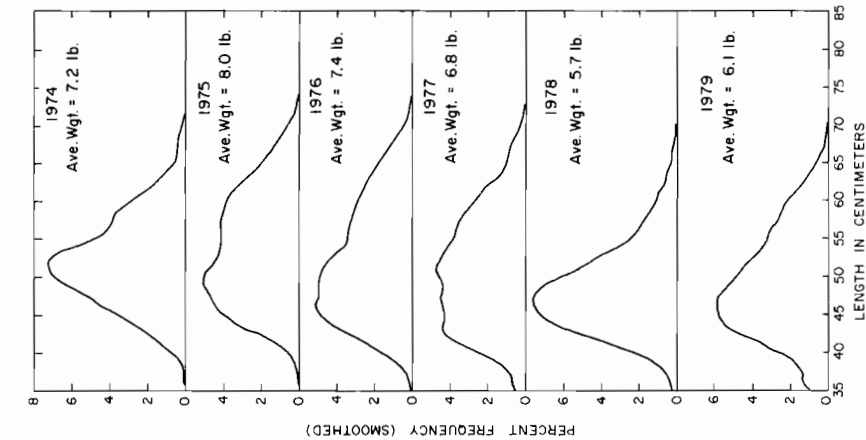


FIGURE 9. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1974-1979.

FIGURA 9. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, 1974-1979.

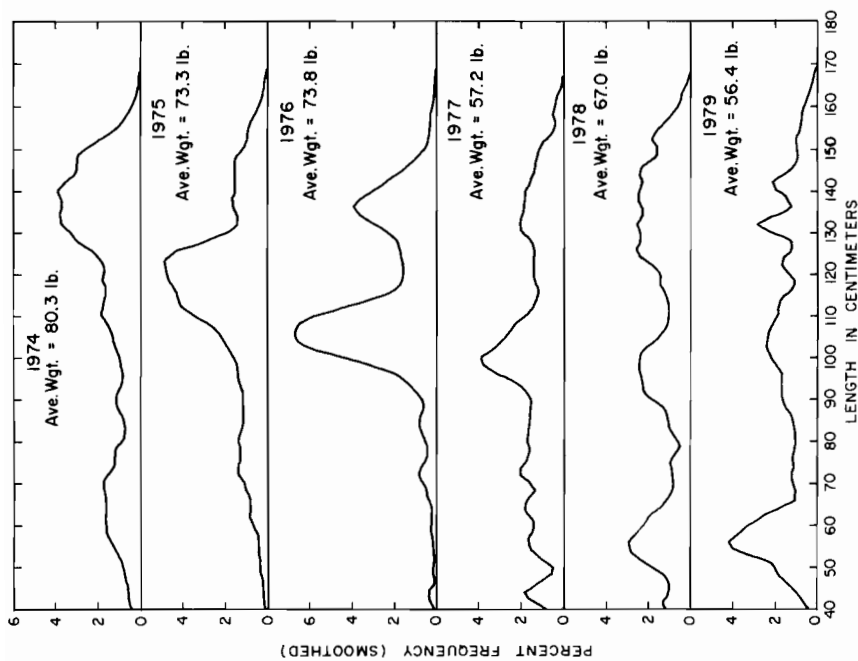


FIGURE 8. Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150°W, 1974-1979.

FIGURA 8. Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado entre el límite del ARCAA y los 150°W, 1974-1979.

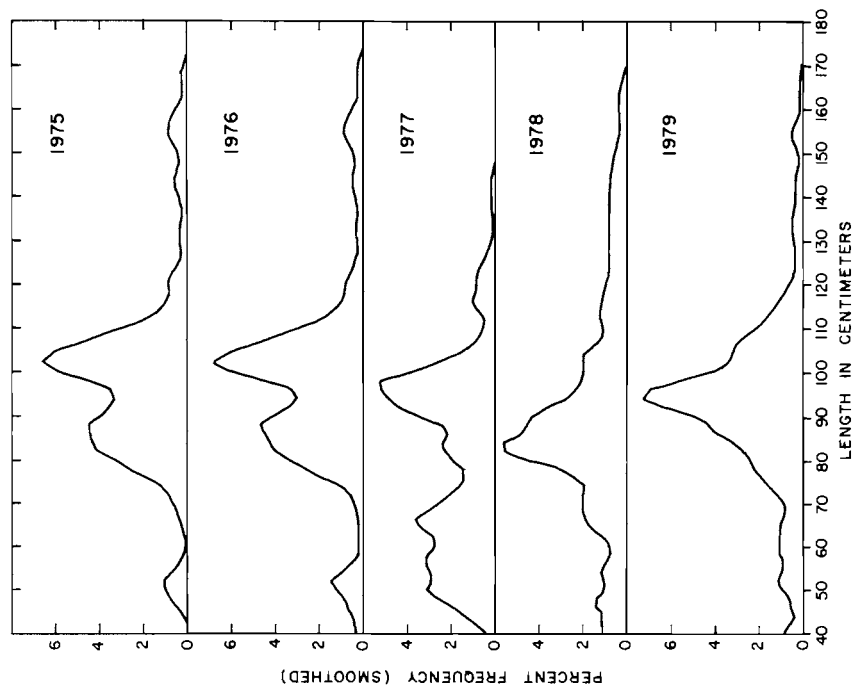


FIGURE 10. Length-frequency distributions of bigeye sampled in the CYRA, 1975-1979.

FIGURA 10. Distribución frecuencia-talla del patudo muestreado en el ARCAA, 1975-1979.

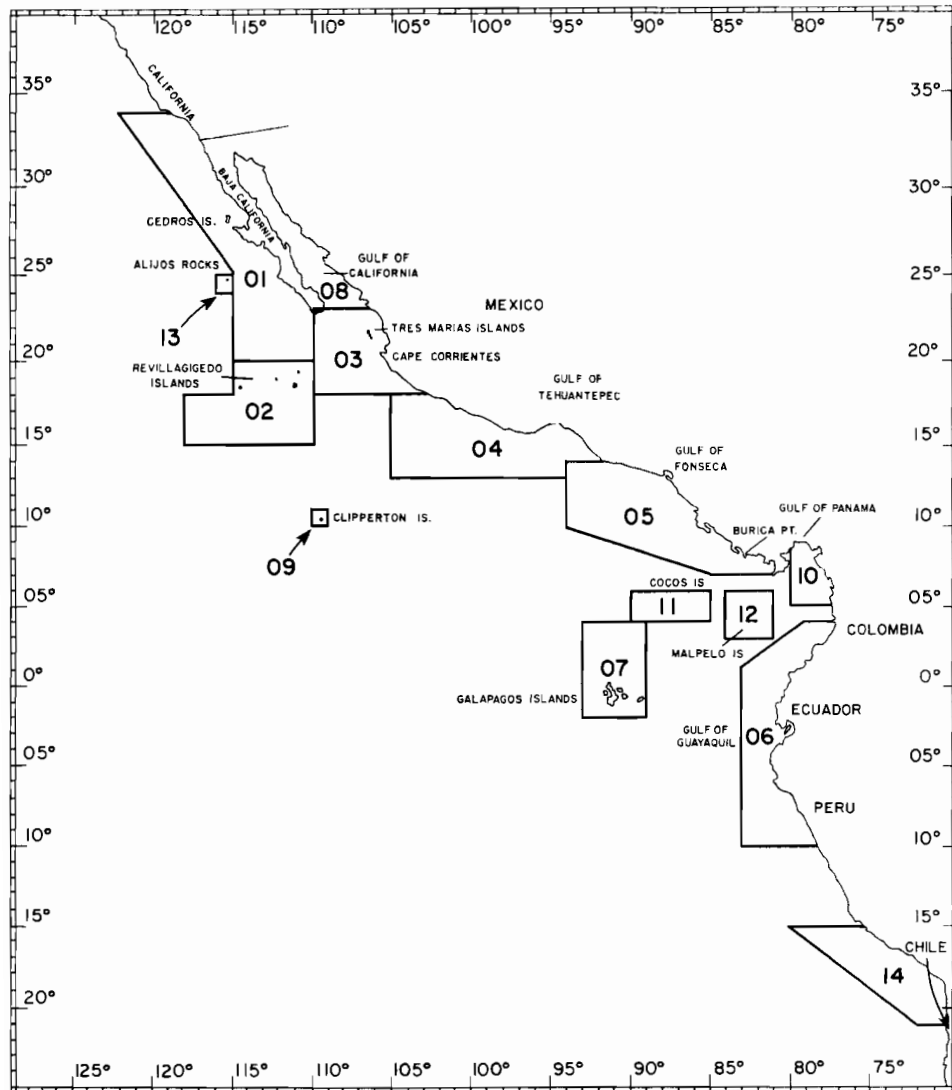


FIGURE 11. Areas of the eastern tropical Pacific tuna fishing grounds from which stomach samples of skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, were obtained (from IATTC Bulletin Vol. 7, No. 5).

FIGURA 11. Zonas pesqueras de atún del Pacífico oriental tropical en las que se obtuvieron muestras de estómagos del barrilete, *Katsuwonus pelamis* (del Boletín Vol. 7, No. 5 de la CIAT).

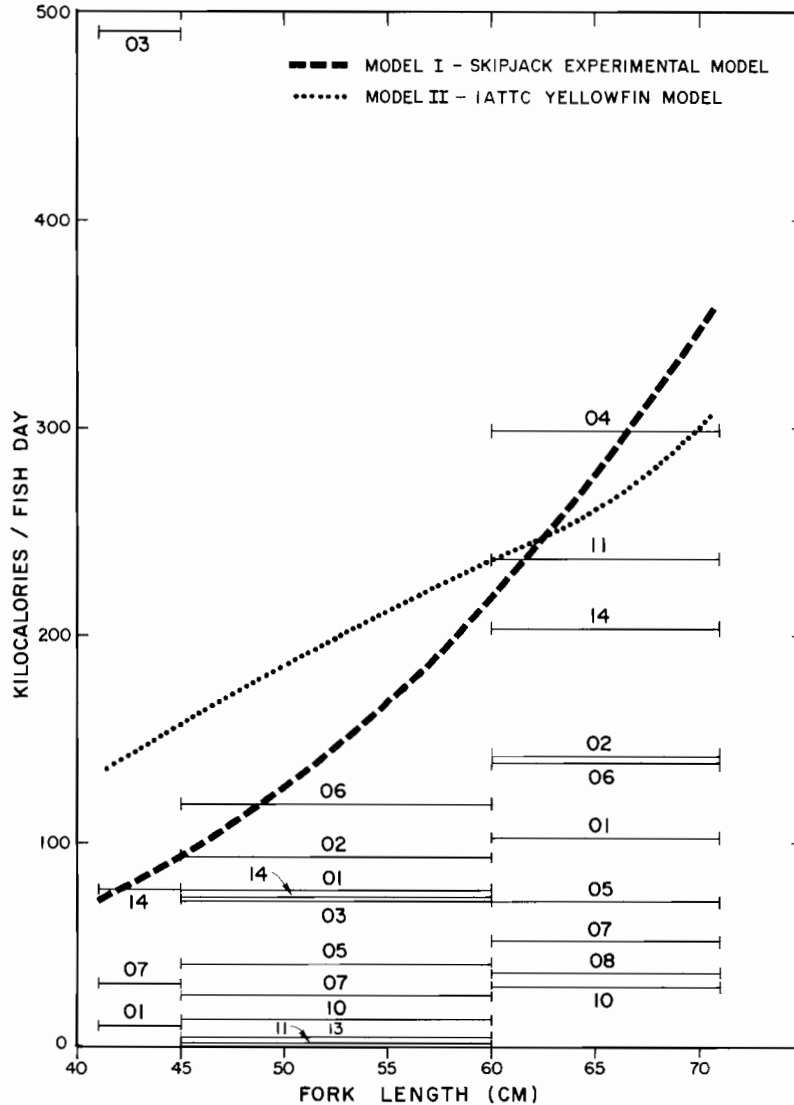


FIGURE 12. Estimates of daily caloric requirements and consumption by skipjack tuna caught in inshore areas of the eastern Pacific Ocean. Caloric requirements (broken and dotted lines) were calculated based on two energetics models as a function of fork length. The horizontal lines represent estimates of calories consumed per day averaged over three length strata, 41.0-45.0 cm, 45.1-60.0 cm, and 60.1-71.0 cm. The numbers by the horizontal lines indicate the areas in Figure 11 from which skipjack stomach samples were obtained for the 1963 IATTC study.

FIGURA 12. Estimación del consumo y requerimiento diario calórico del barrilete capturado en las zonas costeras del Océano Pacífico oriental. Los requerimientos calóricos (líneas interrumpidas y a puntos) fueron calculados, basándose en dos modelos energéticos, formados por una función de la longitud de horquilla. Las líneas horizontales representan las estimaciones de las calorías consumidas diariamente, promediadas en tres estratos de longitud, 41.0-45.0 cm, 45.1-60.0 cm y 60.1-71.0 cm. Los números en las líneas horizontales indican las zonas en la Figura 11 en las que se obtuvieron muestras estomacales de barrilete para el estudio de la CIAT de 1963.

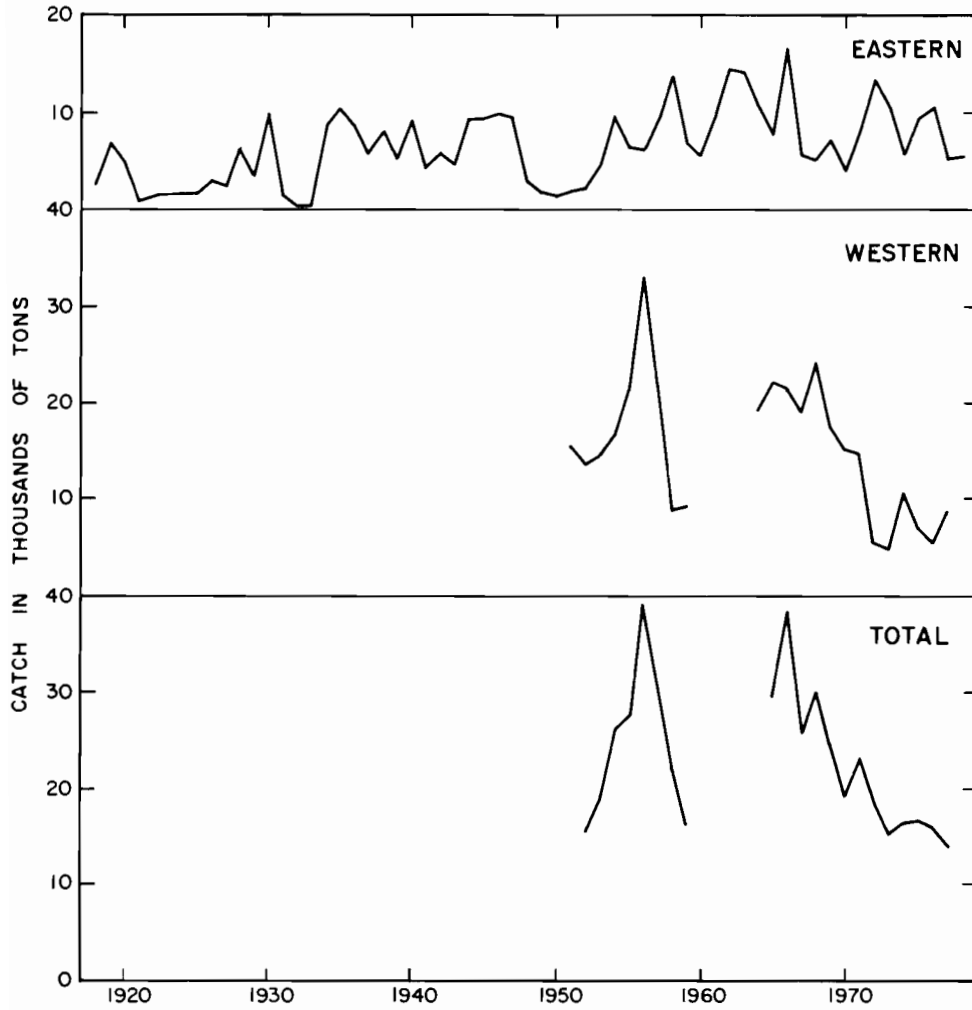


FIGURE 13. Catches of northern bluefin in the Pacific Ocean in metric tons.

FIGURA 13. Capturas en toneladas métricas del atún azul noroeste en el Océano Pacífico.

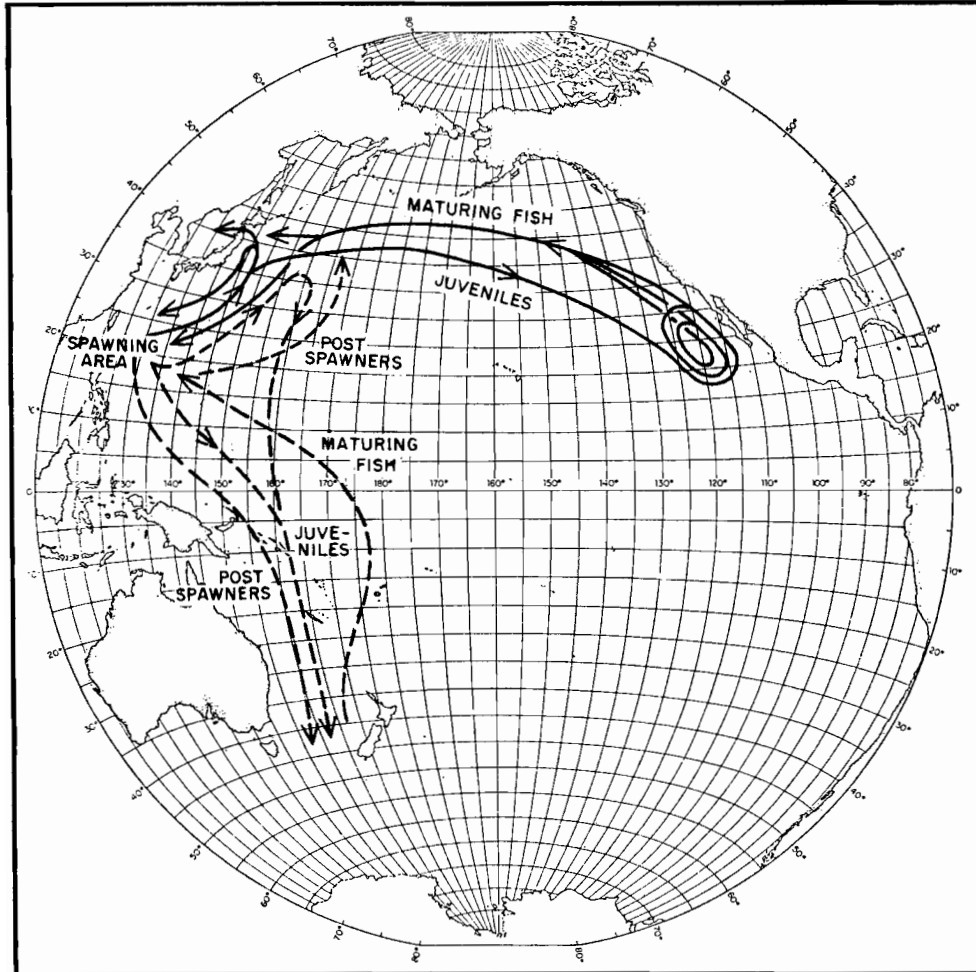


FIGURE 14. A model of northern bluefin migration in the Pacific Ocean.

FIGURA 14. Un modelo del desplazamiento del atún azul norteño en el Océano Pacífico.

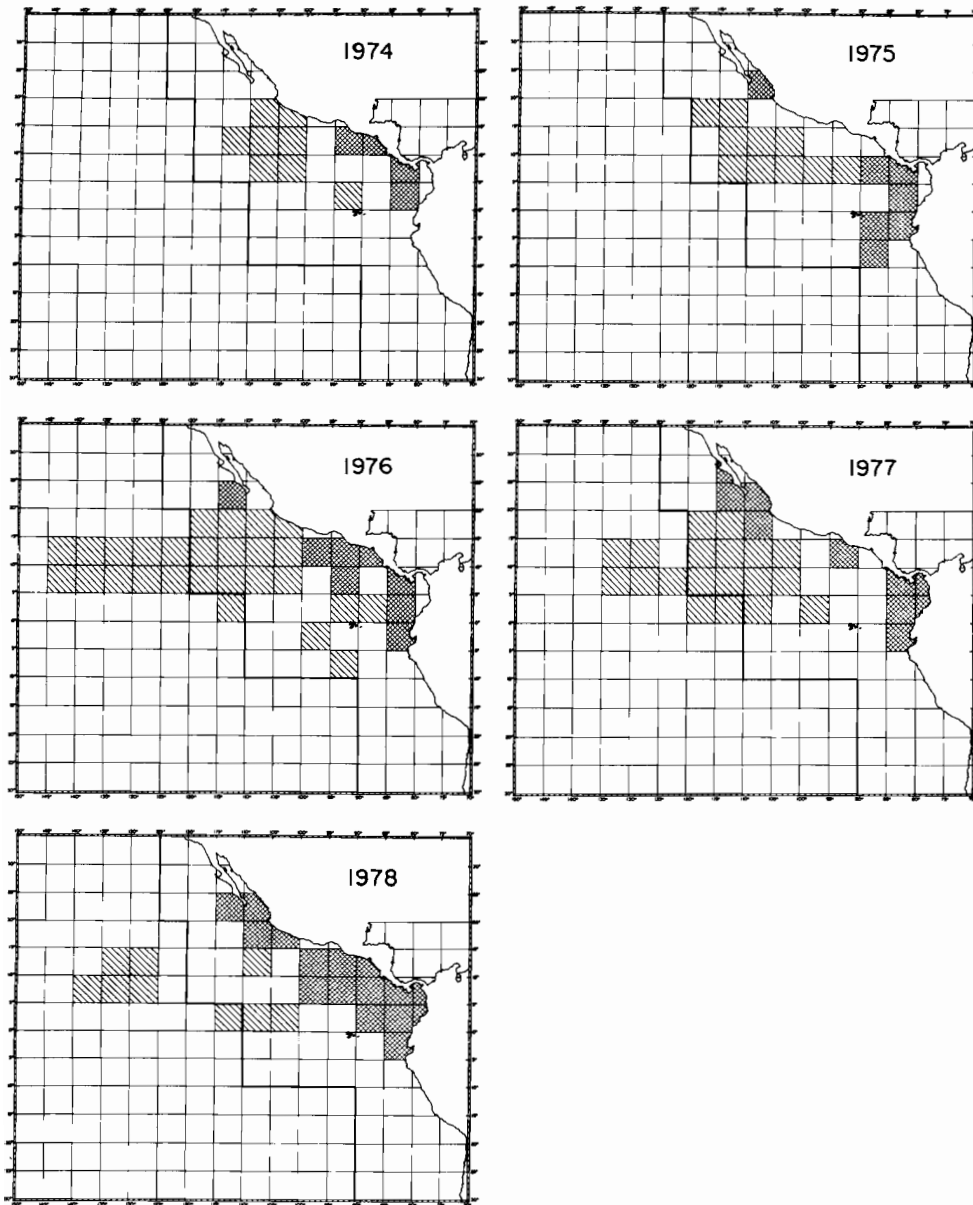


FIGURE 15. Areas of the eastern tropical Pacific Ocean where fishing has been primarily for school fish (hatched) or for "porpoise" (striped)—calculated from IATTC logbook data.

FIGURA 15. Zonas del Océano Pacífico oriental tropical en las que se han pescado principalmente cardúmenes de peces (es decir no asociados con delfines, sombreadas) o "delfines" (atún asociado con delfines, rayadas)—determinadas según los datos de bitácora de la CIAT.

TUNA COMMISSION
SPOTTED DOLPHIN

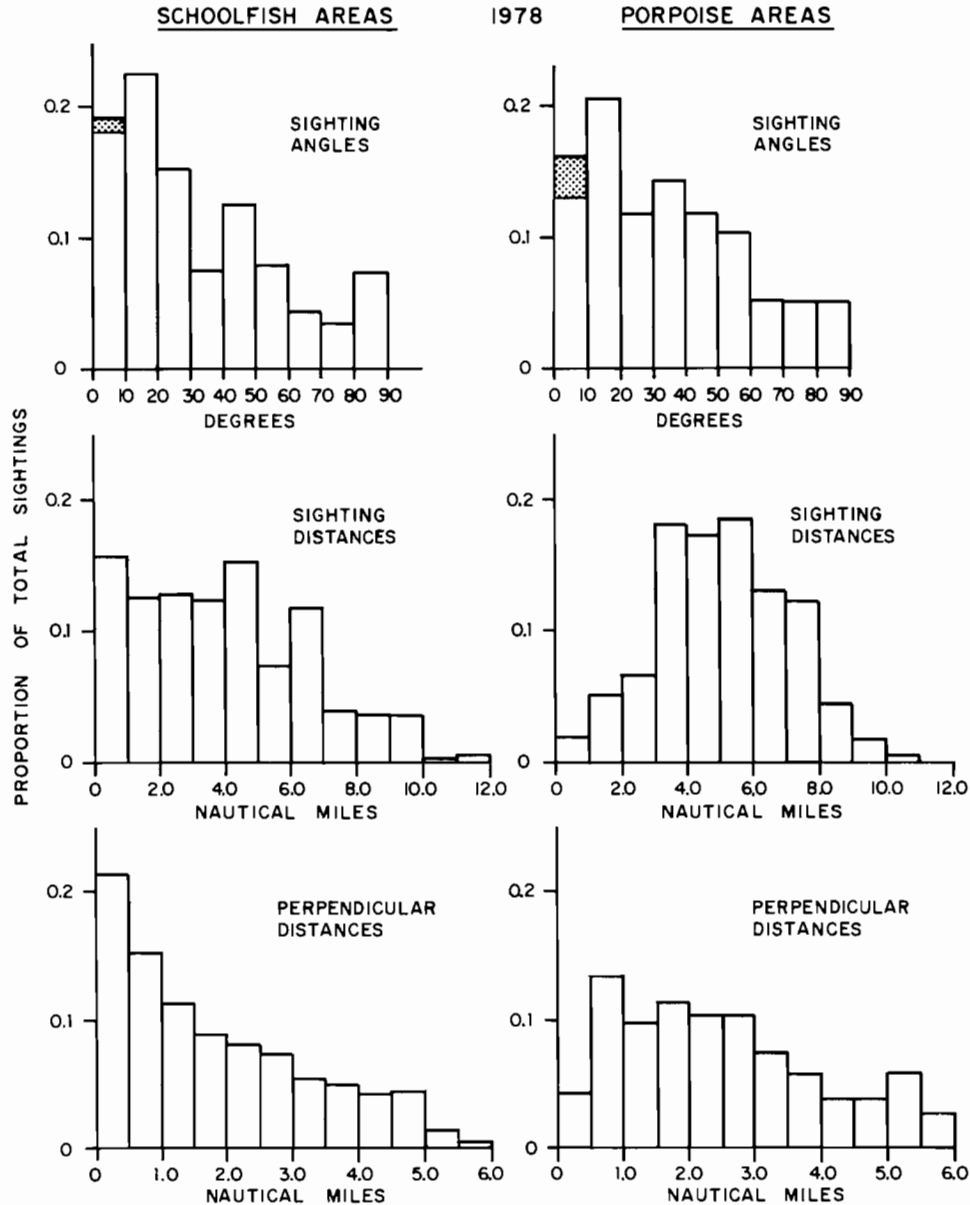


FIGURE 16. Distributions of sighting angles, sighting distances and perpendicular distances for the spotted dolphin in areas where fishing has been primarily for schoolfish or for "porpoise"—data from U.S. NMFS porpoise observer program. Shaded area is the proportion of sighting angles less than 10° .

FIGURA 16. Distribución de los ángulos de observación, distancia visual y distancia perpendicular, correspondientes a las observaciones sobre delfines manchados en zonas en las que la pesca ha sido principalmente de "cardúmenes de peces" o de "delfines"—datos de los observadores del programa de delfines del NMFS de los EEUU. El área sombreado indica la proporción de los ángulos de observación inferior a 10° .

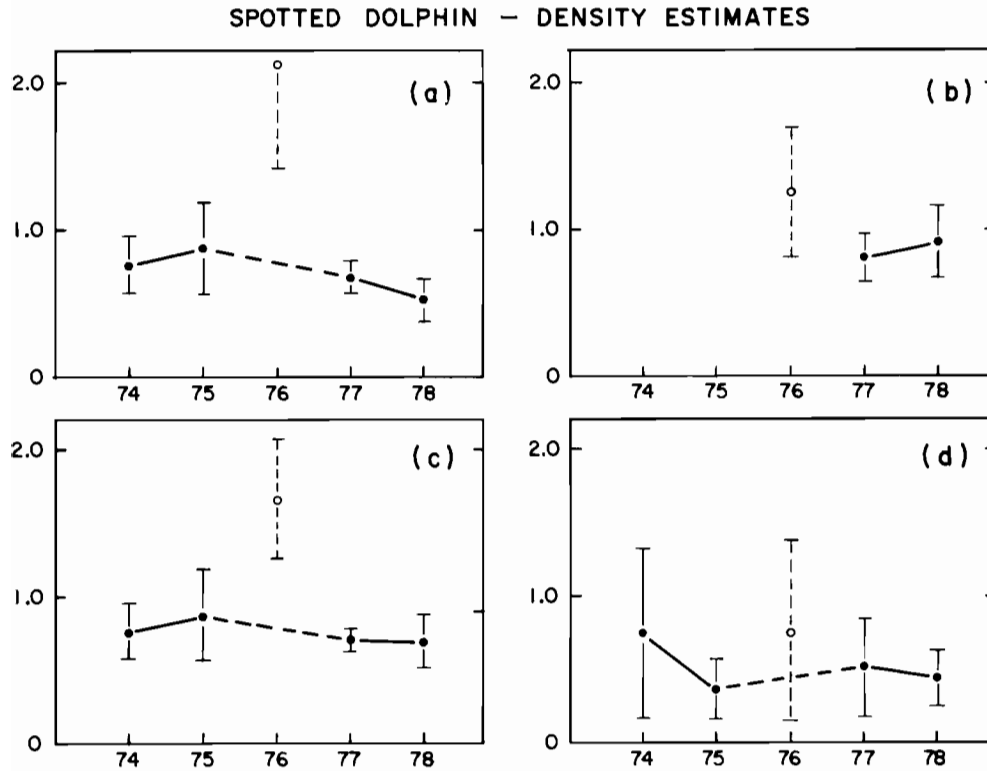


FIGURE 17. Density estimates, as schools per 1000 sq. nm, for the spotted dolphin, *Stenella attenuata*, for (a) porpoise inside CYRA, (b) porpoise outside CYRA, (c) combined porpoise areas, and (d) combined schoolfish areas.

FIGURA 17. Estimación de la densidad de cardúmenes del delfín manchado, *Stenella attenuata*, en 1000 millas náuticas para (a) delfines en el ARCAA, (b) delfines fuera del ARCAA, (c) zonas combinadas de delfines y (d) zonas combinadas de cardúmenes de peces.

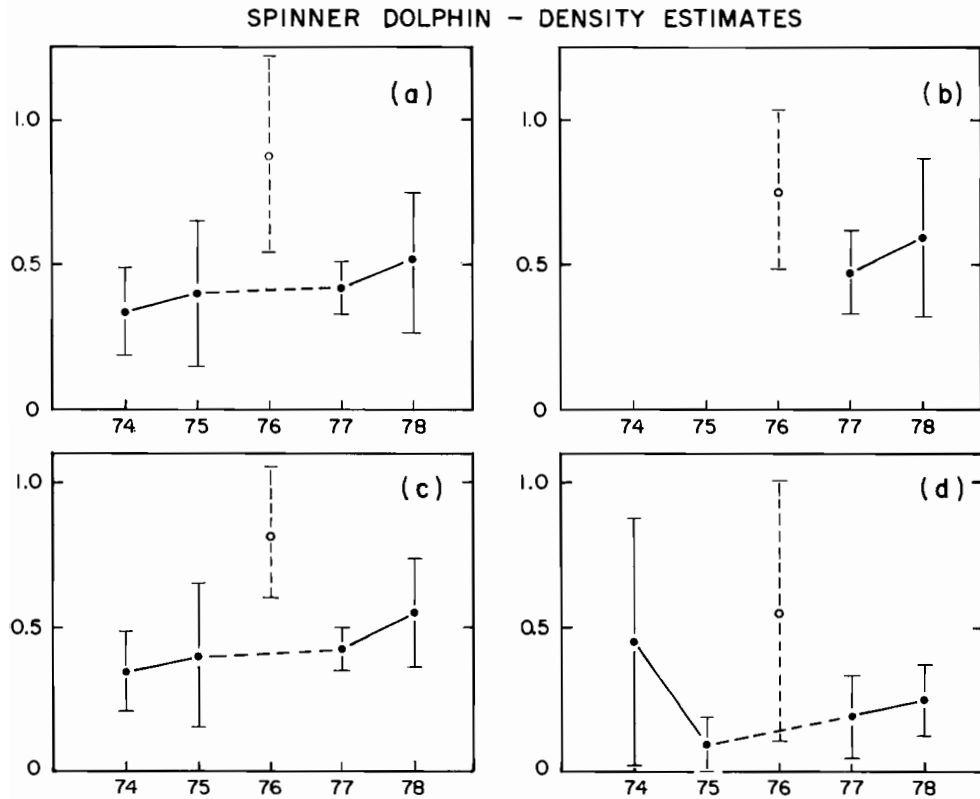


FIGURE 18. Density estimates, as schools per 1000 sq. nm, for the spinner dolphin, *Stenella longirostris*, for (a) porpoise inside area, (b) porpoise outside area, (c) combined porpoise areas, and (d) combined schoolfish areas.

FIGURA 18. Estimación de la densidad de cardúmenes de delfines tornillo, *Stenella longirostris*, en 1000 millas náuticas para (a) delfines en la zona, (b) delfines fuera de la zona, (c) zonas combinadas de delfines y (d) zonas combinadas de cardúmenes de peces.

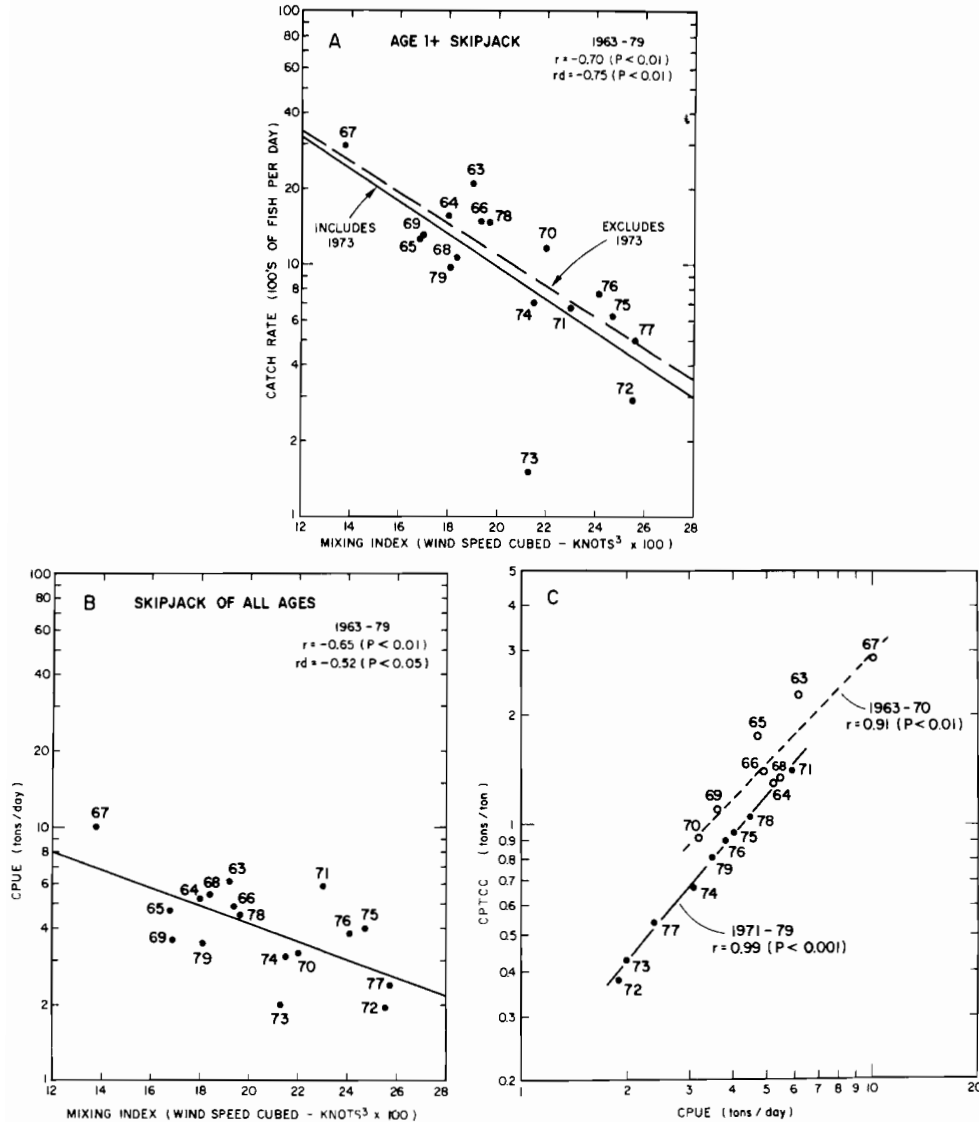


FIGURE 19a. Plots of catch rate of age-1+ skipjack capture by seiners east of 150°W based on logged effort in 22 selected 5-degree areas standardized to Class-3 vessels versus the mixing index; b. Plots of catch-per-unit-of-effort (CPUE) for skipjack of all ages captured by the seiners in 22 selected 5-degree areas with effort standardized to Class-3 vessels versus the mixing index; c. Plots of catch per ton of carrying capacity (CPTCC) for skipjack of all ages captured by all gears in the CYRA and in the experimental areas versus the mixing index. Numbers indicate fishing years.

FIGURA 19a. Diagramas de los índices de captura de barriletes de 1+ años, capturados por cerqueros normalizados a la clase 3 de arqueo, al este de los 150°W, basados en el esfuerzo registrado, *versus* el índice de mezcla, en 22 zonas seleccionadas de 5 grados; b. gráficos de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) *versus* el índice de mezcla, de barriletes de todas las edades, capturados por cerqueros normalizados a la clase 3 de arqueo, en 22 zonas seleccionadas de 5 grados; c. gráficos de la captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) *versus* el índice de mezcla, de barriletes de todas las edades, capturados por todas las artes en el ARCAA y en las zonas experimentales. Las cifras indican los años de pesca.

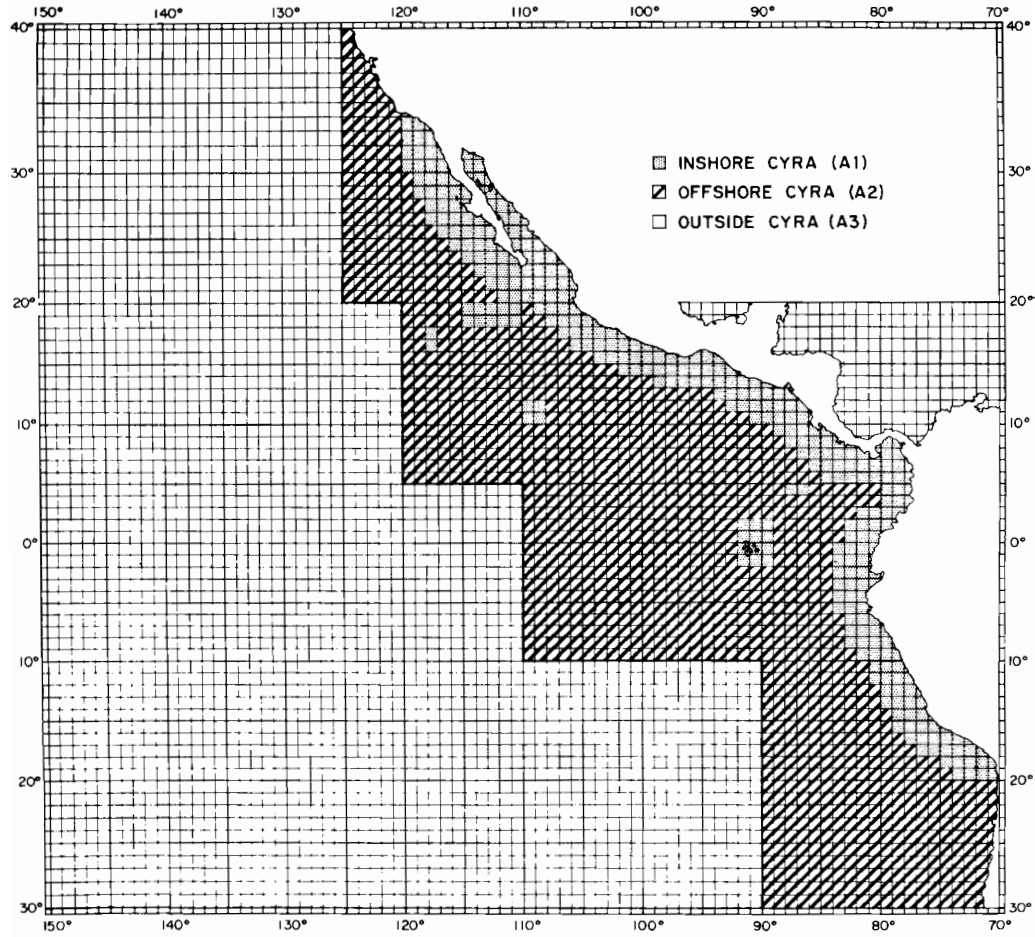


FIGURE 20. The eastern Pacific Ocean, showing the historical areas of the fishery for yellowfin, A1, the more recently fished areas within the CYRA, A2, and the area outside the CYRA, A3.

FIGURA 20. El Océano Pacífico oriental, en el que se indica la zona histórica de pesca A1 de atún aleta amarilla, la zona más reciente de pesca en el Área Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA) denominada A2 y la zona fuera del ARCAA A3.

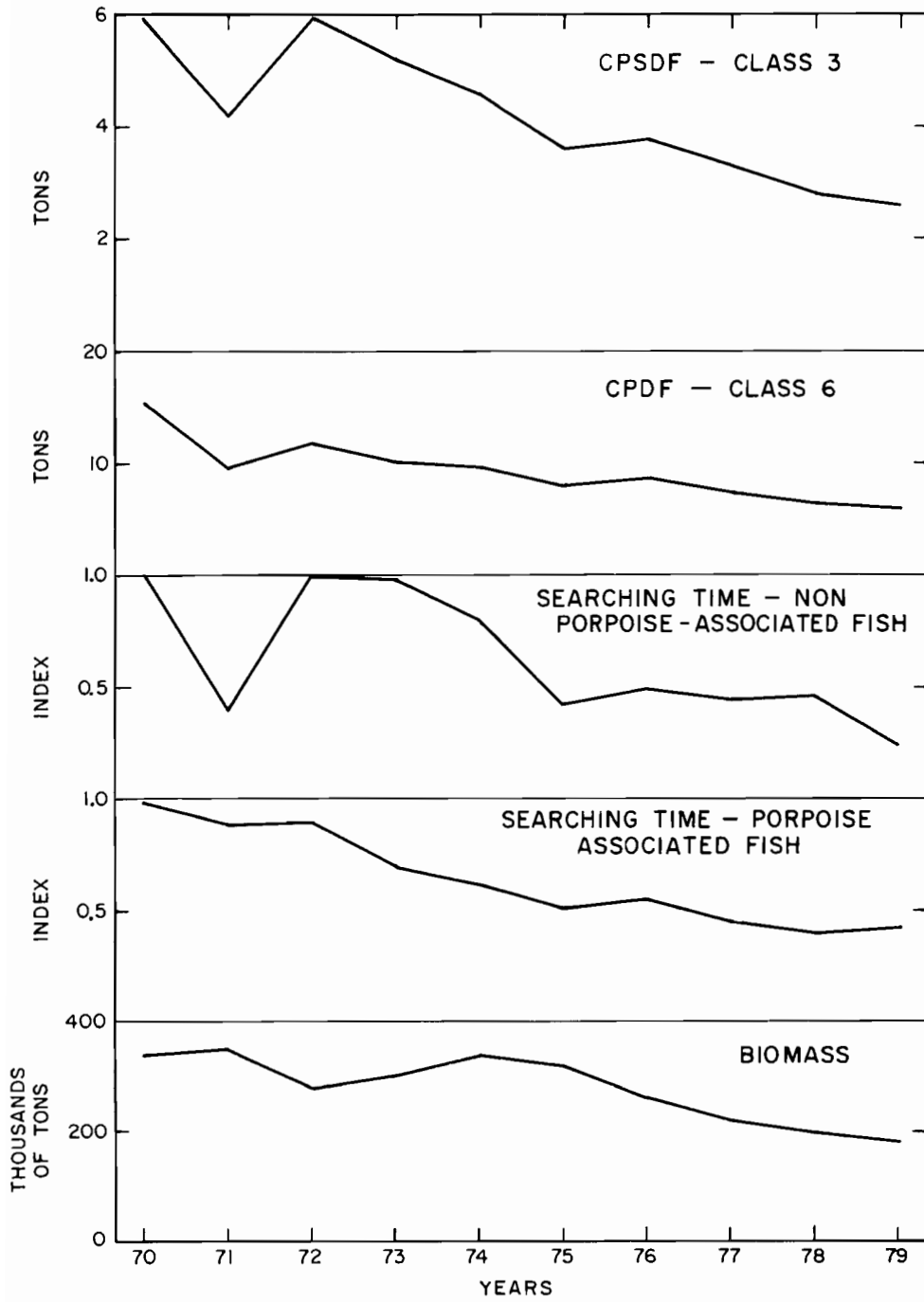


FIGURE 21. Five indices of abundance of yellowfin in the CYRA, 1970-1979.

FIGURA 21. Cinco indices de la abundancia del aleta amarilla en el ARCAA, 1970-1979.

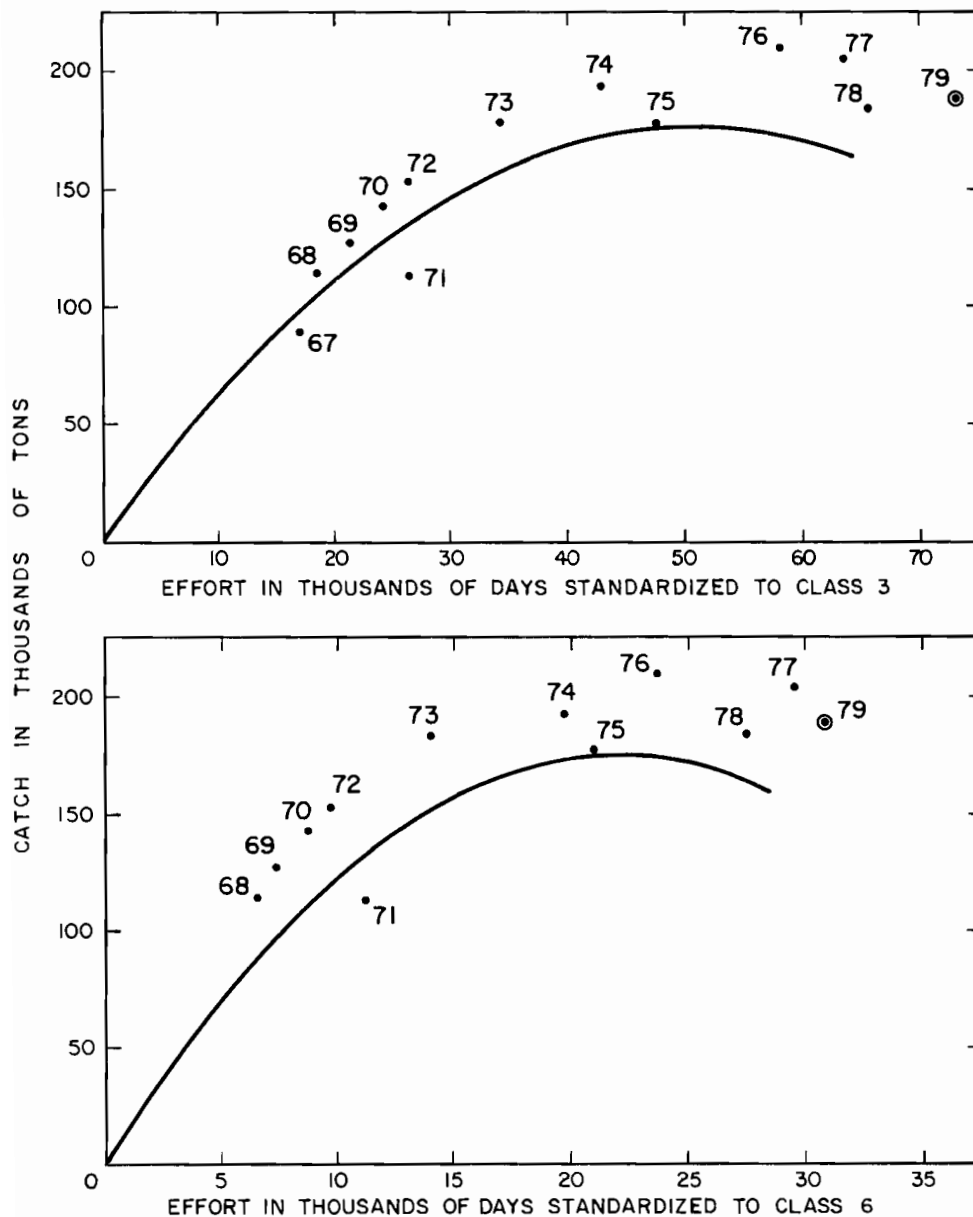


FIGURE 22. Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery inside the CYRA, 1967-1979 (upper panel) and 1968-1979 (lower panel).

FIGURA 22. Relación entre el esfuerzo y la captura en la pesca del aleta amarilla en el ARCAA, 1967-1979 (recuadro superior) y 1968-1979 (recuadro inferior).

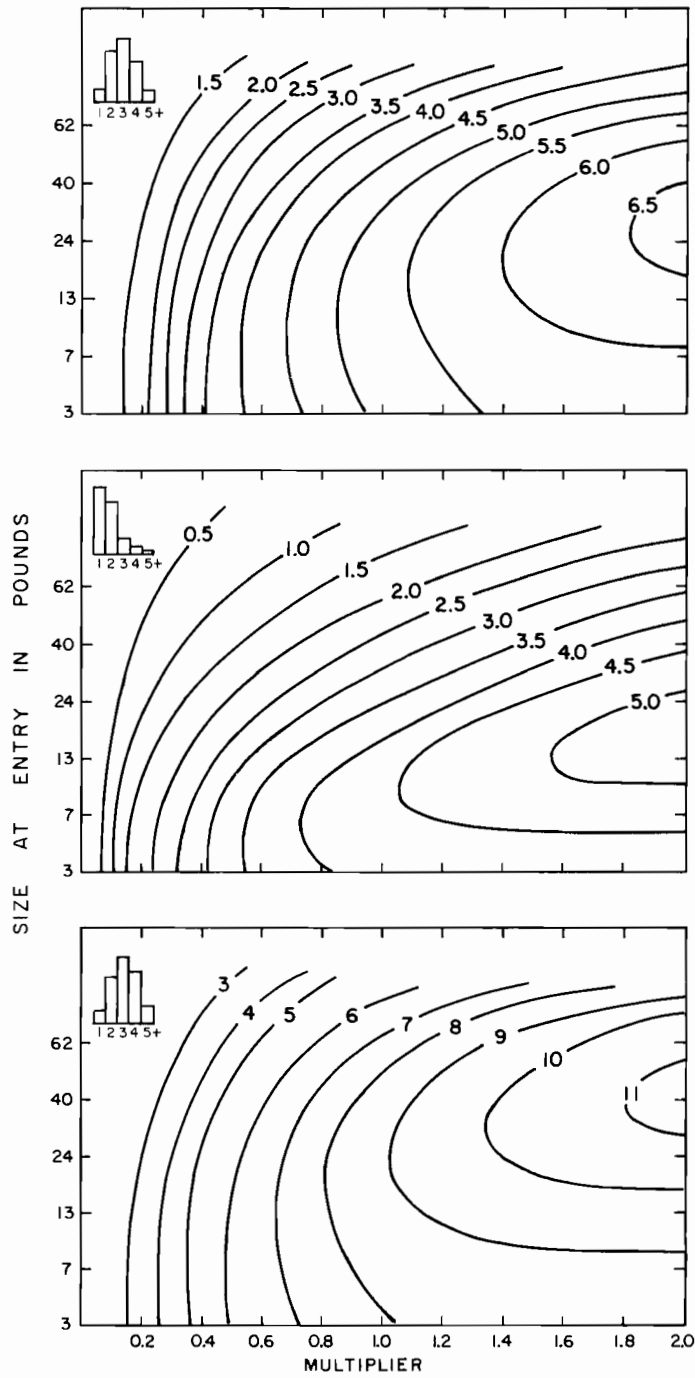


FIGURE 23. Relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit for yellowfin.

FIGURA 23. Relación entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta del aleta amarilla.

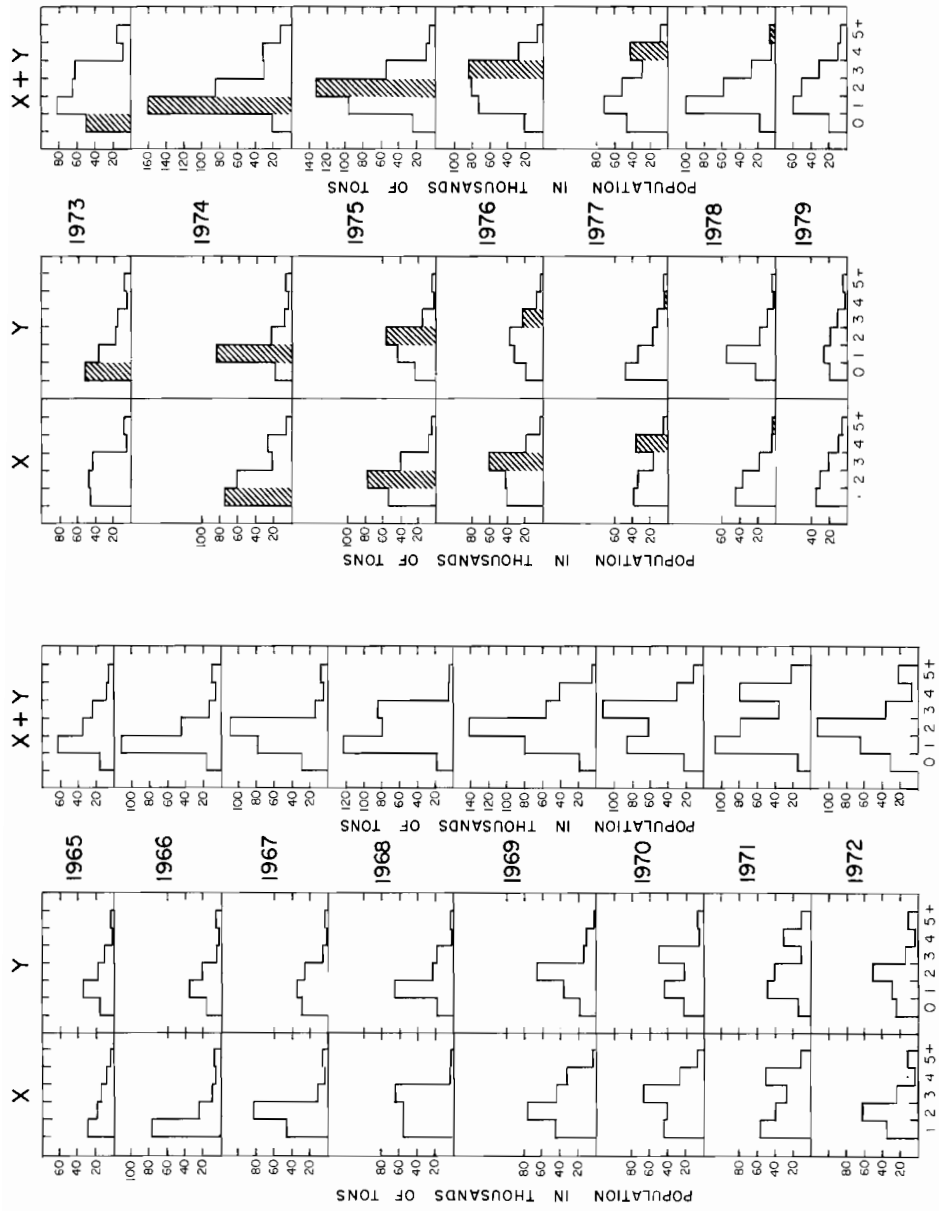


FIGURE 24. Annual biomass estimates of yellowfin in the CYRA, 1965-1979, by age groups.
FIGURA 24. Estimación anual de la biomasa del aleta amarilla en el ARCAA, por grupos de edad, 1965-1979.

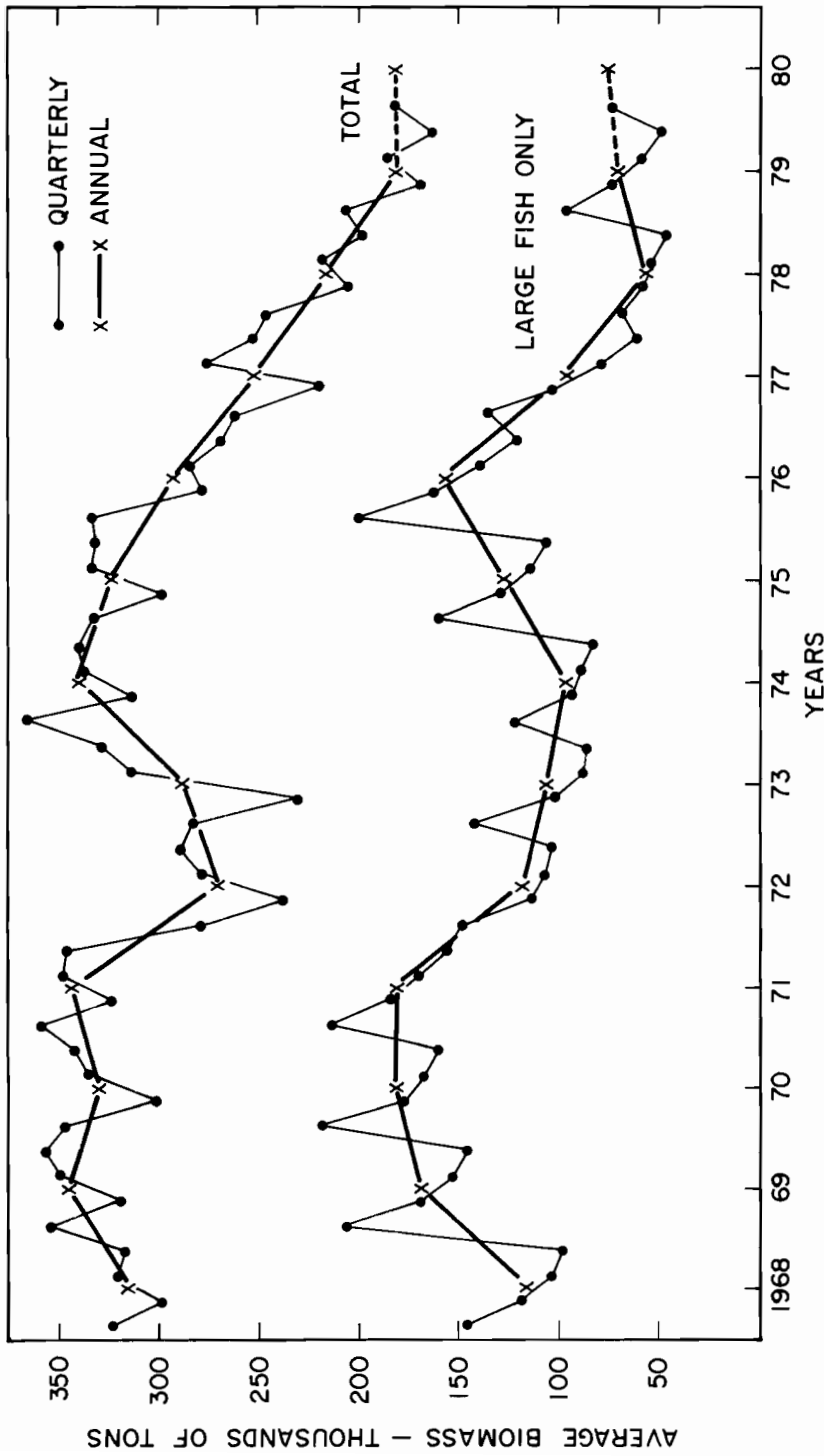


FIGURE 25. Annual and quarterly biomass estimates of yellowfin in the CYRA, 1968-1979, for all fish and for larger fish only.

FIGURA 25. Estimación anual y trimestral de la biomasa del aleta amarilla en el ARCAA, de todos los peces y solo de los peces grandes, 1968-1979.

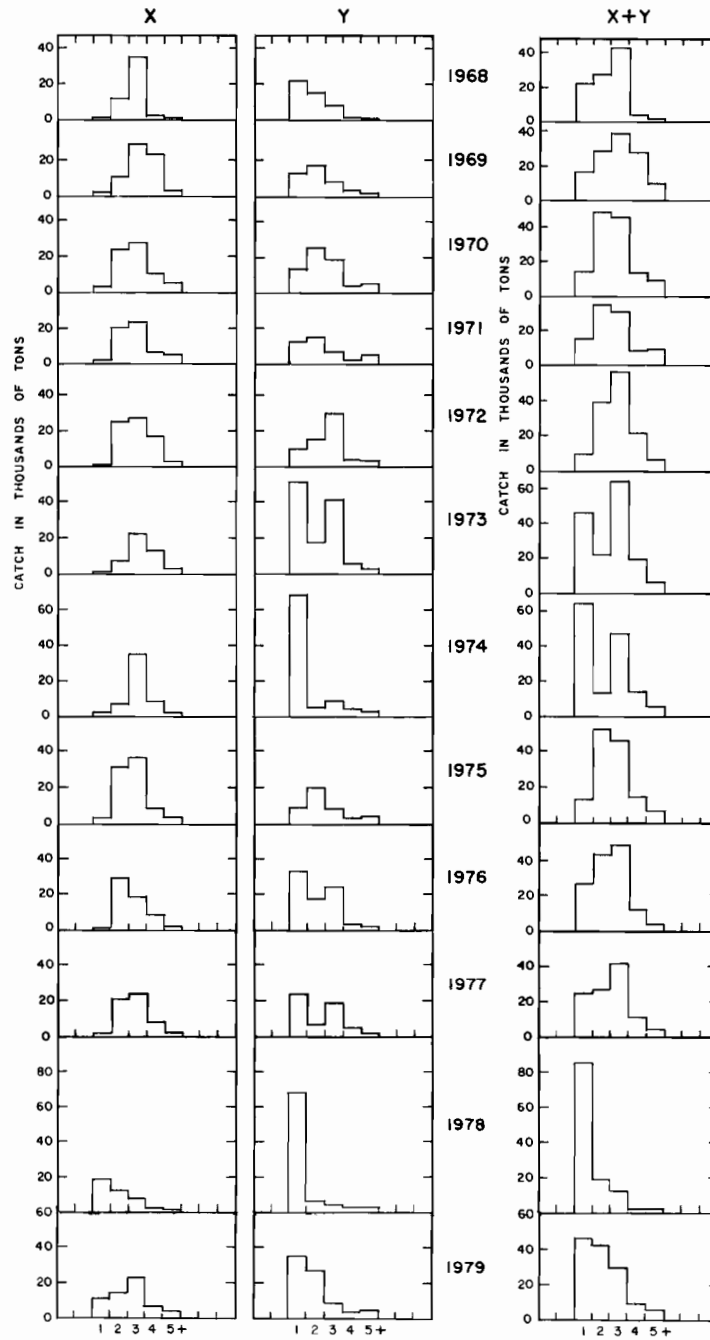


FIGURE 26. Estimated catches of yellowfin of ages 1 through 5+ by purse seiners in the first and second quarters of 1968 through 1979, by X and Y groups.

FIGURA 26. Estimación de captura del aleta amarilla de 1 a 5+ años de edad, por grupos X e Y, obtenida por barcos cerqueros en los dos primeros trimestres del año, 1968-1979.

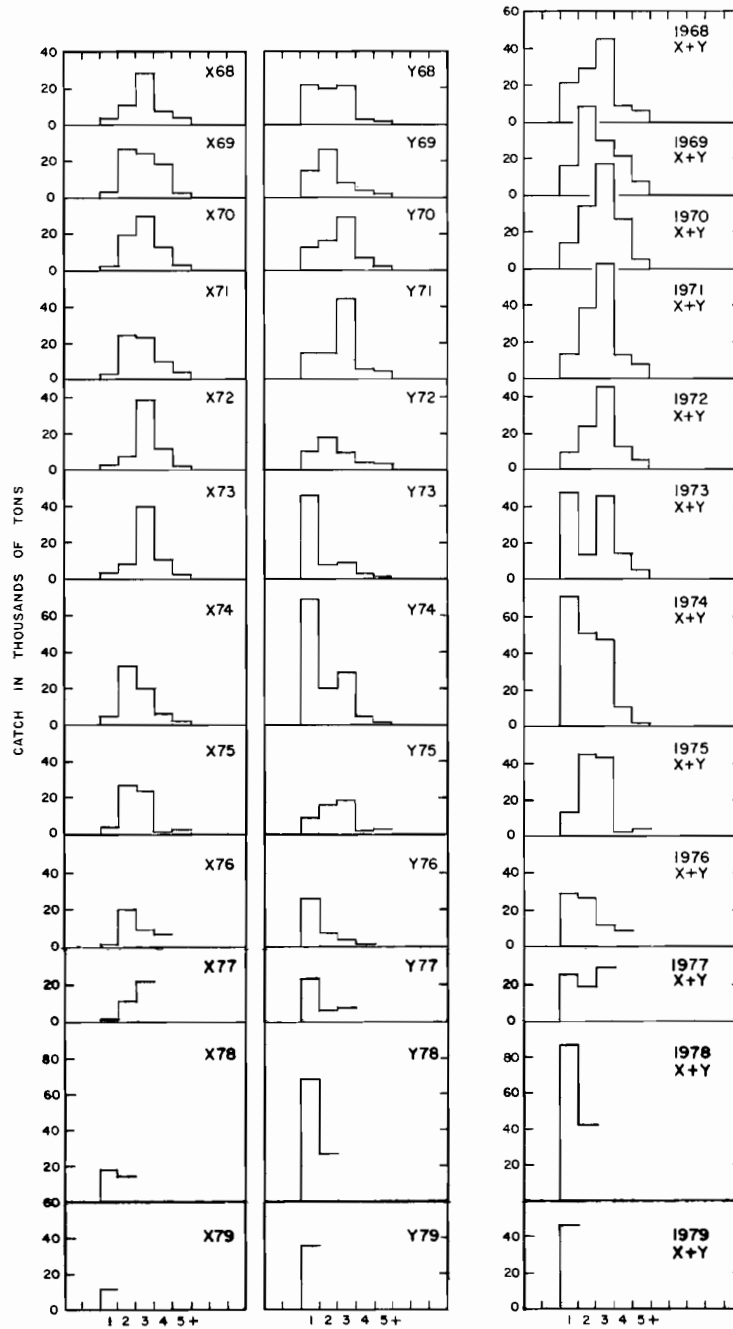


FIGURE 27. Estimated catches of yellowfin of the 1968 through 1979 cohorts at ages 1 through 5+ by purse seiners in the first and second quarters of 1968 through 1979, by X and Y groups.

FIGURA 27. Estimación de captura del aleta amarilla de las generaciones de 1968 a 1979, de 1 a 5+ años de edad, por grupos X e Y, obtenida por barcos cerqueros en los dos primeros trimestres del año de 1968 a 1979.

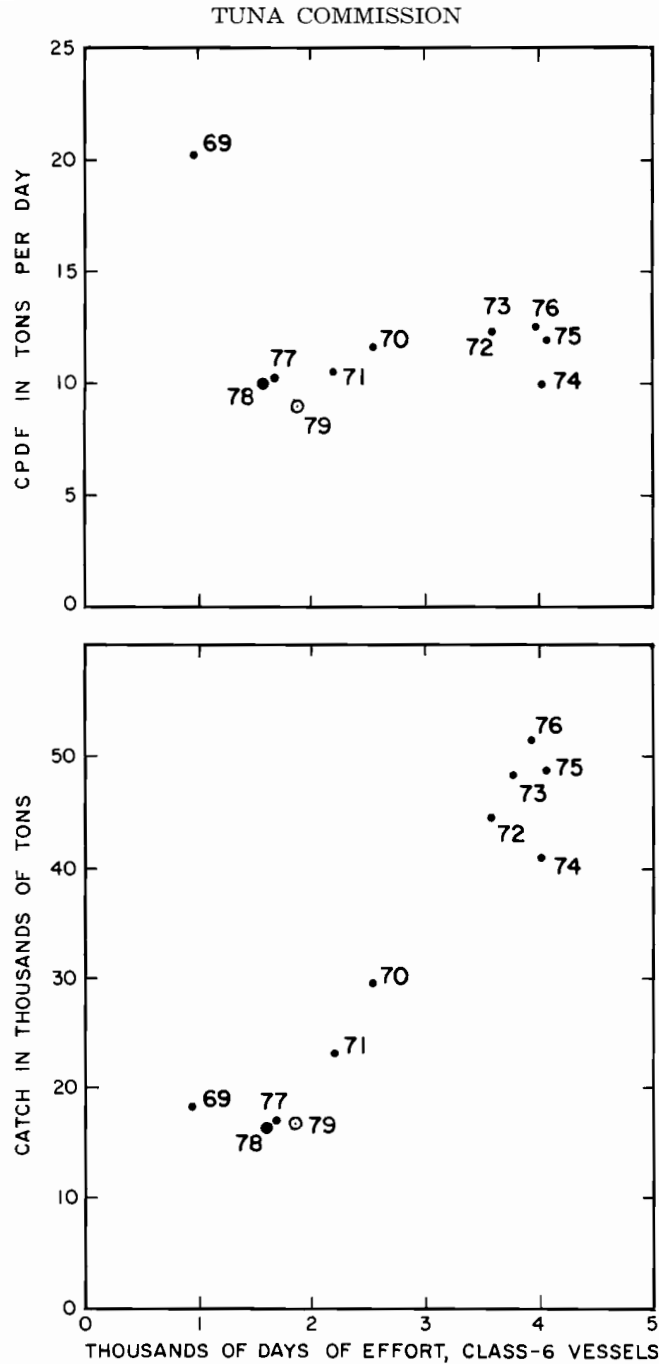


FIGURE 28. Relationships between CPDF and effort (upper panel) and between catch and effort (lower panel) for yellowfin in the areas outside the CYRA 1969-1979.

FIGURA 28. Relación entre la CPDF y el esfuerzo (recuadro superior) y entre la captura y el esfuerzo (recuadro inferior) de aleta amarilla en las zonas fuera del ARCAA, 1969-1979.

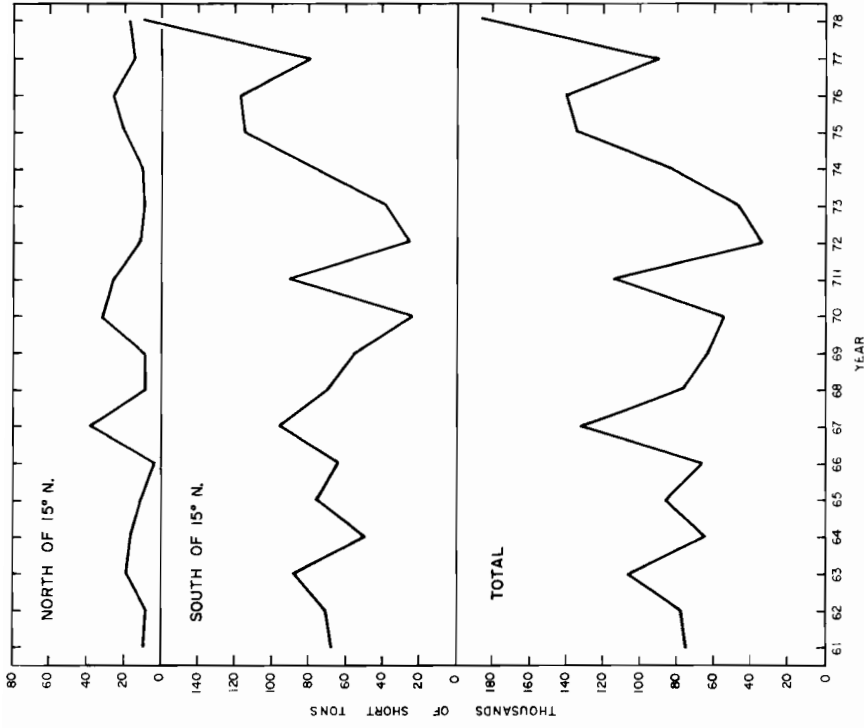


FIGURE 30. Estimated CYRA catches of skipjack north and south of 15°N, 1961-1978.

FIGURA 30. Estimación de captura del barrilete en el ARCAA, al norte y sur de los 15°N, 1961-1978.

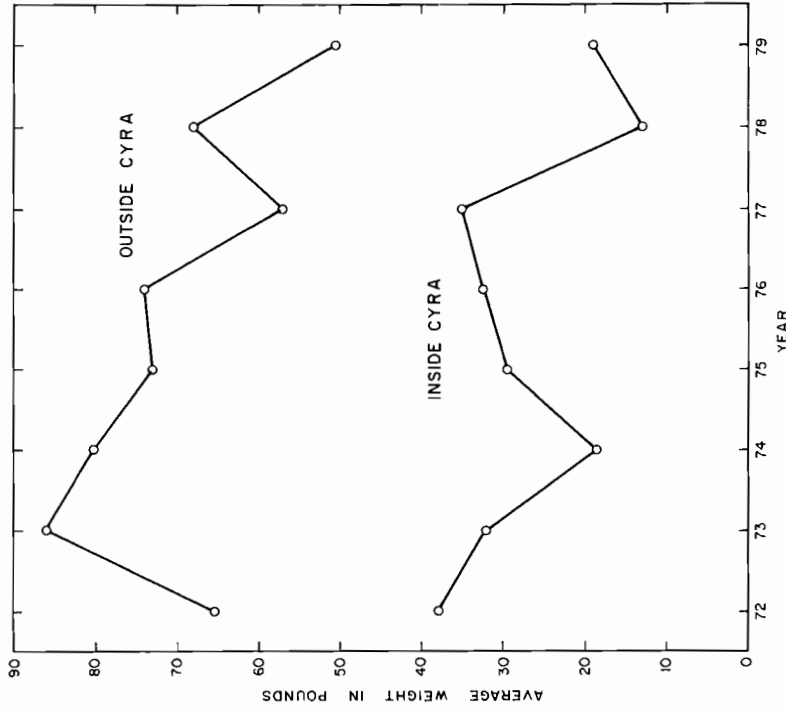


FIGURE 29. Average weights of yellowfin caught inside and outside the CYRA, 1972-1979.

FIGURA 29. Peso promedio del aleta amarilla capturado en el ARCAA y fuera de esta zona, 1972-1979.

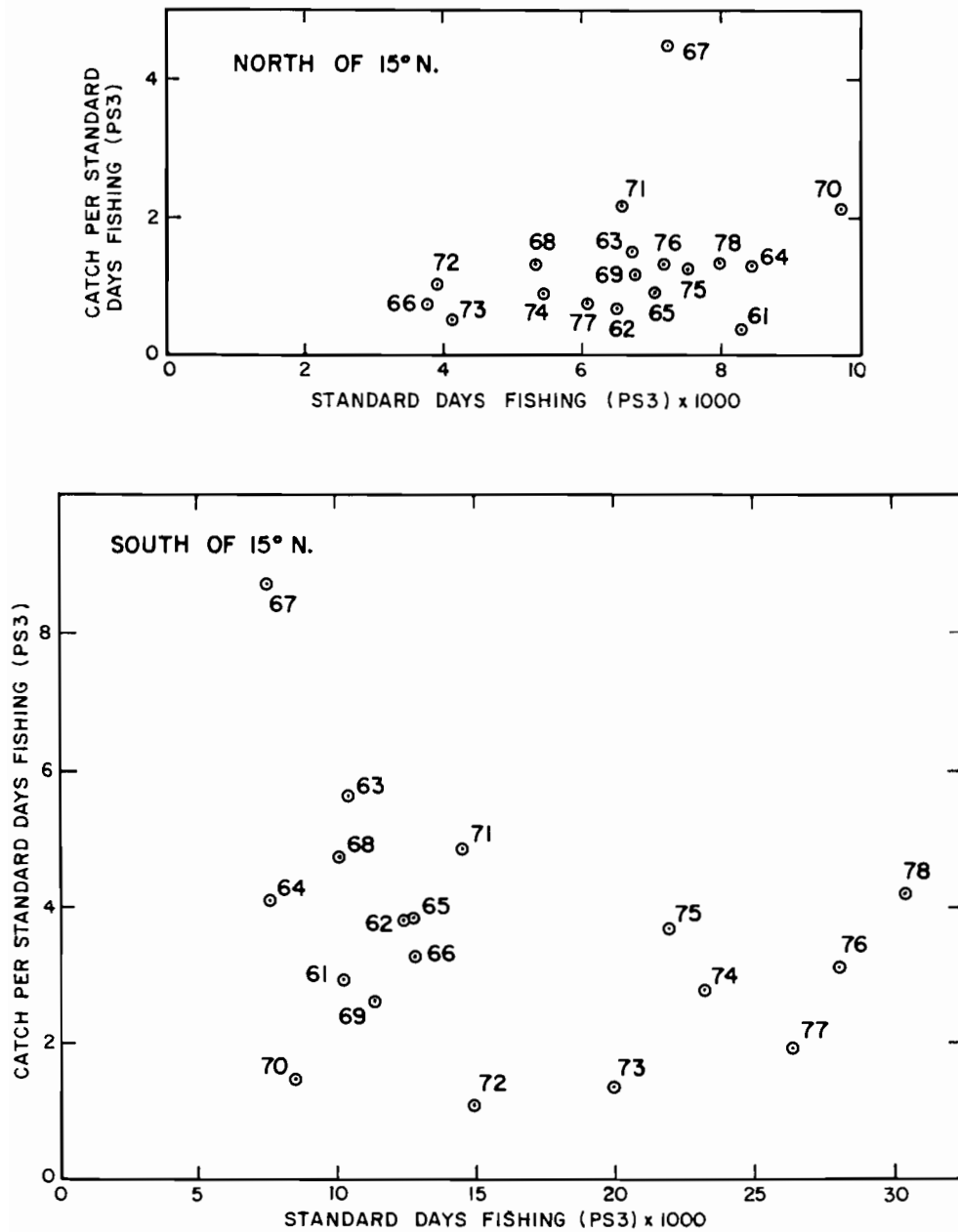


FIGURE 31. Relationships between CPUE and effort (unregulated and regulated) for skipjack in the CYRA north and south of 15°N, using data for all 5-degree areas, 1961-1978.

FIGURA 31. Relación entre la CPUE y el esfuerzo (reglamentado y sin reglamentar) para el barrilete en el ARCAA al norte y sur de los 15°N, empleando los datos de todas las zonas de 5 grados, 1961-1978.

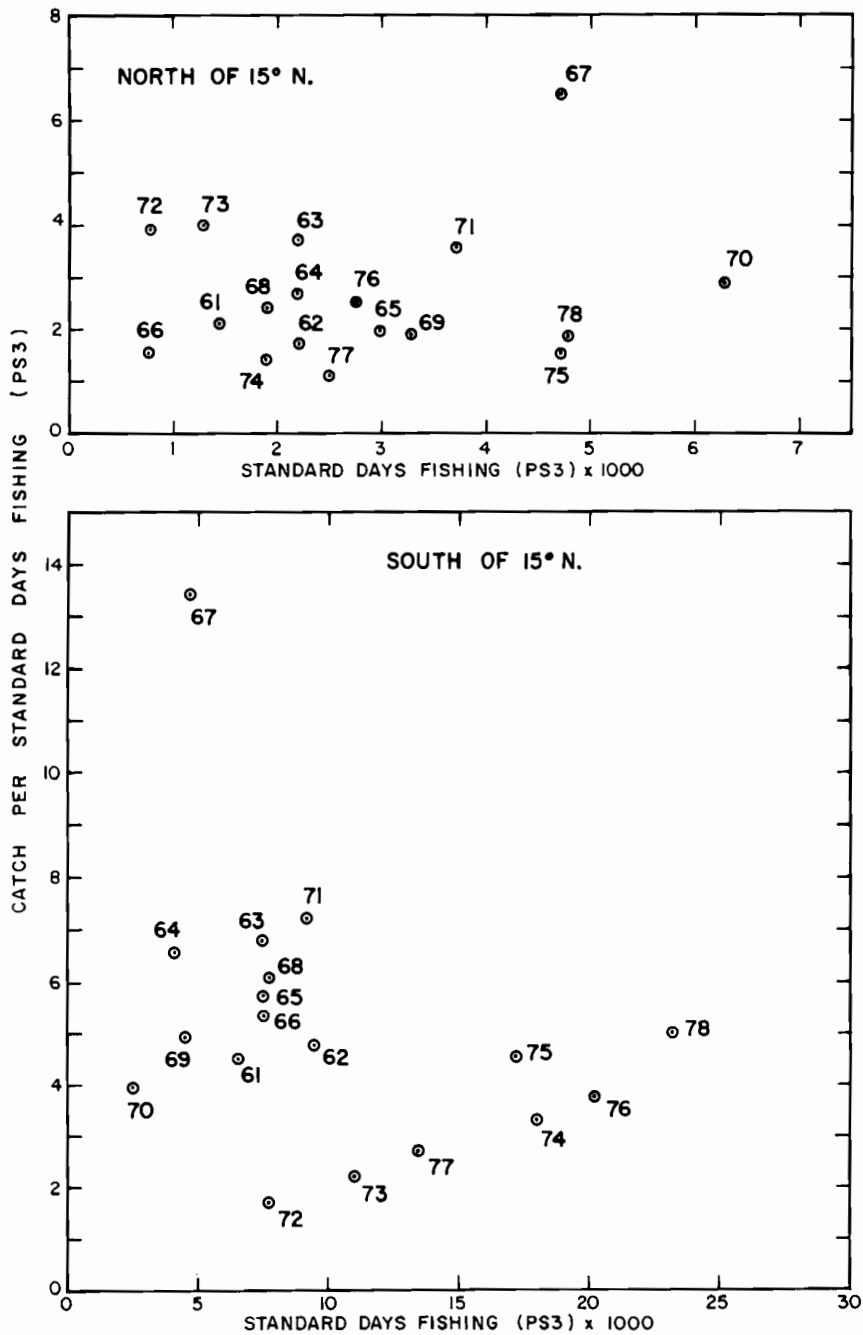


FIGURE 32. Relationships between CPUE and effort (unregulated and regulated) for skipjack in the CYRA north and south of 15°N, using only data for selected 5-degree areas, 1961-1978.

FIGURA 32. Relación entre la CPUE y el esfuerzo (reglamentado y sin reglamentar) para el barrilete en el ARCAA al norte y sur de los 15°N, empleando solo los datos de zonas seleccionadas de 5 grados, 1961-1978.

TUNA COMMISSION

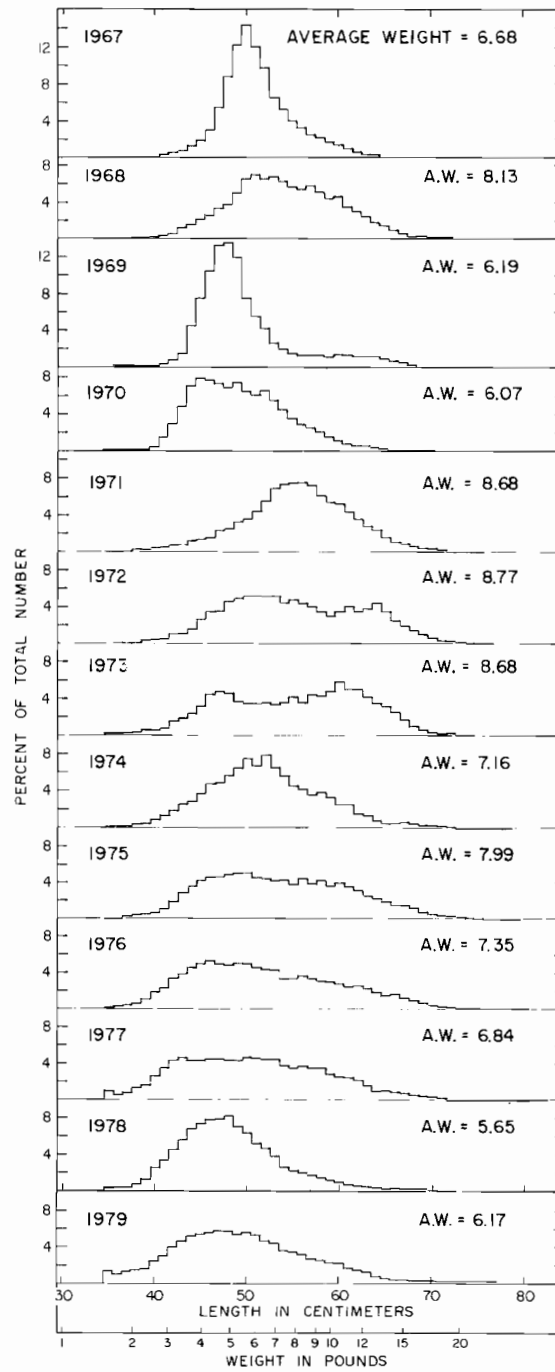


FIGURE 33. Length frequencies of skipjack caught in the CYRA, 1967-1979.

FIGURA 33. Las frecuencias de talla de barriletes capturados en el ARCAA, 1967-1979.

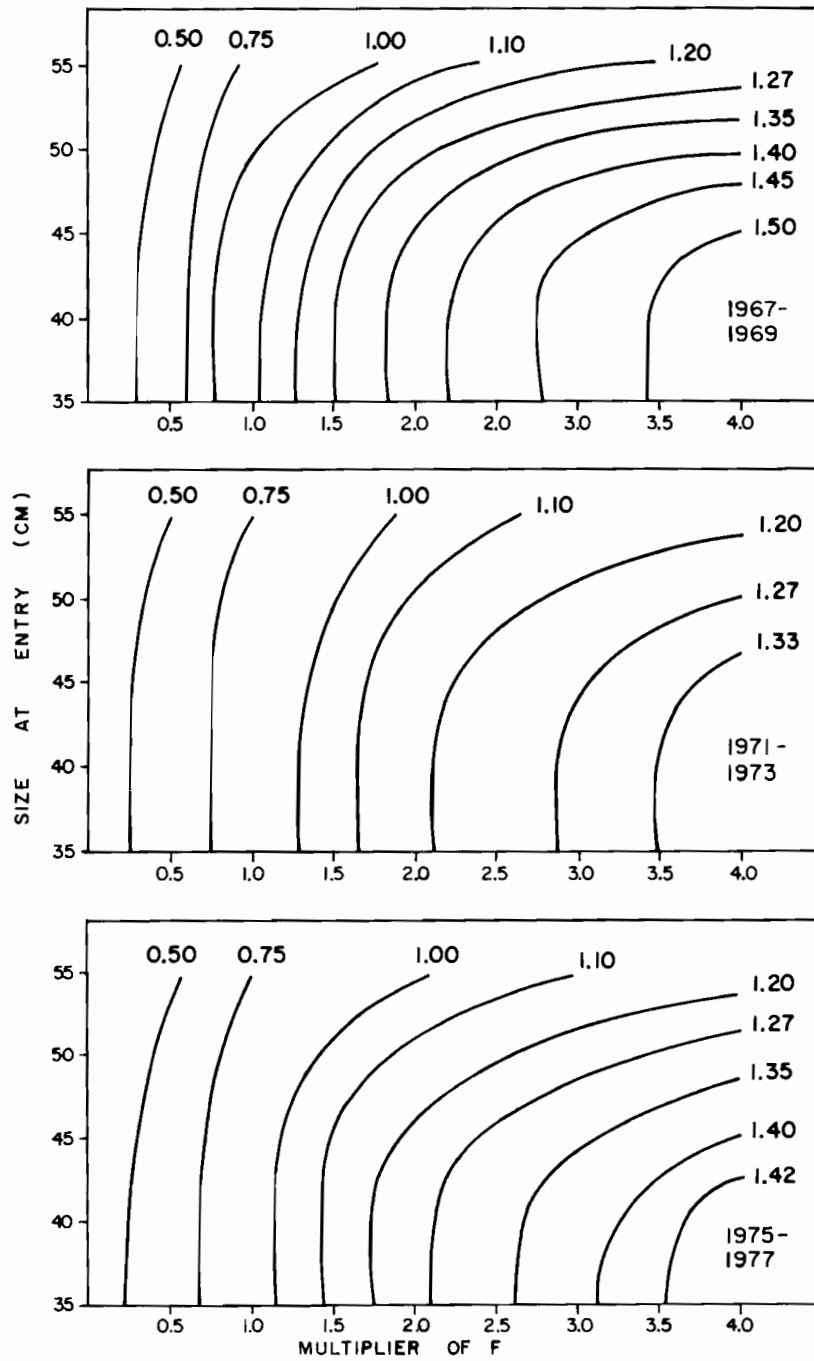


FIGURE 34. Relationships among size at entry, fishing effort, and yield per recruit for skipjack.

FIGURA 34. Relación entre la talla de entrada, el esfuerzo de pesca y el rendimiento por recluta del barrilete.

TABLE I. Catches (in short tons) by the eastern Pacific tuna fleet, 1961 through 1979. (See text on p. 23 for details).

TABLE I. Capturas (toneladas americanas) por la flota atunera del Pacifico oriental, de 1961 hasta 1979. (Para detalles vea página 107 del texto).

A. Catches of yellowfin, skipjack and bigeye tuna* taken by this fleet in the eastern Pacific Ocean east of 150°W.

A. Capturas de atún aleta amarilla, barrilete y patudo* obtenidas por esta flota en el Océano Pacifico oriental al este de los 150°W.

YEAR ANO	CYRA — ARCAA										WEST OF CYRA AND EAST OF 150°W						TOTAL EASTERN PACIFIC								
	Exclusive of experimental areas					Experimental areas					Total		AL OESTE DEL ARCAA, Y AL ESTE DE LOS 150°W		BE		YF		SJ		BR		PT		
	YF AA	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT	YF AA	BE PT	SJ BR	BE PT		
1961	115,650	75,424	235	0	0	0	0	115,650	75,424	235	0	0	0	0	0	115,650	75,424	235	0	0	0	0	0	0	0
1962	87,106	78,139	361	0	0	0	0	87,106	78,139	261	0	0	0	0	0	87,106	78,139	361	0	0	0	0	0	0	0
1963	72,136	105,235	83	0	0	0	0	72,136	105,235	83	0	0	0	0	0	72,136	105,235	83	0	0	0	0	0	0	0
1964	98,405	59,680	75	0	0	0	0	98,405	59,680	75	0	0	0	0	0	98,405	59,680	75	0	0	0	0	0	0	0
1965	88,250	84,594	130	0	0	0	0	88,250	84,594	130	0	0	0	0	0	88,250	84,594	130	0	0	0	0	0	0	0
1966	91,203	64,574	290	0	0	0	0	91,203	64,574	290	0	0	0	0	0	91,203	64,574	290	0	0	0	0	0	0	0
1967	89,995	132,462	1,621	0	0	0	0	89,995	132,462	1,621	0	0	0	0	0	89,995	132,462	1,621	0	0	0	0	0	0	0
1968	114,427	78,090	2,783	0	0	0	0	114,427	78,090	2,783	1,207	3	0	0	0	115,634	78,093	2,783	1,207	3	0	0	0	0	0
1969	126,899	64,140	606	0	0	0	0	126,899	64,140	606	19,217	980	28	0	0	146,116	65,120	634	19,217	980	28	0	0	0	0
1970	142,627	55,247	1,460	0	0	0	0	142,627	55,247	1,460	30,679	6,458	9	0	0	173,306	61,705	1,469	30,679	6,458	9	0	0	0	0
1971	113,886	114,529	2,830	0	0	0	0	113,886	114,529	2,830	22,758	1,005	0	0	0	136,644	115,534	2,830	22,758	1,005	0	0	0	0	0
1972	152,535	35,486	2,467	0	0	0	0	152,535	35,486	2,467	44,768	1,248	0	0	0	197,303	36,734	2,467	44,768	1,248	0	0	0	0	0
1973	167,601	46,549	2,075	10,227	415	85	177,828	46,964	2,160	49,506	1,444	21	227,334	48,408	2,181	227,334	48,408	2,181	49,506	1,444	21	227,334	48,408	2,181	0
1974	187,350	83,189	953	3,931	786	7	191,281	83,975	960	41,065	2,776	20	232,346	86,751	980	232,346	86,751	980	41,065	2,776	20	232,346	86,751	980	0
1975	174,284	134,364	4,142	2,116	1,041	54	176,400	135,405	4,196	47,507	2,128	108	223,907	137,533	4,304	223,907	137,533	4,304	47,507	2,128	108	223,907	137,533	4,304	0
1976	182,083	136,873	11,179	28,583	2,908	458	210,666	139,781	11,637	50,738	1,076	0	261,404	140,857	11,637	261,404	140,857	11,637	50,738	1,076	0	261,404	140,857	11,637	0
1977	171,434	79,645	6,257	31,525	13,042	2,093	202,959	92,687	8,350	17,866	2,932	46	220,825	95,619	8,396	220,825	95,619	8,396	17,866	2,932	46	220,825	95,619	8,396	0
1978	167,938	178,072	10,806	14,839	6,583	490	182,777	184,655	12,296	15,715	3,011	241	198,492	187,666	12,537	198,492	187,666	12,537	15,715	3,011	241	198,492	187,666	12,537	0
1979	187,935	139,348	7,470	6,248	3,278	326	194,183	142,626	7,796	14,658	3,053	133	208,841	145,679	7,929	208,841	145,679	7,929	14,658	3,053	133	208,841	145,679	7,929	0

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

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

TABLE 1. Continued
TABLA 1. Continuación

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

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

YEAR AÑO	Western Pacific Pacífico occidental						Atlantic Ocean Océano Atlántico						Eastern Pacific Pacífico oriental											
	YF ¹ AA ¹	SK ¹ BR ¹	OS ² OE ²	YF ¹ AA ¹	SK ¹ BR ¹	BE ¹ PT ¹	OS ² OE ²	BF ¹ AZ ¹	BN ¹ BO ¹	AL ¹ AL ¹	RS ¹ BN ¹	OS ² OE ²	YF ¹ AA ¹	SK ¹ BR ¹	OS ² OE ²	YF ¹ AA ¹	SK ¹ BR ¹	BE ¹ PT ¹	OS ² OE ²	BF ¹ AZ ¹	BN ¹ BO ¹	AL ¹ AL ¹	RS ¹ BN ¹	OS ² OE ²
1961	0	0	0	14	111	0	0	8,968	3,205	2,670	0	237	206,514											
1962	0	0	0	0	0	0	0	12,358	3,575	1,292	0	193	183,024											
1963	0	0	0	14	1,827	0	2,985	13,527	3,424	3,769	0	265	203,265											
1964	0	0	0	0	4,069	0	3,123	10,161	7,387	3,671	5	248	186,824											
1965	0	0	0	50	173	0	1,390	7,529	4,192	710	18	178	187,214											
1966	0	0	0	0	4	0	124	17,524	4,909	2,139	10	466	181,243											
1967	0	0	0	1,252	542	0	858	6,491	11,072	4,133	0	127	248,553											
1968	0	0	0	7,371	4,213	17	0	6,587	8,804	4,900	0	139	228,541											
1969	0	0	0	20,513	5,489	163	0	7,634	3,193	3,305	0	1	252,168											
1970	0	227	0	10,391	13,280	215	1,790	4,373	5,223	4,934	0	30	276,943											
1971	0	0	0	4,595	20,156	649	1,820	9,020	10,580	2,723	6	70	304,627											
1972	0	0	0	14,270	14,891	234	1,094	13,892	9,781	5,327	663	404	297,060											
1973	0	0	0	4,302	24,705	125	746	11,084	8,747	2,553	1,845	392	332,422											
1974	35	0	0	6,528	21,693	957	178	5,147	4,889	5,272	4,125	1,080	369,981											
1975	0	363	0	15,884	8,310	74	909	8,097	18,711	3,643	585	305	422,625											
1976	247	5,482	2	2,509	2,842	43	469	11,641	4,817	3,644	1,673	1,226	448,493											
1977	865	9,707	4	8,546	7,197	365	130	5,768	12,377	1,648	1,522	2,145	375,114											
1978	24	8,102	49	11,474	9,382	274	369	5,903	5,331	1,355	2,373	898	444,229											
1979	1	4,840	0	3,491	3,097	234	659	6,743	1,990	326	1,525	1,359	386,714											

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

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

2OS (other species including, *inter alia*, Atlantic little tuna, Atlantic blackfin tuna and bullet or frigate tuna (*Auxis*)).

The catches of baitfish are not included.

2OE (other species que incluyen, entre otras, bacoreta del Atlántico, atún aleta negro del Atlántico y melvas (*Auxis*)).

3TOTAL (Total for all species from all areas, for all of Table 1).

3TOTAL (Suma total de todas las especies en todas las zonas de la Table 1).

TABLE 2. 1979 CYRA catch by flag of vessel and country of landing of yellowfin and skipjack (short tons).**TABLA 2.** Captura de atún aleta amarilla y barrilete (toneladas americanas) en 1979 en el ARCAA por bandera de embarcación y país de desembarque.

Country País	Yellowfin Aleta Amarilla		Skipjack Barrilete	
	Tons Toneladas	Percent Porcentaje	Tons Toneladas	Percent Porcentaje
Catch — Capturas				
Bermuda	1,797	0.9	4,260	3.0
Canada	319	0.2	1,476	1.0
Colombia	*		*	
Congo	*		*	
Costa Rica	4,323	2.2	5,558	3.9
Ecuador	10,724	5.5	19,441	13.6
Japan	740	0.4	0	0
Korea	1,659	0.8	877	0.6
Mexico	24,609	12.7	5,336	3.8
Netherlands	9,261	4.8	9,831	6.9
New Zealand	*		*	
Nicaragua	*		*	
Panama	9,172	4.7	6,108	4.3
Peru	1,499	0.8	1,137	0.8
Senegal	*		*	
Spain	*		*	
U.S.A.	117,988	60.8	76,707	53.8
Venezuela	*		*	
Total of *	12,092	6.2	11,895	8.3
Total CYRA	194,183		142,626	
Landings — Desembarques				
Canada	*		*	
Colombia	*		*	
Costa Rica	3,283	1.6	5,250	3.5
Ecuador	11,873	6.0	20,951	13.9
France	608	0.3	655	0.4
Italy	8,217	4.2	232	0.1
Japan	740	0.4	0	0
Mexico	21,073	10.6	7,259	4.8
Peru	1,575	0.8	1,321	0.9
Spain	1,637	0.8	705	0.5
U.S.A.	142,316	71.9	108,226	71.8
Venezuela	1,089	0.6	603	0.4
Total of *	5,441	2.8	5,531	3.7
Total	197,852		150,733	

TABLE 3. Logged yellowfin and skipjack tuna catches by major areas of the CYRA, in thousands of short tons, 1975-1979.**TABLA 3.** Capturas de atun aleta amarilla y barrilete registradas por zonas principales de pesca en el ARCAA, en millares de toneladas americanas, 1975-1979.

Area of catch Zona de captura	1975		1976		1977		1978		1979*	
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R
Yellowfin — Aleta Amarilla										
N of 20°N	14.9	7.2	3.9	9.5	12.8	0.9	17.5	9.1	37.2	0.8
15°N - 20°N	15.1	1.8	11.8	1.2	11.0	0.9	9.6	0.9	13.5	1.6
10°N - 15°N	24.7	1.3	28.5	2.2	23.5	2.0	31.0	6.3	29.0	6.4
5°N - 10°N	38.0	1.7	33.5	5.8	43.7	2.8	29.4	6.9	29.1	8.0
0° - 5°N	9.1	2.1	8.8	1.1	12.1	1.3	7.1	4.0	5.0	1.8
South of 0°	13.5	14.1	29.7	6.4	12.7	4.9	4.2	4.7	18.2	1.5
Total	115.3	28.2	116.2	26.2	115.8	12.8	98.8	31.9	132.0	20.1
Skipjack — Barrilete										
N of 20°N	5.7	7.5	4.6	11.2	5.5	2.2	5.8	6.0	14.6	1.2
15°N - 20°N	1.7	1.3	1.0	0.3	0.9	0.1	1.9	1.1	3.1	1.6
10°N - 15°N	3.5	1.9	31.7	2.5	7.6	1.1	28.7	2.5	14.4	1.5
5°N - 10°N	12.0	5.1	18.3	6.7	14.6	1.0	42.5	5.1	30.8	1.3
0° - 5°N	14.9	4.0	4.0	2.2	7.4	0.8	17.1	20.0	28.1	0.3
South of 0°	20.6	24.8	9.7	9.5	7.2	4.2	1.9	4.9	5.0	0.4
Total	58.4	44.6	69.3	32.5	43.2	9.4	97.9	39.6	96.0	6.3

NR = unregulated — no reglamentada

R = regulated — reglamentada

* = preliminary — preliminar

TABLE 4. Number and carrying capacity (short tons) of fishing vessels operating in the eastern Pacific Ocean by flag, gear and size class in 1979.**TABLA 4.** Número y capacidad de acarreo (toneladas americanas) de las embarcaciones pesqueras que maniobraron en 1979 en el Océano Pacífico oriental, por bandera, arte y clase de arqueo.

FLAG BANDERA	GEAR ARTE	SIZE CLASS CLASE DE ARQUEO						Total no. of vessels	Total capacity
		1	2	3	4	5	6	No. total embarcaciones	Capacidad total
Bermuda	Seiner				1	2	3	6	2,671
Canada	Seiner				1			1	*
Congo	Seiner						2	2	4,002
Costa Rica	Seiner			1	1	1	9	12	9,227
Ecuador	Seiner		8	20	8	2	3	41	7,643
	Baitboat	11						11	327
	Bolichera	13	1					14	405
Japan**									
Korea	Seiner						1	1	*
	Baitboat				3			3	690
Mexico	Seiner			1	4	5	15	25	14,622
	Baitboat		1	1	1			3	405
Neth. Antilles	Seiner						8	8	9,338
New Zealand	Seiner						1	1	*
Nicaragua	Seiner						2	2	3,800
Panama	Seiner						5	5	6,766
Peru	Seiner			2	2	3	3	10	4,744
Senegal	Seiner						3	3	2,258
Spain	Seiner						2	2	1,429
U.S.A.	Seiner	1	13	9	8	9	98	138	110,919
	Baitboat	3	17	8				28	2,557
	Jigboat	3						3	30
Venezuela	Seiner						2	2	2,222
Total of *									2,274
All Flags	Seiner	1	21	33	25	22	157	259	181,915
	Baitboat	14	18	9	4			45	3,979
	Bolichera	13	1					14	405
	Jigboat	3						3	30
Total all gear		31	40	42	29	22	157	321	186,329

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

GEAR—ARTE	1	2	3	4	5	6	Total
Seiner	48	1,769	4,873	6,211	7,995	161,019	181,915
Baitboat	469	1,375	1,223	912			3,979
Bolichera	342	63					405
Jigboat	30						30
Total	889	3,207	6,096	7,123	7,995	161,019	186,329

*The number of Japanese longliners operating in the CYRA each month during 1979 varied between 18 and 58. Information concerning their capacity is not available.

*El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1979 fluctuó entre 18 y 58. No se dispone de la información sobre su capacidad.

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

Year Año	Species Especies	SIZE CLASS — CLASE DE ARQUEO								All Todas
		3	4	5	6	7	8	9	10	
1970	YF	3.37	2.62	2.74	3.12	2.96	2.37	1.62		2.77
	SJ	1.67	1.33	1.30	.77	.63	.80	.74		.95
	other	.57	.38	.42	.15	.12	.00	.01		.21
	all	5.61	4.33	4.46	4.04	3.71	3.17	2.37		3.93
1971	YF	1.66	1.69	1.62	2.08	2.49	1.31	.95	.96	1.74
	SJ	1.08	1.24	1.46	1.17	1.45	1.95	1.96	2.27	1.53
	other	1.70	.83	.55	.13	.13	.04	.08	.05	.32
	all	4.44	3.76	3.63	3.38	4.07	3.30	2.99	3.28	3.59
1972	YF	1.62	1.57	1.53	2.55	2.92	2.09	1.63	1.62	2.08
	SJ	.77	.36	.67	.22	.40	.38	.42	.54	.42
	other	2.15	1.04	.70	.26	.08	.07	.05	.02	.30
	all	4.54	2.97	2.90	3.03	3.40	2.54	2.10	2.18	2.80
1973	YF	1.89	1.67	1.89	2.12	2.72	2.08	1.66	1.22	1.88
	SJ	.43	.33	.42	.36	.37	.42	.62	.74	.51
	other	1.70	.72	.62	.17	.09	.07	.08	.06	.20
	all	4.02	2.72	2.93	2.65	3.18	2.57	2.36	2.02	2.59
1974	YF	2.05	1.96	1.85	1.75	2.10	1.43	1.74	1.14	1.65
	SJ	.58	.78	.63	.72	.55	.64	.73	.96	.74
	other	1.53	.51	.39	.14	.00	.01	.03	.04	.12
	all	4.16	3.25	2.87	2.61	2.65	2.08	2.50	2.14	2.51
1975	YF	2.04	2.14	1.82	1.89	2.03	1.09	1.52	1.06	1.51
	SJ	1.40	1.53	.90	.79	.63	.81	.75	.83	.83
	other	1.96	1.17	.74	.38	.03	.21	.05	.04	.22
	all	5.40	4.84	3.46	3.06	2.69	2.11	2.32	1.93	2.56
1976	YF	1.78	1.46	1.37	1.36	1.80	1.18	1.76	1.31	1.56
	SJ	.91	1.41	.88	.92	.99	.79	.82	.68	.84
	other	.95	.71	.78	.25	.13	.13	.08	.13	.18
	all	3.64	3.58	3.03	2.53	2.92	2.10	2.66	2.12	2.58
1977	YF	1.79	1.30	1.41	.93	1.61	1.02	1.34	1.27	1.31
	SJ	1.24	.71	.58	.44	.59	.50	.52	.53	.55
	other	1.06	.95	.94	.31	.18	.09	.06	.05	.17
	all	4.09	2.96	2.93	1.68	2.38	1.61	1.92	1.85	2.03
1978	YF	1.19	1.58	1.61	1.01	1.49	.97	1.18	.90	1.14
	SJ	1.34	1.20	.98	.92	1.01	1.11	1.22	1.04	1.11
	other	.49	.56	.54	.24	.12	.10	.10	.07	.15
	all	3.02	3.34	3.14	2.17	2.61	2.18	2.50	2.01	2.41
1979*	YF	1.26	1.97	1.62	1.33	1.41	.97	1.12	.86	1.13
	SJ	1.40	1.26	.87	.47	.92	.69	.82	.72	.81
	other	.40	.47	.28	.20	.06	.09	.07	.05	.11
	all	3.06	3.70	2.77	2.00	2.39	1.75	2.01	1.63	2.05

*Preliminary — preliminar

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

Source	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean square	F
Origen	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrada	
Year - año	9	693.6	77.1	59.6
Quarter - trimestre	3	21.3	7.1	5.4
Stratum type Tipo de estrato	2	119.9	59.9	45.6
Year and stratum type interaction Interacción del año y tipo de estrato	18	327.7	18.2	13.8
Capacity - capacidad	2	12.8	6.4	4.9
Capacity and stratum type interaction Interacción de la capacidad y tipo de estrato	4	70.6	17.6	13.4
Aerial assistance Ayuda aérea	1	70.8	70.8	53.8
Speed - velocidad	1	149.1	149.1	113.3
Sea surface temperature temperatura de la superficie del mar	1	183.1	183.1	139.2
Net length Longitud de la red	1	10.3	10.3	7.8
Residual - residual	16,782	22,074	1.3	

TABLE 7. Estimated kills of porpoise during 1979.**TABLA 7.** Mortalidad estimada de delfines en 1979.

Porpoise stock	U.S. flag vessels	Non-U.S. flag vessels	Total
Población de delfines	Barcos con pabellón de los EEUU	Barcos con pabellón de otros países	Total
Offshore spotted Manchado de alta mar	9,070	3,246	12,316
Coastal spotted Manchado costero	93		93
Eastern Spinner Tornillo oriental	1,255	42	1,297
Whitebelly spinner Tornillo panza blanca	2,631	354	2,985
Common dolphin Delfin común	4,756	2,383	7,139
Striped dolphin Delfin listado	263	271	534
Bottlenosed dolphin Delfin negro	10		10
Others & unidentified Otros y sin identificar	471		471
Total	18,549	6,296	24,845

TABLE 8. Estimated kills of porpoise for the years 1973-1979 in thousands of animals. Totals differ from the sum of the columns because of rounding errors.

TABLA 8. Mortalidad estimada de delfines en millares de animales, correspondiente a los años de 1973 a 1979. Los totales difieren de la suma de las columnas debido a errores al redondear las cifras.

Stock							
Población	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979*
Coastal spotted Manchado costero	4						
Offshore spotted Manchado de alta mar	142	91	100	68	22	19	12
Eastern spinner Tornillo oriental	31	25	43	8	5	2	1
Whitebelly spinner Tornillo panza blanca	47	45	36	37	5	4	3
Common dolphin Delfin común	28	5	3	7	17	3	7
Striped dolphin Delfin listado			1	3			1
Other & unidentified Otros y sin identificar				1			
Total	252	166	183	123	49	29	25

*1979 data are provisional

Los datos de 1979 son provisionales

TABLE 9. Logged purse-seine catch of yellowfin associated with porpoise, eastern Pacific east of 150°W.

TABLA 9. Captura cerquera registrada de aleta amarilla asociado con delfines en el Océano Pacífico oriental al este de los 150°W.

Years Años	Catch Captura
1973	149,166
1974	119,773
1975	133,995
1976	141,992
1977	120,004
1978	67,276
1979*	90,608

*1979 data are provisional
Los datos de 1979 son provisionales

TABLE 10. Quotas, catches, CPSDFs (Class-3 purse seiners), and CPDFs (Class-6 purse seiners) for yellowfin in the eastern Pacific Ocean, 1967-1979. The quotas and catches are in thousands of short tons, and the CPSDFs and CPDFs in short tons. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered.

TABLA 10. Cuotas, capturas, CPDNP (class 3 de cerqueros) y CPDP (clase 6 de cerqueros) correspondientes al aleta amarilla del Océano Pacífico oriental, 1968-1979. Las cuotas y las capturas se indican en miles de toneladas americanas y las CPDNP y las CPDP en toneladas americanas. Los datos de la CPDNP se ajustan para compensar el aumento de las pescas positivas al capturar cardúmenes de peces que se encuentran.

Year	Quota	Inside CYRA Catch	CPSDF	Outside CYRA Catch	CYRA CPDF	Total catch
Año	Cuota	En el ARCAA Captura	CPDNP	Fuera del ARCAA Captura	CPDP	Captura total
1967	84.5	89.6	5.1	0.0	—	89.6
1968	93	114.6	6.1	1.2	—	115.8
1969	120	126.9	5.9	19.2	20.4	146.1
1970	120	142.6	6.0	30.7	11.7	173.3
1971	140 + (2x10)*	113.9	4.2	22.8	10.6	136.6
1972	120 + (2x10)	152.5	6.0	44.8	12.5	197.3
1973	130 + (3x10)	177.8	5.2	49.5	13.0	227.3
1974	175 + (2x10)	191.3	4.6	41.1	10.2	232.3
1975	175 + (2x10)	176.4	3.6	47.5	12.2	223.9
1976	175 + (2x10)	209.4	3.8	50.7	12.7	260.1
1977	175 + (20+15)	203.6	3.3	16.9	10.2	220.5
1978	175 + (20+15)	182.8	2.8	15.7	9.7	198.5
1979**	175 + (20+15)	194.2	2.5	14.6	8.1	208.8

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

**preliminary estimates of annual values.

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

**estimación preliminar de los valores anuales.

TABLE II. Estimated numbers of fish, in thousands, of the X and Y cohorts during the 1965 through 1979 seasons.
TABLA II. Cantidades estimadas de peces, en millares, de los grupos X e Y durante las temporadas de 1965 a 1979.

Season Temporada	Quarter Trimestre	Y				X+Y				X			
		IV	III	II	I	0	V+	IV	III	II	I		
1965	1	56	414	1,632	9,248	0	80	175	1,002	3,616	12,518		
	2	34	240	1,028	7,419	0	80	111	567	2,233	10,247		
	3	28	151	658	4,686	15,260	80	80	369	1,007	8,244		
	4	23	116	470	3,274	12,370	80	63	253	712	5,711		
1966	1	69	284	2,314	10,095	0	130	138	510	3,965	33,056		
	2	41	114	1,396	6,955	0	130	73	299	2,769	28,046		
	3	29	70	721	4,396	15,170	130	47	206	1,474	21,206		
	4	24	45	362	3,203	13,177	130	33	143	1,099	16,408		
1967	1	31	225	2,263	10,317	0	112	84	847	12,159	17,092		
	2	23	119	1,539	6,697	0	112	59	399	8,504	16,424		
	3	19	75	1,169	4,100	27,666	112	48	161	6,211	13,104		
	4	15	61	945	3,080	22,651	112	40	127	4,919	10,507		
1968	1	50	704	2,096	18,357	0	54	104	3,638	8,264	23,519		
	2	33	482	1,306	13,054	0	54	61	2,399	6,132	19,265		
	3	24	360	943	8,834	17,483	54	33	1,669	4,574	15,588		
	4	20	292	739	6,847	13,787	54	27	1,303	2,814	12,429		
1969	1	218	539	5,172	10,880	0	47	908	2,546	9,927	18,210		
	2	152	340	3,731	7,390	0	47	550	1,530	7,535	14,819		
	3	124	240	2,879	4,925	18,444	47	450	1,064	5,901	11,714		
	4	102	196	2,247	3,742	15,100	47	369	879	4,807	9,221		
1970	1	139	1,758	2,207	12,018	0	150	653	3,486	6,271	18,671		
	2	90	1,222	1,120	8,565	0	150	451	2,380	3,988	14,593		
	3	74	938	824	5,998	20,420	150	369	1,832	3,030	11,522		
	4	60	768	638	4,626	16,751	150	302	1,544	2,460	8,862		
1971	1	611	428	3,315	13,357	0	286	1,179	1,674	5,950	25,325		
	2	500	270	2,308	9,564	0	286	914	938	3,833	19,501		
	3	409	215	1,788	7,167	14,141	286	743	630	2,871	15,676		
	4	335	168	1,424	5,645	11,575	286	620	498	2,277	12,457		
1972	1	103	734	4,055	8,767	0	281	173	1,448	9,407	15,196		
	2	60	295	2,894	5,653	0	281	35	792	6,355	12,004		
	3	49	204	2,267	3,786	23,500	281	24	569	4,473	9,747		
	4	40	166	1,808	2,819	19,721	281	23	456	3,515	7,913		

TABLE II. Continued
 TABLA II. Continuación

Season Temporada	Quarter Trimestre	Y				0	X+Y				X			
		IV	III	II	I		V+	IV	III	II	I	IV	III	II
1973	1	88	955	1,699	15,081	0	197	242	2,516	6,346	18,181			
	2	39	356	959	7,657	0	197	102	1,674	4,849	15,616			
	3	30	212	700	3,319	50,693	197	72	1,225	3,696	12,615			
	4	25	166	566	2,415	41,501	197	58	981	2,858	10,197			
1974	1	98	334	1,776	31,458	0	150	703	1,554	8,022	32,063			
	2	56	176	1,292	17,491	0	150	502	738	6,159	25,713			
	3	44	132	1,036	9,383	19,758	150	406	544	4,840	20,337			
	4	36	101	832	6,827	15,622	150	331	418	3,795	15,909			
1975	1	53	586	4,751	11,921	0	72	255	2,445	11,460	23,666			
	2	17	381	3,294	8,526	0	72	135	1,417	7,711	18,614			
	3	8	282	2,476	6,196	22,877	72	90	999	5,562	14,047			
	4	7	228	1,814	4,822	17,659	72	72	783	4,267	10,599			
1976	1	169	1,090	3,547	11,854	0	88	565	3,130	7,466	18,450			
	2	117	581	2,307	6,406	0	88	377	2,210	4,393	14,754			
	3	96	365	1,536	3,549	20,014	88	271	1,645	2,699	11,570			
	4	78	229	1,121	2,283	16,028	88	194	1,267	1,994	8,775			
1977	1	114	714	1,492	11,783	0	100	936	1,392	6,485	17,350			
	2	64	362	983	7,202	0	100	698	758	4,198	13,859			
	3	46	151	627	4,163	46,617	100	533	351	2,469	10,646			
	4	37	57	423	2,505	35,131	100	416	189	1,539	7,898			
1978	1	24	279	1,565	22,499	0	86	124	994	5,728	25,354			
	2	12	189	1,102	11,597	0	86	90	695	4,082	17,147			
	3	8	132	817	5,988	20,000	86	63	517	2,933	10,908			
	4	6	81	584	3,771	14,000	86	41	380	2,134	7,330			
1979	1	43	419	2,215	8,992	0	100	247	1,356	4,817	20,000			
	2	25	308	1,160	5,077	0	100	156	763	3,280	13,505			
	3	16	210	710	3,060	20,000	100	105	500	2,297	8,639			
	4	12	140	480	2,040	14,000	100	70	348	1,531	5,759			

TABLE 12. Estimated recruitment in thousands of fish of the 1966-1979 X and Y cohorts, and of the X and Y cohorts combined.**TABLA 12.** Reclutamiento estimado en millares de peces de los grupos X e Y (1966-1979) y de estos dos grupos combinados.

Cohort Grupo	Y	X	X+Y
1966	15,260	33,056	48,316
1967	15,170	17,092	32,262
1968	27,666	23,519	51,185
1969	17,483	18,210	35,693
1970	18,444	18,671	37,115
1971	20,420	25,325	45,745
1972	14,141	15,196	29,337
1973	23,500	18,181	41,681
1974	50,693	32,063	82,756
1975	19,758	23,666	43,424
1976	22,877	18,450	41,327
1977	20,014	17,350	37,364
1978	46,617	25,354	71,971
1979*	20,000	20,000	40,000
Average Promedio	23,717	21,724	45,441

*Preliminary — preliminar

