

---

**ANNUAL REPORT**

*of the*

**Inter-American Tropical Tuna Commission**

---

**1977**

---

---

**INFORME ANUAL**

*de la*

**Comision Interamericana Del Atun Tropical**

---

**La Jolla, California  
1978**

## CONTENTS — INDICE

### ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION .....	7
COMMISSION MEETINGS .....	7
ADMINISTRATION .....	10
Budget .....	10
Financial statement .....	10
Inter-agency cooperation .....	13
Field offices .....	14
PUBLICATIONS AND REPORTS .....	14
THE FISHERY IN 1977 .....	16
Résumé .....	16
Statistics of catch and landings .....	17
The tuna fleets of the eastern Pacific Ocean .....	19
RESEARCH IN 1977 .....	21
Abundance of tunas and success of fishing .....	21
Population structure and migrations .....	25
Other aspects of tuna biology .....	30
Tuna-porpoise studies .....	38
Oceanography and tuna ecology .....	39
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1977 AND OUTLOOKS FOR 1978 .....	43
Yellowfin .....	44
Skipjack .....	54
RESOURCE MANAGEMENT .....	55

## VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION .....	58
REUNIONES DE LA COMISION .....	58
ADMINISTRACION .....	61
Presupuesto .....	61
Declaración financiera .....	61
Colaboración entre entidades afines .....	64
Oficinas regionales .....	65
PUBLICACIONES E INFORMES .....	65
LA PESCA EN 1977 .....	67
Resumen .....	67
Estadísticas de captura y desembarque .....	68
La flota atunera del Océano Pacífico oriental .....	71
INVESTIGACION EN 1977 .....	73
Abundancia de atunes y resultados de pesca .....	73
Estructura de la población y migración .....	78
Otros aspectos de la biología atunera .....	83
Estudios atún-delfín .....	92
Oceanografía y ecología del atún .....	93
CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1977 Y PERSPECTIVAS PARA 1978 .....	98
Atún aleta amarilla .....	98
Barrilete .....	109
ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS .....	111

---

### APPENDIX I — APENDICE I

STAFF — PERSONAL .....	114
------------------------	-----

### APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS .....	117
---	-----



**COMMISSIONERS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA  
COMMISSION AND THEIR PERIODS OF SERVICE FROM ITS  
INCEPTION IN 1950 UNTIL DECEMBER 31, 1977**

**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 1977**

**COSTA RICA**

Virgilio Aguiluz .....1950-1965  
 José L. Cardona-Cooper .....1950-  
 Victor Nigro .....1950-1969  
 Fernando Flores B. ....1958-1977  
 Milton H. López G. ....1965-1977  
 Eduardo Beeche T. ....1969-1971  
 Francisco Terán Valls .....1971-1977  
 Manuel Freer .....1977-  
 Gabriela Myers .....1977-  
 Rodolfo Sáenz O. ....1977-

**UNITED STATES OF AMERICA**

Lee F. Payne .....1950-1961\*  
 Milton C. James .....1950-1951  
 Gordon W. Sloan .....1951-1957  
 John L. Kask .....1952  
 John L. Farley .....1953-1956  
 Arnie J. Suomela .....1957-1959  
 Robert L. Jones .....1958-1965†  
 Eugene D. Bennett .....1950-1968‡  
 J. L. McHugh .....1960-1970  
 John G. Driscoll, Jr. ....1962-1975\*\*  
 William H. Holmstrom .....1966-1973  
 Donald P. Loker .....1969-1976  
 William M. Terry .....1970-1973§  
 Steven E. Schanes .....1973-1974  
 Robert C. Macdonald .....1973-  
 Wilvan G. Van Campen .....1974-1976  
 Jack Gorby .....1975-  
 Glen H. Copeland .....1976-1977  
 Wymberley Coerr .....1977-  
 Gerald V. Howard .....1977-

**MEXICO**

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

**PANAMA**

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

**CANADA**

Emerson Gennis .....1968-1969  
 A. W. H. Needler .....1968-1972  
 E. B. Young .....1968-  
 Leo E. Labrosse .....1970-1972  
 Robert L. Payne .....1970-1974  
 G. Ernest Waring .....1970-1976  
 S. N. Tibbo .....1974-1977  
 James S. Beckett .....1977-

**JAPAN**

Tomonari Matsushita .....1971-1973  
 Shoichi Masuda .....1971-  
 Fumihiko Suzuki .....1971-1972  
 Seiya Nishida .....1972-1974  
 Kunio Yonezawa .....1973-  
 Harunori Kaya .....1974-1976  
 Michio Mizoguchi .....1976-1977

**FRANCE**

Serge Garache .....1973-  
 Robert Letaconnoux .....1973-  
 René Thibaudau .....1976-1977

**NICARAGUA**

Gilberto Bergman Padilla .1973-  
 Antonio Flores Arana .....1973-1976  
 José B. Godoy .....1976-  
 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 1977**

**INTRODUCTION**

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

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

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

The scientific program is now in its 27th 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 1977 the Commission's staff had published 113 bulletins, 172 articles in outside journals, and 26 annual reports. All scientific and annual reports have been given world-wide distribution, and thus have been made available for the critical scrutiny of a wide section of the world's scientific community.

**COMMISSION MEETINGS**

The Commission held two meetings in 1977, the 34th from June 27 to 29 in San Diego, California, and the 35th on October 17 and 18 in Mexico City.

The 34th meeting was convened in accord with a decision made at the 33rd meeting that the staff undertake a comprehensive technical review of all existing information pertaining to the tuna-porpoise problem, and prepare a detailed proposal for porpoise research by the Commission which would then be reviewed at a special meeting of the Commission.

The following agenda was approved by the Commission at the outset of the 34th meeting and followed throughout the session:

1. Opening of the meeting
2. Consideration and adoption of the agenda
3. Review of the tuna-porpoise problem
4. Discussion and action by the Commission
5. Other business
6. Adjournment.

The Commission passed the following resolution concerning IATTC participation in research relative to the tuna-porpoise problem:

*Recalling that* at the 33rd meeting of the Inter-American Tropical Tuna Commission, the member nations agreed that the IATTC should concern itself with problems arising from the tuna-porpoise relationship in the eastern Pacific Ocean, and requested the Director of Investigations to prepare a review of existing information on such problems and to submit proposals for a possible Commission role, and

*Having received* that report and discussed its contents at the 34th meeting of the IATTC held in San Diego, June 27-29, 1977, and

*Having concluded* that the IATTC should undertake activities to evaluate the populations of porpoise in the eastern Pacific Ocean and implement programs designed to reduce to the maximum extent feasible the incidental mortality of porpoise by vessels involved in the fishery for yellowfin tuna in accordance with the Commission's objectives.

Therefore *recommends* to the high contracting parties that they take joint action to empower the IATTC staff to:

- a) Prepare a detailed program and itemized budget to carry out the activities listed below for distribution to member nations as soon as practicable for their review;
- b) Recruit and/or select and train scientific technicians from member or non-member nations to collect data from vessels at sea on the stocks of porpoise in the eastern Pacific Ocean which can be used to estimate porpoise mortality induced by



fishing and to evaluate the effect of this mortality and other factors on porpoise abundance. When requested by any nation, the scientific technician will be of the same nationality as the flag of the vessel;

- c) As appropriate, convene meetings of scientists and other experts to confer with the Commission staff in its porpoise-related studies;
- d) Plan, coordinate, and conduct workshops and seminars to evaluate and disseminate porpoise-saving techniques and gear technology;
- e) Hire the Commission staff necessary to carry out the above activities and any related analyses, to participate in porpoise population research and, as appropriate, to prepare recommendations designed to reduce porpoise mortality;

and further, *calls upon* the high contracting parties to take action necessary to make it possible for the Commission to undertake these responsibilities.

All member countries except France were represented by one or more Commissioners at the 34th meeting. (France later gave her approval by cable to the above resolution.) In addition there were observers from Bermuda, Colombia, Ecuador, Honduras, Italy and Peru.

At the Commission's 35th meeting (October 17 and 18) each member country, except France, was again represented by one or more of its regular Commissioners. Also there were observers from Colombia, Guatemala, Korea, Peru, Spain and the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas.

The following agenda was adopted by the Commission:

1. Opening of the Meeting
2. Consideration and Adoption of the Agenda
3. Review of Current Research
4. The 1977 Fishing Year
5. Condition of the Yellowfin Stock and Recommendations for 1978
6. A Review of the Proposed Tuna-Porpoise Study, and the Corresponding Budget for FY 1978-1979
7. Recommended Research Program and Budget for FY 1979-1980

8. Place and Date of Next Meeting
9. Election of Officers
10. Other Business
11. Adjournment.

Agenda items 1, 2, 3, 4, 6 and 7 were covered during the meeting. Under item 6 the Commission approved a porpoise research budget of \$640,427 for fiscal year 1978-1979, and under item 7 it approved a total Commission budget (including porpoise research) of \$2,126,647 for fiscal year 1979-1980. The meeting was recessed without dealing with agenda items 5, 8, 9, 10 and 11, pending an agreement by the Intergovernmental Meeting on a yellowfin conservation regime for 1978.

## **ADMINISTRATION**

### **BUDGET**

At the Commission's 32nd meeting, held in Paris, France, in 1975, the Commission unanimously approved the research program for fiscal year 1977-1978 presented by the Director of Investigations, as well as the estimated budget of \$1,225,498 to carry it out. The small increase (about \$44,000) over the amount budgeted for the previous fiscal year (1976-1977) is being used to offset partially the higher salary costs in FY 1977-1978 resulting from inflationary pressures. From all indications at the end of 1977 the Commission will be funded for the full amount of its request in FY 1977-1978 which will enable the staff to finish the skipjack tagging project begun in the Marquesas Islands in FY 1976-1977.

Following its 34th meeting in San Diego, California in June 1977, the Commission agreed to a supplementary budget of \$572,560 for FY 1977-1978 to carry out the special tuna-porpoise research project agreed to at that meeting. As of December 31, 1977, the Commission had not received any of this money.

### **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 1976-1977 is shown below:

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION****Source and Disposition of Funds  
October 1, 1976 to September 30, 1977  
U. S. DOLLAR ACCOUNT****Source of Funds**

Unexpended balance (including unliquidated obligations)* October 1, 1976 .....	\$ 254,215.24
U.S.A. ....	1,071,800.00
Mexico .....	61,355.00
Canada .....	63,123.00
Japan .....	18,968.00
Costa Rica .....	15,193.04
Panama .....	750.00
France .....	7,795.00
Nicaragua .....	1,500.00
Other receipts .....	23,774.28
<b>TOTAL .....</b>	<b>\$1,518,473.56</b>

\*The unexpended balance includes \$48,164.78 of unpaid commitments.

**Disposition of Funds**

Advances .....	\$ 28,077.88
Project expenditures	
1) By project	
A. Administrative expenses .....	\$275,339.28
B. Research on bait species .....	—
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics .....	175,765.33
D. Tuna biology .....	469,616.51
E. Oceanography .....	21,132.19
F. Tuna tagging .....	144,196.63
G. Rapid collection of catch statistics for regulation .....	50,381.78
2) By budget object	
01—Salaries .....	672,281.58
02—Travel .....	83,774.68
03—Transportation of things .....	7,579.57
04—Communications .....	13,529.81
05—Rents and utilities .....	3,725.25
06—Printing and binding .....	20,963.51
07—Contractual services .....	113,005.77
08—Supplies and materials .....	21,931.53
09—Equipment .....	22,564.50
13—Rewards for tags .....	19,482.00
15—Employer's contributions to U.S. Social Security .....	31,772.57
16—Life insurance .....	874.14
17—Employer's contribution to Pension Plan ...	93,865.16
18—Disability insurance .....	1,890.55
19—Employer's contribution to Group insurance .....	14,534.51
20—Accidental death and dismemberment .....	1,693.59
21—Workmen's Compensation .....	12,943.00
	<b>\$1,136,431.72</b>
Purchase of soles (for operations in Peru) .....	8,000.00
Purchase of sucres (for operations in Ecuador) .....	8,000.00
Cash in bank .....	338,660.29
Cash on hand .....	150.00
	<b>\$338,810.29</b>
Less reserves	
Group Insurance .....	—(186.47)
Pension .....	1,457.80
	<b>\$ 337,538.96</b>
Deposits .....	425.00
<b>TOTAL .....</b>	<b>\$1,518,473.56</b>

**COSTA RICAN COLON ACCOUNT****Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1976 .....	¢	637.21
Cash in bank .....	¢	637.21

**ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT****Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1976 .....	S/.	311,426.40
Purchase of sucres with dollars .....		213,328.00
<b>TOTAL</b> .....	S/.	524,754.40

**Disposition of Funds**

Advances .....	S/.	20,000.00
Project expenditures		
1) By project		
C. Collection, compilation and analysis		
of catch statistics .....	S/.	12,475.50
D. Tuna biology .....		61,547.59
F. Tuna tagging .....		12,675.00
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation .....		139,090.37
2) By budget object		
01—Salaries .....		126,000.00
02—Travel .....		41,815.82
03—Transportation of things .....		977.80
04—Communications .....		19,893.95
05—Rents and utilities .....		18,489.80
06—Printing .....		6,856.85
07—Contractual services .....		6,320.00
08—Supplies and material .....		4,759.24
09—Equipment .....		
13—Tag rewards .....		675.00
Cash in bank .....		225,788.46
<b>TOTAL</b> .....	S/.	524,754.40

**PERUVIAN SOL ACCOUNT****Source of Funds**

Unexpended balance October 1, 1976 .....	S/o.	531,258.28
Purchase of soles with dollars .....		645,373.00
<b>TOTAL</b> .....		1,176,631.28

**Disposition of Funds**

Advances .....		15,600.00
1) By project		
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation .....		516,352.15
2) By budget object		
01—Salaries .....		392,040.74
02—Travel .....		58,156.60
04—Communications .....		2,763.50
05—Rents and utilities .....		27,500.00
07—Contractual services .....		864.00
08—Supplies and materials .....		1,525.00
15—Employer's contribution to		
Social Security .....		33,502.31
Cash in bank .....		516,352.15
<b>TOTAL</b> .....	S/o.	1,176,631.28

## INTER-AGENCY COOPERATION

During 1977 the scientific staff continued to maintain close contact with university, governmental and private research organizations and institutions on both the national and international level. This contact enables the staff to keep abreast of the rapid advances and developments taking place in world fisheries oceanography and research. Some aspects of these relationships are described below.

The Commission's headquarters are located on the campus of Scripps Institute 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 1977 the Commission maintained close working relationships with fishery agencies and institutes of its member countries as well as similar institutions in other parts of Asia, Europe, Latin America and the Pacific Islands.

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

The Commission received a number of visiting scientists from various nations ranging from a few days to several months. A scientist from the Ocean Research Institute (University of Tokyo) spent one year (August 1976 to August 1977) at Commission headquarters working on a joint-research project to develop a mathematical model for estimating the effect of fishing effort on estimates of dispersion of tagged fish. His salary was paid jointly by the Commission and the U.S. National Marine Fisheries Service.

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.

The Commission co-sponsored (together with Hubbs-Sea World Research Institute and the National Marine Fisheries Service) a workshop on tuna physiology from January 15 to 20. Dr. Gary D. Sharp of the Commission's staff served as Chairman. The meeting was attended by 20 contributors. Papers presented and topics of discussion ranged from the evolution and comparative morphology, biochemistry and ecology of

tunas in general, to the thermal biology, hydrodynamics and energetics of specific examples. The proceedings are to be published shortly by Academic Press.

### **FIELD OFFICES**

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

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

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

One 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.

One technician is stationed in Panama, where he collects logbook records of vessels which transfer their catches to freezer vessels in that country and of vessels which pass through the Panama Canal to unload in Atlantic ports or to fish in the Atlantic Ocean after having fished in the eastern Pacific Ocean. He also devotes some of his time to the measurement of tunas.

The Commission has two staff members in Manta, Ecuador. Ecuador's sizeable tuna industry is centered there, and Salinas and Guayaquil, the other two principal ports, are fairly accessible to Manta. The Commission personnel in Ecuador concentrate their efforts chiefly on the collection of catch statistical data, but also devote time to tagging, collection of tuna blood and morphometric samples and studies of tuna baitfish.

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

### **PUBLICATIONS AND REPORTS**

The prompt and complete publication of research is one of the most important elements of the Commission's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community,

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

The Commission publishes the research of its staff, and of cooperating scientists, in its Bulletin series. During 1977, three additional publications were issued in this series, in English and Spanish:

Vol. 17, No. 2—Spawning of yellowfin tuna and the discrimination of subpopulations, *by* Phyllis Farrington Knudsen.

Vol. 17, No. 3—Nutrient-phytoplankton interrelationships in the eastern tropical Pacific Ocean, *by* William H. Thomas.

Vol. 17, No. 4—TUNPØP: a simulation of the dynamics and structure of the yellowfin tuna stock and surface fishery of the eastern Pacific Ocean, *by* Robert C. Francis.

One additional Commission Internal Report was also prepared in 1977:

No. 10—Estimates of the rates of mortality of skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *by* William H. Bayliff.

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

165. Stevenson, M. R., F. R. Miller and R. G. Kirkham. 1976. Comparison of NOAA 3-4 VHRR Imagery and LANDSAT Multi-Spectral Scanner Images with Marine Resource Measurements. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm. Final Report for SPOC (NESS/NOAA) Grant No. 04-6-158-44043: 111 pp.
166. Stevenson, M. R. and S. M. Barker. 1977. Sea Surface Temperature Atlas. Data Report supported by Project 3071 of Texas A and M University: 65 pp.
167. Bayliff, William H. 1977. The eastern Pacific tuna fisheries in 1976. Pacific Fish. Rev. (The Fishermen's News), 33 (2): 35, 37-40.
168. Stevenson, Merritt R. and Lawrence Small, 1977. Physical and biological measurements, July 29 - August 5, 1973. Intern. Decade of Ocean Explor., Coastal Upwelling Ecosystem Analysis, Tech Rpts. (34): 50 pp.
169. Allen, R. 1977. Standardization of fishing effort. Maguro Gyogyō Kyōgikay Gijiroku, Suisancho-Enyō Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency-Far Seas Fisheries Research Laboratory Japan), 315 pp.

170. Joseph, James, 1977. The management of highly migratory species—some important concepts. *Marine Policy* 1 (4): 275-288.
171. Sharp, Gary D. and Ronald C. Dotson. 1977. Energy for migration in albacore, *Thunnus alalunga*. *Fishery Bull.*, 75 (2): 447-450.
172. Klawe, W. L. 1977. What is a tuna? *Marine Fish. Rev.*, 39 (11): 1-5.

## THE FISHERY IN 1977

### RESUME

During 1977 vessels of 17 nations (Bermuda, Canada, Colombia, the Congo, Costa Rica, Ecuador, Japan, 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 33rd meeting, held in October 1976, the Commission expressed 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 tons of yellowfin for 1977, and made provisions for increasing this amount by two successive increments of 20,000 and 15,000 tons if such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also established a special allowance of 6,000 tons for small vessels, a 15-percent incidental catch allowance, and a 13,000-ton allowance for newly-constructed vessels of countries which met certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin.

At its 35th meeting, held in October 1977, the Commission staff recommended that the same quota as established in 1977 be continued during 1978. This recommendation was not acted on during the October meeting and is still pending approval.

During 1965 through 1976 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tunas in the eastern Pacific Ocean increased from 46,743 to 183,398 tons, but by the end of 1977 this had decreased to 183,142 tons.



During 1977 this fleet captured 204,476 tons of yellowfin and 91,148 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 16,946 tons of yellowfin and 2,742 tons of skipjack. Also, about 16 vessels which had participated in the CYRA fishery in 1977 also fished in the Atlantic Ocean and caught 8,399 tons of yellowfin and 7,097 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 for small boats and newly-constructed vessels. The closure date during 1977 was July 7 (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, and March 27, 1976. The extended open season during 1977 was due to a sharp reduction of effort, and thus of catch, during early 1977.

## **STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS**

### **Eastern Pacific data**

The annual catches of yellowfin and skipjack from the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA) (Figure 1) during 1958-1977 are shown in Table 1. The preliminary estimate of the yellowfin catch in 1977 is 204,476 tons, which is the second largest catch ever taken from the CYRA; it is 4,924 tons less than the 1976 catch, which was the largest ever, and 22,988 tons greater than the average annual catch of the previous five years. Included in this catch are 28,862 tons captured in the Experimental Fishing Area (Figure 1). The preliminary estimate of the 1977 skipjack catch from the CYRA is 91,148 tons. The 1977 catch is 49,410 less than the 1976 catch, which was the largest ever, but 2,742 tons greater than the average catch for the previous five years. Included in the skipjack catch are 12,639 tons captured in the Experimental Fishing Area. The preliminary estimate of the combined catch of yellowfin and skipjack for 1977 from the CYRA is 295,624 tons, 54,334 tons less than the catch in 1976 and 25,658 tons greater than the average for the previous five years. The preliminary estimate of the 1977 catch from the area between the CYRA boundary and 150°W is 16,946 tons of yellowfin and 2,742 tons of skipjack for a combined total of 19,688 tons, the lowest catch from this area since 1969. Two factors which contributed to the low catch of yellowfin in the area west of the CYRA were (1) the late closure of unrestricted yellowfin fishing in the CYRA — most purse seiners were able to fish unrestricted at least through August, and (2) the fairly good yellowfin fishing in the Ex-

perimental Fishing Area. Both of these factors tended to draw fishing effort away from the area west of the CYRA.

The catches of yellowfin and skipjack from the CYRA in 1977 are listed by flag of vessel in the upper part of Table 2. The percentage caught by each country of the total catch is also given. Landings by country of landing are shown in the lower portion of Table 2. Landings are the amounts of fish landed during a calendar year, regardless of the year of catch. The country of landing is the country where the fish were unloaded from the fishing vessel, or the country that received tuna transshipped by a freezer vessel or other carrier after having been unloaded elsewhere. In 1977 the catch was made under vessels from 17 countries and it was landed in 13 countries.

In addition to recording the amount of tunas captured by vessels fishing exclusively in the eastern Pacific, the Commission maintains records of the catch and landings of all species of tunas and tuna-like fishes from those vessels (excluding longliners) which fish part of the year elsewhere. Listed below by area and species are the 1977 catches by all vessels for which we have obtained records and which fished all or any part of the year in the CYRA. The ex-vessel value of the 1977 catch is estimated to be about 297.0 million dollars based on the price per ton of each species as reported for California and Puerto Rico. The total catch in 1977 decreased by nearly 66,000 tons from that of 1976; however, due to higher prices the value of the 1977 catch increased by nearly 44 million dollars over that of 1976.

Area	Yellow-fin	Skip-jack	Big-eye	Blue-fin	Bonito	Alba-core	Black skip-jack	Other	Total
CYRA	204,476	91,148	8,270	5,766	12,483	1,658	1,522	2,112	327,435
E. Pacific west of CYRA	16,946	2,742	46						19,734
Western Pacific	1,598	9,513	4						11,115
Atlantic	8,399	7,097	365	10		2	47	81	16,000
Total	231,419	110,500	8,685	5,776	12,483	1,660	1,569	2,193	374,285

The geographical distribution of the 1977 yellowfin catch made by purse seiners in the eastern Pacific Ocean is shown in Figure 2. The areas of yellowfin catch extend from about 25°N to 10°S and, in the central part of the fishery around 10°N, from the coast of Central America westward to about 140°W. Areas of high yellowfin catch were in the lower Gulf of California, offshore south of the Gulf of Tehuantepec between 7°N and 10°N, inshore off Costa Rica, in the Panama Bight and off Ecuador. In addition substantial catches of yellowfin were made along the northern boundary of the southern Experimental Fishing Area.

The geographical distribution of the 1977 skipjack catch is shown in Figure 3. The areas of highest skipjack catch were off Ecuador, in the

Panama Bight and along the northern boundary of the southern Experimental Fishing Area.

The logged catches of yellowfin and skipjack taken during unregulated and regulated trips from the CYRA are shown in Table 3 by six latitudinal areas in the CYRA for 1973-1977. Catches made in the Experimental Fishing Area are included with the unregulated data but excluded from the regulated data for 1973-1975. Catches from the Experimental Fishing Area are excluded from both the unregulated and regulated data for 1976-1977. The catches shown represent the combined catches of purse seiners and baitboats as tabulated from logbook records. During 1977 the area of highest yellowfin production was between 5°N and 10°N; the second highest catches came from 10°N-15°N. The highest regulated catch came from south of the equator. The area producing the highest skipjack catch was 5°N-10°N. For regulated trips the highest skipjack catches came from south of the equator and north of 20°N.

#### **World catches of tuna and tuna-like fishes**

The Commission staff gathers statistics and other information concerning world catches of tunas and tuna-like species so that it can better understand the factors which affect the precision of Commission tuna statistics for the eastern Pacific Ocean and which influence tuna fishing strategy in the same area.

Commission estimates indicate that the catch of these species in 1975 dropped significantly below that for the previous year (see Commission's Annual Report for 1976). Although we do not yet have compilations for 1976 it appears that the catch for that year will exceed the 1975 landings. A detailed breakdown of 1975 data by oceans and species is presented in Table 4. The areas designated with numerals (so called Major Fishing Areas for Statistical Purposes) are those of the *Yearbook of Fishery Statistics—Catches and Landings* which is prepared annually by the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

The statistics, arranged according to major fish groups, and in some cases to the species, are illustrated in Figure 4. In Figure 5 is shown the geographical distribution of the 1975 catch of principal market species of tunas in the world oceans.

#### **THE TUNA FLEETS OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN**

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

Vessels are grouped by size class, based on their carrying capacity as

follows: class 1, 50 tons or less; class 2, 51-100 tons; class 3, 101-200 tons; class 4, 201-300 tons; class 5, 301-400 tons; and class 6, 401 or more tons. The landing records of each vessel are reviewed annually and carrying capacities are revised when necessary. Owners' or builders' estimates of carrying capacity are used for new vessels. For small day-trip baitboats and bolicheras, the capacity stated by owners or captains is used; if information is unavailable a capacity of 25 tons is assigned to the vessel. Vessels which sink or leave the fishery after fishing in the eastern Pacific Ocean in a particular year are included in the fleet for that year. Vessels changing 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 is shown in Table 5 by flag, gear and size class. During 1977 vessels of 17 nations participated in the eastern Pacific tuna fishery. The People's Republic of Congo (Brazzaville) had a tuna vessel operating in the eastern Pacific Ocean for the first time. Japan, which has had at least one surface fishing vessel operating in the eastern Pacific Ocean between 1968 and 1976, had only longliners in the fishery in 1977. In terms of capacity the 1977 fleet was composed of 96.6% seiners, 3.0% baitboats, 0.4% jigboats and less than 0.1% bolicheras. In terms of number of vessels, seiners made up 69.3%, baitboats 22.2%, jig boats 7.6% and bolicheras 0.8%.

The fleets of Costa Rica, the Netherlands Antilles, Peru and Venezuela increased in capacity in 1977; those of Ecuador, Japan, Mexico, Panama, Spain and the U.S.A. decreased; and those of Bermuda, Canada, New Zealand, Nicaragua and Senegal remained the same except for adjustments in capacity of vessels already in the fishery. The major changes in size of the national fleets resulted from flag changes of vessels already in the fishery. The fleet of the U.S.A. declined by 5,576 tons mainly due to vessels changing flag to Costa Rica, the Netherlands Antilles and Mexico. The total fleet declined by 256 tons in 1977.

The number of vessels and carrying capacity of the international fleet which fished in the eastern Pacific Ocean each year between 1965 and 1977 and the change in capacity from the previous year is shown below.

Year	Number of Vessels	Capacity	Change in capacity
1965	253	46,743	
1966	245	46,096	-647
1967	239	45,973	-123
1968	249	57,787	+11,814
1969	267	63,731	+ 5,944
1970	286	73,847	+10,116
1971	357	95,324	+21,477
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	386	183,398	+13,978
1977	352	183,142	-256

From 1967 to 1976 the fleet increased by 137,425 tons of carrying capacity with the greatest increases coming in the period 1970-1973. Since then the rate of increase has slowed and in 1977, for the first time since 1967, the fleet declined in capacity from the previous year. Fewer new vessels than anticipated entered the fishery in 1977 and, in addition, vessels representing over 3,000 tons of capacity which had been in the fishery in 1976 either remained inactive or fished all year in other ocean fishing areas. Reports indicate that construction of new vessels has started to pick up and it is anticipated that fleet capacity will begin to increase again in 1978.

### RESEARCH IN 1977

#### ABUNDANCE OF TUNAS AND SUCCESS OF FISHING

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

The catch per standard day's fishing (CPSDF) is used by the Commission's staff as an index of the relative apparent abundance of yellowfin and skipjack. The CPSDF is calculated from 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. It is, however, still assumed to serve as a valid index of relative apparent abundance. Since the early 1960's the major share of the yellowfin and skipjack has been captured by purse seiners; therefore, the CPSDF of these vessels is the principal index used to examine trends in relative apparent abundance.

The CPSDF (short tons) for yellowfin and skipjack, by months, for 1960-1977 in the CYRA are shown in Figures 6 and 7. Annual estimates of the CPSDF are represented by solid horizontal lines. The data for 1977 are preliminary.

##### *Yellowfin CPSDF*

Until 1966 there was no restriction on yellowfin fishing, and all vessel logbook records which met certain criteria for species composition and accuracy were used to compute the CPSDF. Starting in 1966, when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to 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 yellowfin 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, when it reached the lowest point so far recorded. The CPSDF remained low in 1963, but the catch of skipjack was high and the catch of yellowfin was less than the equilibrium

catch. As a result the stock size apparently increased, as reflected by the increase in the CPSDF in the early part of 1964. In the latter half of 1964 the CPSDF declined to a level not greatly above that of mid-1963 and remained at about that level through 1965. In 1966 the CPSDF began to increase and this upward trend continued in 1967 and 1968 as the fishery expanded offshore. The CPSDF did not, however, reach the levels attained in the early months of 1960 and 1961. In 1968, 1969 and 1970 the annual values for the CPSDF remained fairly constant at a 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 CPSDF was very low the first three months of the year in comparison to the first three months of 1974-1976. The CPSDF increased sharply in April and remained moderately high through June before declining in the second half of the year. The low values of the CPSDF during the first three months of 1977 may have been largely due to the restrictions placed on the U.S. flag seiners in regard to setting on yellowfin associated with porpoise and the subsequent return to port of nearly all of the larger U.S. seiners. These vessels remained in port from early March to early May. When they returned to sea in May the CPSDF showed a substantial increase. The preliminary estimate of the annual CPSDF for 1977 is slightly below that of 1976 and is the lowest observed since 1965.

From 1967 through 1975 there was very little unregulated fishing effort in the last half of the year. In 1976 and 1977 unregulated fishing effort increased in the last half of the year due to the increase in size of the Experimental Area (see Figure 1), which was open to unregulated yellowfin fishing all year, and to the late closure of the unregulated yellowfin season in 1977. Nevertheless, there was considerably more unregulated effort in the first half of 1976 and 1977 than in the last half. Since the early part of the year is the season when yellowfin abundance is usually highest, as can be seen from the CPSDF for 1960-1965 in Figure 6, it is possible that the annual abundance is overestimated in the regulated years in relation to the years before regulation. To examine this the CPSDF has been calculated for the first four months of each year; these values are shown as the horizontal dashed lines in Figure 6. The January-April values of the CPSDF are substantially higher than the annual CPSDF in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two values are much closer together and in 1969, 1973 and 1974 the annual values are slightly higher than the January-April values. In 1977 the four-month value is substantially lower than the annual value; it is the lowest January-April value in the 18-year series. As stated previously, the low values of the CPSDF for the first three months of 1977 were at least partially due to

the porpoise fishing restrictions on the U.S. seiners and the subsequent 2-month tie-up of this large segment of the eastern Pacific tuna fleet.

#### *Skipjack CPSDF*

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 7 for 1960-1977. From 1966 on the data for regulated and unregulated trips have been combined to compute the index. In most of the years between 1960 and 1973 the CPSDF was low in the early part of the year, highest in the middle of the year and was low again in the late part of the year. In the more recent years, however, peaks in the CPSDF occurred early and late in the year, with the low point of the year occurring in August. The skipjack CPSDF has been highest, on an annual basis, in 1963, 1967 and 1971. In 1972 the annual skipjack CPSDF fell to the lowest level since 1960 and the 1973 value was only slightly higher. In 1974 and 1975 the annual CPSDF increased but did not reach the level attained in 1971. In 1976 the annual CPSDF declined slightly and this decline continued 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 for all ocean fishing areas and all regulation statuses and dividing by the total tons of carrying capacity for each size class. This is done for each species caught and for all species combined for all vessels of the international eastern Pacific purse-seine fleet which have a capacity of 101 or more tons and which fished unregulated in the CYRA 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; class 6, 401-600 tons; class 7, 601-800; class 8, 801-1000; class 9, 1001-1200; class 10, 1201 tons and above.

The CPTCC for 1969-1977 is shown in Table 6 by size class and for all size classes combined, for yellowfin, skipjack, other species and all species combined. "Other species" includes bluefin, bonito, bigeye, black skipjack and albacore. The figures for 1977 are preliminary. The CPTCC for 1977, all size classes combined, for yellowfin is 1.25, which is the lowest value in the 9-year series. The corresponding value for skipjack is 0.55 which is the lowest value since 1973 and the third lowest in the series. The CPTCC for all species combined is 1.96 for 1977, the lowest value in the 9-year series. The CPTCC for yellowfin and for all species combined declined in 1977 from 1976 for every size class. The CPTCC for skipjack declined in 1977 from 1976 for every size class except class 3.

#### **Standardization of catch rates**

Standardization of catch rates is a technique designed to remove differences in catch rates among boats and circumstances that are the result of factors other than differences in the abundance of fish. Traditionally

the major aim has been to eliminate trends in catch rates that may be caused by evolution of a fishing fleet, and in fact this is the rationale for the use of the Commission's present index, catch per standard days fishing, which adjusts fishing effort for differences in the size of boats and changes in rates of successfully setting on tunas.

In addition to evolutionary trends, there is considerable variability in catch rates caused by interactions among the environment, fish and fisherman. In the current work an attempt is being made to reduce this variability thus making the resulting index more sensitive to the abundance of fish. To do this factors describing the type of fishing operation and environmental variables which might affect the behavior of the fish or the effectiveness of the fishing gear are used as standardizing factors as well as factors describing the boats.

Another area where refinement of the present index is possible is in the definition of fishing effort. Much of the refinement of the method is possible because we now have most of the details from purse-seine log-books accessible by computer instead of the summaries which were previously available. In this work catch rate is defined as the ratio of catch to elapsed time between successful sets. Although the measure of fishing effort is not exactly searching time (for instance it includes time between sighting a school and the beginning of a set), it avoids most of the gear saturation problems which occur when the effort is simply days fishing.

Three groups of factors, vessel characteristics, fishing mode and environmental variables are being examined for their effect on catch rate. The vessel characteristics are capacity (0-499 tons, 500-999 tons, and 1,000 tons and over), vessel speed, vessel age, net length and depth. The fishing mode is a classification of the 5-degree area-month strata as those in which more than two-thirds of the catch of yellowfin and skipjack was taken from porpoise-associated schools, those in which two-thirds or more was taken from surface- or log-associated schools, or those in which neither type predominated. The environmental variables used have been sea-surface temperature and wind speed. The effects of these factors on the log of the catch rates were estimated for data from 1974 to part of 1977, and after variables with non-significant effects were removed (wind speed, net depth, sea-surface temperature squared, stratum type and age interaction) the analysis of variance table shown in Table 7 was obtained. In this table the sum of squares for each effect is that by which the residual sum of squares would increase if that effect alone was removed from the model.

The estimable parameters that are of interest in estimating relative abundance are contrasts of year and year-stratum type interactions, and these are shown with 1974 used as the base year in Figure 8. This figure shows that the catch rates in porpoise strata have been more or less constant during the years 1974-1977, while the catch rates in surface strata



during 1975-1977 were about half that in 1974 which was a very good school fish year.

Currently logbook data for years back to 1970 are being prepared for inclusion in this study, and also work is proceeding on incorporating other variables (area, time of year, depths of isotherms) in the analysis of variance model.

### **Bluefin studies**

In recent years the bluefin catch by the tropical tuna fleet has ranged from just over 4,000 tons to nearly 14,000 tons. The average catch for the period 1969-1977 is approximately 8,500 tons. This is a small amount when compared with the catches of yellowfin and skipjack, but bluefin is an important component of the total catch of some vessels in the tropical tuna fleet, especially the smaller seiners based in California and Mexico. Almost all of the catch is made along the coast of Baja California and California between 23°N and 35°N. Catches have been made in all months of the year, but most of the catch is made during May through October.

The Commission has collected logbook information on the catch and fishing effort directed toward bluefin tuna for several years in conjunction with the collection of logbook data on yellowfin and skipjack, but until 1977 nothing had been done to process the bluefin data. Now we are in the process of incorporating the bluefin data into the data bank system, and a computer program has been prepared to summarize bluefin logbook data. To date, the bluefin logbook data for 1976 and 1977 have been processed. The Commission has collected bluefin length-frequency samples since 1973.

Since nearly all of the bluefin catch is made north of 23°N, it was decided to count as bluefin effort only that portion of the purse-seine effort which occurs north of 23°N, and since most of the catch is made between May and October, it was decided to use only the data from those months to compute an estimate of catch-per-unit-of-effort. In 1976 the bluefin catch was 11.6 thousand tons and the estimate of catch per unit of effort was 3.29 tons per day's fishing. In 1977 the preliminary estimate of the bluefin catch was 5.8 thousand tons and the estimate of catch per unit of effort was 2.05.

The annual length-frequency distributions of bluefin for 1974-1977 are shown in Figure 9. The size distribution for 1977 differs from that of the previous three years in that very large fish, 140-170 cm, are present. These large fish began to appear in the catch in August and were present in the catch until the end of the year.

## **POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS**

### **Tuna tagging**

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

## TUNA COMMISSION

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Treat- ment	Re- leased	Returned			Un- known
							1975	1976	1977	
1075	<i>Taurus</i>	Jun.-Jul. 1975	Baja Calif.	YF	control	2,524	964	290	14	69
				YF	tetracycline	359	16	5	0	1
				SJ	—	1,035	255	16	1	10
		Jul.	Roca Partida	YF	—	72	10	10	2	0
1078	<i>Karen Mary</i>	Oct. 1975	Baja Calif.	YF	—	33	2	13	0	1
				SJ	—	302	52	29	0	2
		Nov.	Isla San Bene- dicto	YF	—	183	4	78	0	0
				YF	—	254	129	33	1	2
		Nov.	Roca Partida	SJ	—	1,501	733	40	1	23
			BSJ	—	1	1	—	—	—	

It was planned to tag yellowfin in three areas, Baja California, the Revilagigedo Islands, and the Tres Marias Islands, in conjunction with the collection of blood samples and other data, to learn more about the relationships of the fish of these areas to one another and to the fish of other areas. In addition, as many skipjack as possible were to be tagged. Considerable numbers of yellowfin and skipjack had been tagged in these areas in previous years in June and July, although not in conjunction with the collection of blood samples and other data. Relatively few had been tagged there in October and November, however. The areas of recapture of the fish of some of these releases in 1975 and 1976 are shown in the Commission's annual report for 1976. One skipjack released at Roca Partida in November 1975 was recaptured by a Japanese baitboat at 20°05'N-176°59'W in July 1977.

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

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Treat- ment	Re- leased	Returned		Un- known
							1976	1977	
1079	<i>Mary K.</i>	Jun. 1976	Baja Calif.	YF	control	1,124	572	42	1
				YF	tetracycline	579	300	34	0
				SJ	control	3,725	1,014	47	15
				SJ	tetracycline	456	138	8	2
		Jun.	Isla San Benedicto	YF	control	140	4	27	2
				YF	tetracycline	71	4	8	0
				SJ	tetracycline	1	0	0	0
		Jun.	Roca Partida	YF	control	1,091	643	39	0
				YF	tetracycline	326	203	12	0
				BF	—	1	1	—	—
Jun.	Isla Socorro	YF	tetracycline	2	1	0	0		
1082	<i>Mary K.</i>	Oct. 1976	Baja Calif.	YF	—	706	351	98	1
				SJ	—	8,098	5,115	122	10
		Oct.	Roca Partida	YF	—	1,120	501	77	3
				SJ	—	304	125	5	0
		Oct.	Tres Marias Islands	YF	—	51	0	11	0
		SJ	—	53	0	2	0		

Cruise 1079 was essentially a replicate of Cruise 1075, except that much more extensive experiments with tetracycline, described elsewhere, were conducted. Also, only a few yellowfin and no skipjack had been tagged at the Revillagigedo Islands on Cruise 1075, but on Cruise 1079 adequate numbers of yellowfin (but not skipjack) were tagged there. Likewise, Cruise 1082 was essentially a replicate of Cruise 1078. The number of both yellowfin and skipjack tagged off Baja California on Cruise 1078 were inadequate, but considerably more of both species were tagged there on Cruise 1082. Cruise 1082 is the only one of the four cruises on which fish were tagged near the Tres Marias Island.

The areas of recapture of the fish of some of the releases in 1976 and in 1977 are shown in Figure 10. Comparison of Figure 10 with Figure 9 of the Commission's 1976 annual report indicates that the recaptures of tagged fish were made much further to the north in 1976 than in 1975 or 1977. In 1976 six returns of yellowfin released the preceding year and recaptured east of 105°W were received (above-mentioned Figure 9). In 1977 there were no such returns (Figure 10). In 1977, however, there were 20 second-year returns of yellowfin recaptured near the mouth of the Gulf of California (Figure 10), as compared to only 4 such returns in 1976 (above-mentioned Figure 9).

In addition, 11 skipjack released off Baja California in June 1976 were recaptured in the vicinity of Hawaii in 1977. Seven of these were recaptured by U.S. baitboats based in Hawaii and four by Japanese baitboats. A total of 24 returns of tags from skipjack released in the eastern Pacific and recaptured in the Central Pacific has now been received.

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

Cruise	Vessel	Date	Area	Species	Released	Returned	
						1976	1977
1080	<i>Sandra C.</i>	Oct.-Nov.	offshore	YF	1,059	2	17
				SJ	5	0	0
1081	<i>Marco Polo</i>	Oct.-Nov.	offshore	YF	445	0	0
				SJ	12	0	0
				BE	79	0	0
		Oct.-Nov.	Revillagi- gedo Is.	YF	38	0	1

The percentages of returns received from the purse-seine cruises are less than those of most other purse-seine cruises conducted in approximately the same areas during the last quarter of the year. This is probably at least partly due to the fact that the amount of fishing effort during the first half of the year directed toward fish associated with porpoises was drastically reduced because of restrictions on fishing for porpoise-associated fish by U.S. vessels.

Three tagged yellowfin and 76 tagged skipjack were released off Ecuador from baitboats based in that country in 1977. To date eight of the skipjack have been returned.

At the Commission's 30th meeting (October 1974) the Commissioners approved a program to learn more about the relationships of skipjack of various parts of the eastern and central Pacific Ocean by means of tagging and sampling in the Marquesas Islands area for a period of about 2 years, commencing during 1977. This project is being carried out in cooperation with the Centre National pour l'Exploration des Océans (CNEXO), the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), and the Service de la Pêche de la Polynésie Française (SPPF).

The first tagging cruise was conducted aboard the French research vessel *Tainui* during September-November. The scientific personnel aboard the vessel included one Commission scientist, two French scientists, one from ORSTOM and the other from SPPF, and one scientist from Department of Primary Industry of Papua New Guinea. (Not all of these were aboard at one time.) During this period 47 yellowfin and 360 skipjack were tagged and released. In addition, blood, length-frequency, and otolith samples were collected from both yellowfin and skipjack. The lengths of most of the tagged skipjack ranged from about 40 to 50 cm, but seven large skipjack ranging from 77 to 84 cm in length were also tagged. Most of the yellowfin ranged from about 50 to 65 cm in length.

Skipjack were found to be fairly abundant, but it was often difficult or impossible to catch the fish. The principal problem was bait, however. The Marquesan sardine, the principal bait species, is relatively scarce. When these are caught they must be handled with extreme care to keep them alive. In consequence, far more time was spent looking for bait than was spent in pursuit of skipjack.

The experience gained from the *Tainui* cruise will be extremely helpful in selecting the type of vessel to be used for the remainder of the project.

A study of the rates of mortality of skipjack in the eastern Pacific Ocean, as derived from data from tagging experiments, was completed during 1977. The results are discussed in the Commission's Internal Report 10.

A study of the growth of skipjack, as determined from tagging data, was begun during 1977. The analyses are not yet advanced sufficiently to report any results, however.

The first draft of a report on the migrations of yellowfin tagged off Mexico and Central America and outside the CYRA during 1968-1974 was completed. Although the data indicate that the migrations are not random, strong directional movements are not detectable. Special empha-

sis was given to determination as to whether or not small yellowfin tend to move offshore as they grow older. The results, summarized in the Commission's annual report for 1976, do not indicate such a tendency.

### **Population Genetics Studies**

#### *Yellowfin*

During the past year data have been collected on the phosphoglucose isomerase (PGI) system which was first utilized for yellowfin tuna in 1976 (Commission's 1976 annual report.) Materials collected since 1970 have been analyzed for inclusion into an examination of the eastern Pacific population structure, and a comparison of materials collected in the western Pacific in 1976 during exploratory fishing ventures. The differences between the eastern and western Pacific material are great. Although no statistical heterogeneity was observed within the western Pacific material, those samples were collected in a relatively small portion of the yellowfin fishery in that region, and further sampling should be initiated in areas of interest which are peripheral to the sampling area described.

Table 8 gives the sampling location, date, numbers and relative frequencies of the transferrin A allele and the four PGI alleles for the western Pacific material in contrast with the average eastern Pacific results obtained to date. Analysis of the eastern Pacific material is still in progress, so that a detailed description of this data is not yet appropriate.

Plots of the western Pacific samples compared to the range of observed allele frequencies from over 10,000 yellowfin collected in the eastern Pacific show marked differences in the PGI 2-allele frequency (Figure 11). It would be interesting to examine material from the central Pacific for comparison with these data. The nature of fisheries on small yellowfin and the low numbers landed make this material difficult to obtain. An effort will be made to obtain central Pacific samples from this area during 1978. It would also be of interest to collect additional data from the western Pacific for further comparison with the eastern Pacific data.

#### *Skipjack*

During 1977, our staff analyzed 8 more samples of skipjack blood from the eastern Pacific Ocean fishery and 16 more from the Papua New Guinea area. Dr. Richardson of Australia analyzed six samples collected in the 1978 New Zealand fishery. Inclusion of these data with the 1976 analyses by our staff (Annual Report 1976) suggests that the fisheries sampled (Hawaii, Ecuador, Baja California, Revillagigedo Islands, Palau, Papua New Guinea, and New Zealand) all comprise more than one genetic component (Figure 12), indicating that stock homogeneity in the Pacific fisheries is not to be assumed. These observations are consistent with findings based on similar genetic systems in the eastern Pacific yellowfin

fishery and also studies of delphinid cetaceans in the eastern Pacific. There is reason to expect, therefore, that mobile pelagic predators like the tunas and delphinid cetaceans will rarely be found as isolated racial groups where their densities are high, even though several genetically discrete groups can be described and dominance of one or more of these groups in some areas can be shown. It had been suggested earlier for tuna that mixing of racial groups in fishery areas may be necessary for the occurrence of densities high enough to support commercial exploitation. This problem will be addressed in future studies.

## **OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY**

### **Size composition of the 1977 yellowfin and skipjack catch**

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

In 1977 over 600 length-frequency samples of yellowfin and over 400 length-frequency samples of skipjack were measured from catches landed in California, Puerto Rico, Mexico, Panama, Ecuador and Peru. The annual length-frequency distributions for yellowfin sampled in the CYRA during 1972-1977 are shown in Figure 13. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin in the CYRA for 1977 is 35.2 pounds, which is the highest average weight since 1972.

The annual length-frequency distributions of yellowfin sampled from catches made between the western boundary of the CYRA and 150°W longitude during 1972-1977 are shown in Figure 14. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin from this region is 57.2 pounds. This is 22 pounds greater than the average weight of yellowfin in the CYRA but it is less than the average weight for any previous year for the area west of the CYRA. The size range in 1977 was the same as in previous years, but the proportion of fish below 80 centimeters was greater than in previous years.

The annual length-frequency distributions of skipjack sampled from catches made in the eastern Pacific Ocean during 1972-1977 are shown in Figure 15. The preliminary estimate of the average weight of skipjack for 1977 is 7.0 pounds, slightly below that of 1976.

### **Feeding habits of yellowfin tuna**

In 1963 the Commission published an extensive study (IATTC Bulletin, Vol. 7, No. 5) of the feeding habits of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean. The results were based on examination of stomach contents taken during the period of July 1957 to December 1959.

During this time most of the tuna captured in the eastern Pacific Ocean was taken by baitboats fishing within a couple hundred miles of the coast. Since 1960 there have been radical changes in fishing areas and methods. Most of the surface-caught tunas from the eastern Pacific are now taken by purse seiners fishing as far as 2000 miles offshore.

In October 1969, Commission personnel began taking stomach samples from yellowfin tuna caught in the offshore areas to determine if the feeding habits of these tunas differ from those in the areas covered in the earlier study. Preliminary results indicated marked differences in the feeding habits of these two groups of fish, though both utilize fish, cephalopods, and crustaceans. In the offshore waters, yellowfin ingest mainly fish and cephalopods, with crustaceans playing only a minor role. The yellowfin caught inshore consume less fish and a greater proportion of crustaceans than those caught offshore. Moreover, the former tuna appear to depend more on organisms from the higher trophic levels than does the latter group.

The study of yellowfin feeding habits, interrupted in 1973, was resumed this year, utilizing the remaining stomach samples collected from 1970 to 1973. Previous laboratory procedures are being continued, though cephalopod beaks are now being identified to at least the taxonomic family level. Due to the canneries' method of eviscerating tuna, the anterior-most portion of the stomachs sampled were not obtained. Therefore, additional sampling has been conducted recently at local canneries to arrive at the relationship of yellowfin fork length to the volumetric displacement of whole stomachs.

Although fish appear to comprise approximately 90% by volume of the diet of offshore yellowfin, compared to approximately 47% in the inshore yellowfin, many more families of fish were found in tuna stomachs from inshore areas than from offshore areas. To date only 15 families of fish have been identified from yellowfin caught offshore, while in the 1963 study 44 fish families were found in tuna caught inshore.

We are investigating the possibility of relating information on feeding habits obtained from stomach samples to current tuna energetics theory. Tuna energetics studies to date have been used to calculate, on the basis of accepted bioenergetics principles, caloric requirements for maintenance, swimming, and growth by length and weight for an average fish. The sum of these parameters represents the total energy utilized per day, or the consumption rate in terms of calories. No such consumption rates have been determined from field studies. By applying measured caloric values of major forage items to their observed volumes in yellowfin stomach samples and utilizing known turnover times of food in a tuna stomach, it may be possible to calculate consumption rates in the field. The feasibility of such a study is still under consideration.

### **Tuna otolith studies**

The ability to determine the age (hereafter called "aging") of yellowfin and skipjack tuna is necessary to further understand their population dynamics and to refine management techniques. The microscopic growth increments on the otoliths (sagittae) of these species are thought to be of daily origin and may therefore provide a reliable method of aging. Accordingly, the current otolith program has two objectives: to examine the validity of the daily increment theory, and to develop a rapid aging technique.

As part of the validation study in 1975 and 1976, yellowfin and skipjack were tagged at sea, injected with tetracycline, released and subsequently recaptured by the commercial fleet. The antibiotic is calcium specific and deposits in the otolith, yielding a fluorescent band when excited by ultraviolet light. Under the microscope the band can be associated with a particular increment and the number of increments (*I*) from the mark to the edge of the otolith can then be correlated with the known days at liberty. To date, 277 injected yellowfin have been returned to the Commission. Exact days at liberty (*DL*) are known for only 72 fish. The ranges of recapture dates for the remainder are from 2 to 35 days.

Initial examination of 44 otoliths pairs (including some fish from which precise recapture dates are known and others for which they are not known) indicate that only 0.86 increments are laid down per day at the middle of the ventral edge. More recent counts taken in the anterior and posterior portion of 25 otolith pairs having exact *DL* values yield the functional relationship:  $I = -1.94 + 1.00 DL$ . A conclusion based on only 25 pairs must be tentative, of course, but it appears that each increment corresponds to one day, and the lag time for the appearance of tetracycline in the otolith is approximately two days. The preliminary result applies only to yellowfin in the 40-80 cm fork-length range. The skipjack otoliths have not yet been processed.

At present the method used to estimate the total number of increments on an otolith involves counting on a replicate, or casting, made of the pre-etched surface. The direction of counts is from the primordium, or point of original growth, to the ventral edge. The method is time consuming, and despite precautionary measures, there also exists the possibility of underestimating the total counts or destroying the otolith. Based on the tetracycline results given above there is now a suspicion that the number of increments laid down ventrally may be less than in the anterior or posterior directions. This hypothesis must be examined if correct counts are to be made in the future. It is equally important to establish criteria for judging whether increments observed on a replicate are real or a fictitious product of microscope limitations. A first draft of instructions for interpreting increments on a replicate and on direct observation of the otolith is being prepared.



In an effort to develop a more rapid and precise method of counting two approaches are being examined. The first involves embedding the otolith in epoxy resin and sectioning to produce a thin ( $160\mu$ ) element. Because of the complex structure of yellowfin otoliths only a longitudinal section shows promise of a continuous, increment record from the primordium to the posterior region. As a first step the relationship between these internal increments and those observed in the ventral direction has to be established.

The second approach involves multiple-regression to predict total increments from several morphometrics of fish and otoliths. If successful, the result will indicate an empirical relationship requiring periodic re-evaluation. However, the method offers a substantial improvement in processing speed compared to the replicate method. The necessary morphometric data for yellowfin in the 30-180 cm fork length range has been collected, but the number of otolith increments has not been determined for these specimens.

#### **Extent of warm water in the skipjack spawning areas**

Previous investigations have shown that the occurrence of skipjack larvae in plankton nets is highly correlated with sea-surface temperature (SST). It has been suggested that the area of warm water might be a good index of skipjack spawning or of survival of larvae, which could be related to year-class abundance of adult fish. The  $82^{\circ}\text{F}$  ( $27.8^{\circ}\text{C}$ ) isotherm was selected to include the favorable area. At this temperature 56% of the net tows contained larvae. The eastern Pacific populations of skipjack are assumed to spawn between  $180^{\circ}$  and  $130^{\circ}\text{W}$ . Serological studies suggest the western limit, and very few larvae have been captured east of  $130^{\circ}\text{W}$ . The areas with SST's exceeding  $82^{\circ}\text{F}$  between  $180^{\circ}$  and  $130^{\circ}\text{W}$  and between  $30^{\circ}\text{N}$  and  $30^{\circ}\text{S}$  were calculated from the "Fishing Information" charts published monthly by the Southwest Fisheries Center (La Jolla) and additional unpublished charts. The areas range from 2.4 million  $\text{km}^2$  in January to 8.0 million  $\text{km}^2$  in September north of the equator; and from 4.8 million in September to 9.5 million in March and April south of the equator. The seasonal range is greater in the north than in the south and so are the variations within the same seasons. The greatest variation occurs in the cold months both north and south of the equator.

The 3-month running mean of deviations from the 17-year mean are shown in Figure 16. The warm area ( $>82^{\circ}\text{F}$ ) in the northern hemisphere was greater than average during most of the period from 1960 to June 1970, and from 1965 to June 1970 virtually all the deviations are positive. The extreme expanse of warm water north of the equator in the latter half of 1968 is related to extremely low barometric pressures in the Pacific north of  $20^{\circ}\text{N}$  in 1968 (J. Namias, personal communication). From July 1970 to May 1977 the area of warm water was smaller than average,

with the exception of the period May 1972-March 1973 which reflects the "El Niño" conditions along the coasts of Peru and Ecuador beginning in February 1972. The cooling trend from the late 1960's to the present north of the equator parallels the decrease in mean northern hemisphere air temperatures described by climatologists.

With some exceptions the area deviations south of the equator are well correlated with those north of the equator. The cooling trend is less apparent, with the extent of warm water in the first quarter of 1977 reaching maxima observed in 1963, 1965 and 1972, in spite of the extreme cold period from November 1973 to April 1976. The warm period from the end of 1976 through May 1977 reflects the "El Niño" conditions which began off the South American coast about 5 months earlier but never fully developed.

SST's and areas of warm water in the tropical Pacific Ocean are related to the differences in atmospheric pressure between the high pressure cells of the north and south Pacific and the Indonesian low pressure cell. Greater differences result in stronger trade winds, greater mixing and cooler water; lesser differences in weaker trade winds, lesser mixing and warmer water. Sea level barometric pressures at three highly reliable stations, Hilo (Hawaii), Tahiti and Darwin (Australia) were used to measure the fluctuations of the three pressure cells. Monthly areas of warm water between 180° and 130°W north of the equator were correlated with mean monthly differences in pressure between Hilo and Darwin; areas of warm water south of the equator were correlated with pressure differences between Tahiti and Darwin. The mean annual (January-December) areas of warm water ( $>82^{\circ}\text{F}$ ) for the period 1960-76 were correlated with the 12-month mean pressure gradient at an earlier time (October-September) using a lag period of 3 months. For the northern area and Hilo minus Darwin pressure the correlation coefficient was  $-0.90$ ; for the southern area and Tahiti minus Darwin pressure it was  $-0.88$ ; for the entire area both north and south of the equator and the mean pressure at Hilo and Tahiti minus that at Darwin it was  $-0.92$  (see Figure 17). These high correlations validate the earlier use of the Southern Oscillation index (Easter Island minus Darwin pressure) as a possible predictor of skipjack year-class abundance. The area of warm water is the preferred index of conditions in the spawning area, because of the close relationship of surface temperature and larval occurrence.

Various indices of apparent abundance have been calculated for skipjack captured in the eastern Pacific. Cohort analysis based on length-frequencies of market measurements and estimates of growth has proved difficult and unreliable, partly because of the apparent existence of A and B groups of recruits entering the fishery at different times which are impossible to identify with any degree of confidence, and partly because of

the annual differences in the movements of older and larger fish into and out of the fishing area, and partly because the fishery is probably not sampling the same proportion of the true abundance from year-to-year because of changes in availability. Furthermore, the catch-per-unit-of-effort-on-skipjack (CPUESJ) estimated by using purse-seine data only from 5° area-quarter strata having certain minimal effort and catches of skipjack to eliminate some of the effort on yellowfin (see Annual Report 1976) shows different trends and annual values in the Gulf of Guayaquil area compared to the rest of the fishery. There is a marked decrease in CPUESJ south of the equator during the 1970's but no such trend occurs north of the equator. The data from the two areas were therefore treated separately.

Numbers of fish is a better index of abundance than weights, and the numbers of young age-1+ fish are assumed to be a better measure of year-class abundance than total cohort catches because of the differential migration of older age-2+ fish. The market-measuring area, which includes the Gulf of Guayaquil area (Area 6), also includes some areas north of the equator in the Panama Bight; however catches of skipjack in these areas are small in most years and are negligible relative to those from the Gulf of Guayaquil area. Annual values of CPUESJ by seiners for age-1+ fish were calculated separately for Area 6 (4 5-degree areas) and the remaining areas (18 5-degree areas out of the 22 designated as skipjack areas). Annual values (1962-76) of CPUESJ in thousands of young fish captured per day in Area 6 showed no suggestion of any relationship with areas of warm water in the spawning area both north and south of the equator at an earlier time. Likewise annual CPUESJ for the skipjack areas excluding Area 6, when tested with mean areas of warm water for varying 6-month periods both north and south of the equator, showed no significant correlations. It had been originally estimated that approximately 18 months elapsed between spawning and recruitment (for purposes of calculation the lag period is taken to be the time elapsed between the midpoint of the assumed spawning season and the midpoint of the catch year). Peak spawning is expected to occur during the months of higher sea temperatures and expanded areas of warm water in each hemisphere. However abnormally warm conditions during the normally cold seasons might allow an extended duration of spawning, or increased survival of larvae, enough to influence the apparent abundance of young skipjack entering the fishery. Coefficients of correlation are largest at lag periods of 15, 18, and 21 months for the warm water area north of the equator, suggesting that the original assumption of 18 months was justified. For the warm area south of the equator the coefficients are largest for lag periods of 18, 21 and 24 months. This 3-month difference remains unexplained but may not be significant. These results suggest that spawning may occur over a 12-month period so correlations were tested using 12-month mean areas: for

the July-June period in the north there was no improvement in the coefficient; for the April-March period in the south there was some improvement. However, correlation tests for CPUESJ age-1+ outside of Area 6 and mean annual differences in atmospheric pressure resulted in a greater coefficient for Hilo-minus-Darwin pressure than with the warm water area north of the equator, and a similar value for Tahiti-minus-Darwin pressure as that using the warm area south of the equator. The period used for atmospheric pressure was 3 months earlier than that of the corresponding period for the area of warm water. These preliminary results indicate that areas of warm water ( $>82^{\circ}\text{F}$ ) are no better as possible indicators of year-class abundance of skipjack than are gradients of atmospheric pressure. The area of warm water nevertheless will continue to be monitored on a monthly basis as it remains hypothetically the best indicator yet available of skipjack spawning and/or larval survival.

### Skipjack in the Gulf of Guayaquil area

Of the 22 5-degree areas in the eastern Pacific designated as skipjack areas, the area including the Gulf of Guayaquil (area 2-05-080) has, in most years, been the most productive. In an attempt to improve an index for skipjack abundance, using CPUE (CPUESJ) by excluding some of the effort on yellowfin, only data from area-quarter strata having a minimum of 100 days of seiner effort standardized to class-3 seiners and a minimum seiner catch of 200 tons of skipjack were used; these are called the retained logged effort and the retained logged catch. Between 1961 and 1976, 9% to 89% (with a mean of 45%) of the retained catch of skipjack in all 22 areas came from the Gulf of Guayaquil area. From 1961 to 1969 the mean was 55%; from 1970 to 1976 it was 28%. Quarterly catches and CPUESJ values in the Gulf of Guayaquil are shown in Figure 18. In the 1960's, catch and CPUESJ tend to peak in the second quarter; in the 1970's they tend to peak in first and fourth quarters. Mean values of CPUESJ in tons per standard days fishing for the two periods are as follows (means for quarters 2, 3 and 4 in the 1970-76 period are based on four or five values only because of insufficient data in some years, as indicated by X's in Figure 18):

Quarter	1961-69	1970-76
1	7.5	4.7
2	11.2	3.7
3	7.3	1.6
4	5.1	4.9
mean	7.8	3.7

The mean CPUESJ thus far in the 1970's is about half what it was in the earlier period, so there appears to be some change in the availability or the vulnerability of skipjack in this area. The catch of skipjack by the Ecuadorian fleet of small baitboats has also declined in the 1970's. It is apparent that indices of abundance derived from both gears are being similarly affected in the area.

Most of the skipjack fished in the Gulf of Guayaquil area has been captured east of 83°W between 0° and 5°S. These fishing grounds lie in the equatorial thermal front between the cold upwelled waters of the Peru current and its extension and the warm waters north of the equator. Sea-surface temperatures change very rapidly with latitude in the frontal area, and the intensity of the gradient and the position of the front vary with season and among years. These variations are thought to be associated with variations in the environment important to skipjack, such as favorable temperature-oxygen habitats, or forage concentrations or other unknown factors. The only available oceanographic data covering the period of the purse-seine fishery (1961-77) in this area are sea-surface temperatures, and even these are frequently sparse in some months because there is very little shipping in this area.

The mean quarterly north-south temperature gradient between 0° and 4°S along 81°W and 83°W was calculated, as well as the mean temperature within this area. Deviations from the 1961-76 mean quarterly values are shown in Figure 19. No apparent relationships between skipjack catch or CPUESJ and gradient or mean temperature are revealed by comparison of Figures 18 and 19. Correlation coefficients were insignificant for both indices of abundance and gradient and temperature in the region and the area of warm water (>82°F) in the spawning areas of the central Pacific at an earlier period. Neither did tests by multiple regression of these three variables and catch or CPUE show any significance. At present there is no explanation for the fluctuations and trends in the skipjack fisheries of the Gulf of Guayaquil area, by the monitored high-seas fleet of purse seiners and the small Ecuadorian baitboats. Neither was there any correlation between catch or CPUE of yellowfin by seiners in the area and the temperature indices.

Landings of yellowfin by small Ecuadorian baitboats reached a peak of 5,550 tons in 1970 and 4,870 tons in 1971 and have fluctuated greatly since then, falling to 960 tons in 1976 and to 430 tons in 1977. To determine whether annual fluctuations in the apparent abundance were related to the temperature gradient or to mean SST, percent deviations of annual catches from the trend were calculated. This adjusts, to some degree, for the large changes in fleet size and effort since the beginning of the fishery in 1957, as well as for the decline in abundance after 1971. For the 1961-1977 period, when SST's were available, there was no relationship between the percent deviation of yellowfin and the gradient; the correlation with SST was, however, significant at the 1% level ( $r = -0.63$ , see Figure 20). Four out of the six largest negative deviations occurred in the "El Niño" years of 1965 and 1972, and in the near- "El Niño" years of 1969 and 1976. This must be a local effect because the small Ecuadorian baitboats make one-day trips and usually fish within 60 miles of the coast, and no significant correlation was found for yellowfin CPUE from the high-seas seiner fleet

during the first semester (when most of the effort is unregulated) in the entire Gulf of Guayaquil area (2-05-080).

The decline of skipjack catches by the small Ecuadorian baitboat fleet began in 1970, and the decline of yellowfin catches began in 1972. Total landings of yellowfin and skipjack are shown in Figure 21; landings increased with fleet capacity until 1969, and decreased greatly in the 1970's. Fishing has been so poor in the past two years that many baitboats have made very few trips: about 2,300 trips per year were made in 1974 and 1975, and about 800 trips per year were made in 1976 and 1977.

Marked changes have occurred in the percent of yellowfin in the combined baitboat catch of yellowfin and skipjack: from 1957 to 1965 the mean was 6%; from 1966 to 1969 it was 15%; from 1970 to 1976 it was 38%; and in 1977 it dropped to 11% (see Figure 21). No local environmental fluctuations are yet known that might explain these changing proportions of the two species.

### **TUNA-PORPOISE STUDIES**

At its annual meeting in 1976, the IATTC took up the problem of porpoise mortality incidental to tuna purse-seining operations. After considerable deliberation it was concluded that a legitimate rationale existed for Commission involvement. Three basic objectives were adopted: 1) to maintain tuna production at a high level; 2) to maintain stocks of porpoise at or above levels that would ensure their survival in perpetuity; 3) to make every reasonable effort to ensure that porpoise are not needlessly or carelessly killed in fishing operations.

In order to develop a program of activities pertinent to these objectives, the Commission directed the staff to prepare a comprehensive review of the tuna-porpoise problems that was to include recommendations for Commission involvement. In response to this directive, several staff members devoted a major portion of their time over a four-month period to preparing a document entitled "The Tuna-Porpoise Relationship: Research, Management, and Possible IATTC Role" (copies of this document are available upon request). The staff reviewed past and on-going research on porpoise biology and stock assessment as well as work on development of porpoise saving fishing technology. The role of the IATTC in porpoise research and management was then considered and the costs of various future activities were estimated. In carrying out its review the staff was assisted by a team of experts in the areas of biology and population dynamics: Dr. Yvonne M. M. Bishop, School of Public Health, Harvard University, Cambridge, Mass., U.S.A.; Dr. Peter A. Larkin, Institute of Animal Resources Ecology, University of British Columbia, Vancouver, B. C., Canada; and Dr. Daniel Lluch, Instituto Nacional de Pesca, Mexico D. F., Mexico,

The completed document served as a background paper for the 34th meeting of the IATTC, a special meeting held specifically for the purpose of addressing the future role of the IATTC in resolving the tuna-porpoise problem. The results of this meeting are discussed elsewhere in this annual report. Very briefly, though, the Commission staff would organize and operate an international scientific technician program aimed at estimating the total porpoise kill. Supplemental information would also be collected which would be useful in current estimates of porpoise population sizes. It would also be abreast of all current gear and behavior research, organize gear workshops, and undertake computer simulation studies of the interacting tuna and porpoise populations. When appropriate, the Commission would make management recommendations to member governments designed to reduce incidental porpoise mortality.

### **OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY**

The Commission's primary responsibility is the management of the tuna resources of the eastern Pacific Ocean. To do this requires a substantial biological data base. Because tuna are completely pelagic during all stages of their life, and natural fluctuations in the ocean environment affect their abundance, the Commission has also conducted studies of oceanography. Though the Commission has been involved in a variety of oceanographic studies over the years, recent work has been concentrated on problems related to the measurement of sea surface temperature from satellites and to the physical mechanics of the upwelling process. Both of these areas are important to the Commission's goals.

#### **Remote sensing studies**

In an effort to improve and evaluate the use of satellite information to estimate sea-surface temperature the oceanographic staff has concentrated its work during 1977 in a few specific areas. One problem which has been particularly difficult is that of cloud interference. When using both infrared and very high resolution imagery, sea surface temperature data are biased by the density of clouds between the sea surface and the satellite sensor. To differentiate more clearly among clouds, land, and sea the staff worked on a technique for producing gray-scaled digital imagery which establishes a clear contrast among them. This was accomplished by utilizing data from a Very High Resolution Radiometer (VHRR) as well as from a Thermal Infrared Scanner. An example of the clarity that can be achieved from such data is shown in Figure 22. The technique seems to work well enough to discriminate among cloud types as shown in Figure 23. To overcome the problem of cloud screening a technique previously developed by the U.S. National Environmental Satellite Service which utilized only infrared energy data was extended to include VHRR data. The method appears very promising for screening of partially clouded regions over the ocean, and should be compatible for use with the Scanning Multifrequency Micro-

wave Radiometer to be placed aboard the Seasat A and Nimbus G satellites in 1978.

The staff also worked on modifying a computer program made available to the Commission by the National Marine Fisheries Service. The program presents more accurate estimates of satellite tracks, and has been of great value in fixing the geographical position of our data points. Additional computer programming was completed which more effectively corrects for geometric distortion in the VHRR imagery used by the staff in its efforts to estimate sea-surface temperature with remote sensors.

In a continuing effort to use satellite data for measuring the temperature at the surface of the sea, data collected by the NOAA-5 satellite over a selected area of the ocean off California was examined in great detail. Plots of temperature distribution were made using both VHRR and thermal infrared imagery. Maps of gray scaled digital imagery similar to those shown in Figure 22 were made and contour maps made from these. The temperature contours derived from satellite data compared well with similar charts prepared by the U.S. Coast Guard using airborne radiation thermometers.

#### **Coastal Upwelling Ecosystem Analysis (CUEA)**

Additional work was accomplished in the initial phase of processing data from the Commission's research during the JOINT II expedition off the coast of Peru during March to June 1977. This final major expedition of CUEA (part of the National Science Foundation's International Decade of Ocean Exploration), involving four U.S. research vessels and one research aircraft, together with Peruvian research vessels and scientists from the Instituto del Mar, the Instituto Geofísico, the Service Nacional de Meteorología e Hidrología, and the Dirección General de Hidrografía y Navegación, was designed to study the coastal upwelling processes off the southern coast of Peru. The Commission's research included four drogoue experiments (16 drogues) to describe the local currents in the vicinity of Cabo Nazca, Peru, and approximately 170 STD (salinity-temperature-depth) casts to obtain vertical profiles of temperature and salinity. It is expected that data and technical reports describing this project will be available by mid-1978.

In related research on the coastal upwelling zone off Peru, Commission personnel assisted scientists of the Instituto Geografico in Lima, Peru, to process data obtained from a modest satellite tracking station and to convert these data to nominal (blackbody temperature) values. It is hoped that the Instituto eventually will be able to obtain, process and disseminate its own charts of sea-surface temperature for the Peruvian coastal zone. The Commission's assistance in this small project was supported, in part, by the Office of International Programs of the National Science Foundation.



**Costa Rica Dome study**

The Costa Rica Dome is an area of upwelling of nutrient-rich water centered at about 9°N-88°W which provides a large standing crop of zooplankton at the surface in this region. The intensity and the location of the center of upwelling are subject to considerable seasonal and annual variation, however. It is possible that the variation in the Costa Rica Dome is partially responsible for the variation in fishing success in the Central American region. Accordingly, a study was initiated in 1977 to determine the relationships between the Costa Rica Dome and fishing success. So far only data for 1975 have been compiled, but it is anticipated that data for other years will be compiled and analyzed during 1978.

**Equatorial ocean currents and skipjack migration**

In past years the Commission has investigated the possible relationship between the apparent abundance of skipjack in the surface tuna fisheries of the eastern Pacific, and sea-surface temperatures (SST) in the skipjack spawning areas of the central tropical Pacific (180°-130°W). SST's in the central and eastern tropical Pacific, the strength of the equatorial zonal currents (see Figure 24) and the Southern Oscillation (S.O.) are all correlated. The S.O. refers to the fluctuations in the differences in atmospheric pressure between the Easter Island high-pressure cell and the Indonesian low-pressure cell. The effects of the S.O. extend into the northern hemisphere and as far west as the Indian Ocean. Stronger tradewinds, stronger equatorial currents, and lower SST's in the central and eastern tropical Pacific are associated with a strong S.O.; weaker trades, weaker equatorial currents, and higher SST's are associated with a weak S.O.; "El Niño" conditions along the coast of South America are associated with very low S.O. indices.

Earlier investigations showed highly significant correlations between indices of skipjack abundance from the fishery and SST's in the spawning area, as well as the S.O., at earlier times. The inclusion of data from the past three years has, however, greatly weakened the correlation. One explanation for this possible relationship is that more spawning occurs in warm years; another is that more larvae survive in warm years; a third is that migration of the young skipjack from the spawning areas of the central Pacific to the fishing areas of the eastern Pacific is influenced by the strength of the eastward-flowing North and South Equatorial Counter-currents (NECC and SECC; see Figure 24). These currents may be at, or below, the surface in some areas, and shift latitudinally depending upon the season (The Cromwell Undercurrent is believed to be too cold for skipjack in most years).

A hypothesis has been proposed that maturing skipjack enter the Hawaiian fishery from the Baja California area by drifting (passive migration) in the North Equatorial Current (NEC) rather than actively swim-

ming westward. Similarly, young skipjack may migrate eastward from the spawning areas into the eastern Pacific by drifting in the NECC and the SECC. A convergence zone exists between the NECC and the SEC. Research cruise transects from 0° to 10°N east of 160°W indicated a peak in zooplankton along the equator and concentrations of small fish, squids and tunas in the convergence zone from about 2°N to 5°N. Tuna fishermen frequently sight schools of skipjack at these latitudes between 90°W and 140°W, but the schools are small and difficult to catch because of the clear water and because the deep thermocline allows the fish to escape under the nets.

To test the hypothesis that fluctuations in the apparent abundance of skipjack in the eastern Pacific surface fishery may be related to large-scale variations in the NECC, monthly values of the strength and location of the current between the equator and 14°N at 10° longitude intervals between 120°W and 150°W were calculated (there were not sufficient data available to calculate values for the SECC). Vertical temperature sections down to 500 meters at these longitudes were reconstructed from expendable bathythermograph (XBT) data collected by purse seiners during the past eight years. Since subsurface salinity in this region of the Pacific changes little from year-to-year within the same season, it was possible to use mean monthly vertical profiles compiled from historical data by the oceanography departments of the Universities of California (San Diego) and Hawaii. The east-west components of the zonal currents were computed from the temperature and salinity data for June, July and August of 1971 and 1972. In 1971 a high catch of 115,500 tons of skipjack was made, while in 1972 the catch was only 36,700 tons, the lowest since 1948.

During the summers of 1971 and 1972 the strength and position of the NECC were considerably different. Figure 25A shows that in July 1971 along 130°W and 140°W the core of the NECC was near the surface with an eastward velocity of 50 cm/sec (about 1 knot) in the central core. From 4°N to 9°N the thermocline sloped sharply upward to within 30 meters of the surface. The unusually steep slopes of the thermocline and temperature surfaces above it were associated with the large increase in the strength of the NECC in July 1971. Strong surface winds and converging water masses caused the thermocline to be depressed to about 80 meters at about 4°N between 130°W and 140°W. Along the equator the thermocline was closer to the surface and stronger upwelling was evident. SST's were 2° to 4°F (1° to 2°C) below normal most of the year. The SEC moved westward with a maximum speed of about 1 knot and had a northward component carrying nutrient-rich surface water from the equator and converging near 4°N with the southward component of the NECC. Because of the increased strength of both currents in 1971 there was probably a stronger convergence zone between them. The larger zooplankton, small fishes and small squids that comprise the food of skipjack and other tunas are thought

to be concentrated in convergence zones, so that years with a stronger NECC carrying young skipjack eastward at a greater rate (according to the hypothesis of passive migration), would also be years of greater food abundance to sustain them on their way to the rich feeding areas of the eastern Pacific.

1971 was a year of large skipjack catches which might be correlated with a stronger NECC; however, most of the catch, and 87% of the calculated numbers of young (age 1+) fish, were captured in the first semester, such that July conditions in the current cannot be directly related. Areas of warm water in the central Pacific have been smaller than normal from August 1970 to December 1971. The area is closely related to mean SST, which is believed to be related to the strength of the NECC, so that even though XBT data for measuring the current are lacking for January-May 1971 because the seiners did not fish outside the CYRA until June it is likely that the NECC was stronger than normal during the latter part of 1970 and the beginning of 1971 when the young skipjack captured in 1971 presumably would have been migrating eastward.

During the summer of 1972 the NECC between 130°W and 140°W was weaker, with a velocity of 35 cm/sec in the core, and closer to the equator than in 1971, and the slope of the thermocline was less (see Figure 25B). The SEC was about the same strength as in 1971, but did not extend as far into the northern hemisphere. The convergence zone was closer to the equator in 1972, and because the NECC was weaker, the amount of convergence between the two currents was less. This feature, coupled with weak and erratic upwelling (as indicated by unusually warm SST's), resulting in decreased primary production along the equator in 1972 may have limited the food available to skipjack along the southern flank of the NECC. Lower current speeds and less food may have contributed to the very poor catches of young fish in 1972. Investigation of the changes in the NECC and adjacent currents during other years when seiners have recorded XBT's outside the CYRA is continuing.

### **STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1977 AND OUTLOOK FOR 1978**

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

**YELLOWFIN**

The status of yellowfin has been evaluated by the application of general production models and age-structured models. For general production models the population of fish under consideration is considered to be a homogeneous mass, to which there are additions due to recruitment and growth and subtractions due to natural and fishing mortality. Except at a population size of zero and at the maximum possible population size the additions exceed the subtraction due to natural mortality, the excess being termed the surplus production. If the fishing mortality (*i.e.* the catch) equals the surplus production the population theoretically will remain at equilibrium indefinitely, provided there are no disturbances due to natural perturbations. Thus the population size and catch will remain constant from year to year. At some intermediate point or range of points between zero and the maximum possible population size the surplus production will be maximum. If the object of management is to obtain the maximum sustained yield this intermediate point should be determined and the population maintained at that size. If the population is at that level, and then in a given year the catch exceeds the surplus production the size of the population will be reduced, so the catch in the following year should be curtailed to allow the population to recover. On the other hand, if the catch in a given year is less than the surplus production the population will increase, and the catch in the following year can be increased to reduce the population again to its optimum size (*i.e.* the size that will produce the maximum sustained yield). In reality, management in accordance with models of this type is complicated by the fact that the ocean is continually changing, which produces year-to-year changes in its capacity for production. Therefore the yearly catches should be adjusted upward and downward accordingly. If the changes in the ocean and their effects upon the production can be predicted the catches can be adjusted on a current basis; otherwise they must be adjusted each year to reduce or increase the population due to too-low or too-high catches one or two years previously.

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

These statistical data were used during the 1950's with the logistic model, a special case of the general production model in which the optimum population size is half the maximum population size and the relationship between catch per unit of effort and effort is linear, to assess the status of the stock of yellowfin of the eastern Pacific Ocean. It was assumed when using this model that the eastern Pacific fishery operated upon a single

stock of yellowfin which did not extend beyond the range of the fishery. Tagging and morphometric data indicated considerable mixing of fish within the eastern Pacific Ocean, but little or no interchange of fish between the eastern and central Pacific Ocean, so this assumption was believed to be reasonable for the purpose of management of the fishery, though efforts to determine to what extent it is satisfied have continued to the present. It was estimated that this stock could, on the average, sustain a maximum annual catch of about 92-96 thousand short tons, which could be taken with a total fishing effort of about 35 thousand days, measured in Class-4 baitboat units (vessels of 201-300 tons capacity). In 1960 and 1961, when most of the vessels of the fleet converted from bait fishing to purse seining, thereby approximately doubling their fishing power, the catches rose to 122 thousand and 115 thousand tons, respectively. On the basis of the model it was predicted that during 1962 the abundance of yellowfin would be lower and the catch would decrease even if the effort remained high. The predictions proved to be correct, and in 1962 and 1963 the catches were 87 thousand and 73 thousand tons, respectively. This model was used as the basis for the regulations recommended by the Commission's staff for 1962 through 1968. These regulations could not be implemented until 1966, however. At this time a quota for the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), shown in Figure 26, was established; the fishery has been regulated each year since that time.

The catch per standard days fishing (CPSDF) is used as an index of abundance of yellowfin. The manner in which these data are employed, and the trends during the 1960-1977 period, are discussed in a previous section of this report. During the 1960-1965 period the fluctuations in the catch and CPSDF corresponded remarkably well to what had been expected from the logistic model as applied at that time by the staff of the Commission. In 1966, the first year of regulation, the CPSDF was higher than in the previous year, and in 1967 and 1968 it became still greater despite substantial catches. According to the model the stock should have remained at about the relatively low level of 1965 throughout this period. The failure of the CPSDF's to respond as predicted for the fishery could be due to (1) deficiencies in the model, *i.e.* its failure to account adequately for the changes in the population due to fishing, or (2) deficiencies in the CPSDF, as employed by the Commission's staff (*i.e.* standardized to Class-3 purse seiners), as an indicator of abundance.

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

Prior to the mid-1960's the fishery took place within a few hundred miles of the coast and in the vicinity of the few offshore islands and banks

(Figure 27). During the mid- and late 1960's, as the total capacity of the fleet increased and as larger, more seaworthy vessels were built, fishing took place further and further offshore, and beginning in 1968 many vessels even fished outside the CYRA during the second half of the year. During the 1970's the area of the fishery has been similar to that shown in Figures 28 and 2. The inshore and offshore areas of the CYRA are designated as Areas A1, A2, and A3, respectively, in Figure 26. If the fish of Areas A1 and A2 mix completely and rapidly (Case 1) expansion of the fishery into Area A2 would not produce an average maximum sustained yield (AMSY) significantly greater than that for Area A1 alone. On the other hand, if there is little or no mixing of fish between the two areas (Case 2) the AMSY for Area A1 plus Area A2 would be approximately the sum of the AMSYs for the two areas (estimated by employing the data for each area separately to estimate the parameters of the general production model). If there is moderate mixing between the two areas, as appears to be the case, then the AMSY for Area 1 plus Area A2 would be somewhat larger than that for Case 1, but not as large as that for Case 2. Thus the principal reason for the increase in the CPSDF during the 1965-1968 period is believed to be the expansion of the fishery into Area A2.

The increase in the average size of the fish in the catch, due to the shift from baitboat to purse-seine fishing and to the expansion of the fishery to an area where small fish are not often caught, is also believed to have significantly affected the CPSDF. Thus the assumption that the population of fish under consideration is a "homogenous mass" is not fulfilled.

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

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

Before the advent of regulations, when the fishery was pursued throughout the year, the CPSDFs were usually higher during the first half of the year (Figure 6). Accordingly, the average CPSDFs for the first four months of the year, as well as the entire year, are shown in this figure, so

this bias is avoided when the trend for the first four months only is considered.

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

Class 3 was selected as the standard size for purse seiners during the 1950's because at that time Class-3 purse seiners caught more than did purse seiners of any other size. Since then many larger purse seiners have been built, and many of the smaller ones have sunk or are no longer active. The larger vessels fish in all areas, while the smaller ones fish almost entirely within a few hundred miles of the coast, and tend to fish more at the northern and southern ends of the range of yellowfin and less in the area between southern Mexico and Colombia. Standardization involves comparison of fishing success of vessels of different size classes when they are fishing in the same area-time strata and multiplication of the effort of the vessels of size classes other than Class 3 by factors to compensate for their greater or lesser efficiency. 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 overall standardization to Class-6 vessels. Thus in Table 9 the CPSDF is more strongly correlated with the catch per days fishing of large vessels than with that of small vessels.

Since the inception of the Commission's effort studies in the early 1959's it has been considered that the greatest difficulty in the use of CPSDF data as an index of abundance is caused by the fact that the fishing effort is directed toward skipjack as well as yellowfin. Although this still poses a problem, recent work has indicated that this may not be as great a source of error as previously supposed.

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

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

By 1968 it was strongly suspected that the AMSY for the CYRA was significantly greater than the original estimate of 92-96 thousand tons

obtained from data for the years prior to the offshore expansion of the fishery. Accordingly, in that year the Commission asked its staff to prepare for its 1969 meeting a specific request for a program of experimental overfishing to ascertain empirically the AMSY for yellowfin in the CYRA. The program recommended by the staff and approved by the Commission provided for quotas of 120 thousand tons for 1969, 1970 and 1971. If the CPSDF, in Class-3 purse seine units (adjusted to levels of gear efficiency previous to 1962), should decrease to less than 3 tons per day during that period the catch would be curtailed to prevent possible serious damage to the stock. This program of empirical management has continued to the present. The increased quotas and catches for 1969, 1970 and 1971 apparently did not result in decreased CPSDFs. In 1971 the CPSDF was lower, but the decrease was probably due mostly to diversion of effort from yellowfin to skipjack and avoidance of very large yellowfin due to the mercury problem mentioned previously. In 1972 the quota was increased to 140 thousand tons. The catch was 152 thousand tons, but the CPSDF increased to about the level of 1968-1970. In the following years the quotas and catches increased still further, and during 1973-1975 the CPSDF steadily decreased, before leveling off in 1976. This information is summarized in Table 10.

Because of the complicated nature of the fishery and the rapid changes which have taken place in it in recent years there has been considerable experimentation in the selection and preparation of the data to be used and in the choice of the mathematical procedures to be employed for analysis of the catch, effort, and catch-per-unit-of-effort data. Only the two methods which have been given the most emphasis in 1977 are discussed in this report.

For the first analysis (Case 1) the logistic model was used. The effort was standardized to Class-3 purse-seine days (vessels of 101 to 200 tons capacity). Only the data for 1967 through 1977 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 taking place in the earlier years. The AMSY is estimated to be 173 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 29. All of the points, except those for 1967 and 1971, occur above the line. (In both of those years large catches of skipjack were made, which diverted effort away from yellowfin, almost certainly reducing the catch of the latter species.) This occurrence of most of the points above the line is not unexpected, as the line represents levels of catch which would be taken at equilibrium conditions, and during the period in question the effort and catches were increasing, thereby reducing the accumulated stock. This pattern obviously cannot continue in-



definitely, for eventually, unless the trend is reversed, the stock will be reduced to the extent that the catch will decrease no matter how much effort is exerted.

For the second analysis (Case 2) the logistic model was again used, employing only the data for Class-6 purse-seine vessels (greater than 400 tons capacity). This was done because it had been observed that the CPDFs for the larger vessels had decreased more in recent years (1974 and 1975) than had those for the smaller vessels. Since the larger vessels fish in more areas of the eastern Pacific Ocean and take a larger share (more than 85 percent) of the catch than do the smaller ones, the possibility exists that use of Class-6 data only will produce different estimates of the parameters. Only the data for 1968 through 1977 were employed. The equilibrium production curve and the observed points representing non-equilibrium catch and effort are shown in the lower panel of Figure 29. In this case the AMSY is estimated to be 178 thousand tons, and the effort required to catch this amount at equilibrium conditions is about 22 thousand Class-6 days.

In each of the two cases the AMSY is estimated to be about 175 thousand tons. The 1976 and 1977 points in each case are located to the right of the highest point of the curve, which means that the effort has exceeded that apparently necessary to achieve the AMSY. If the effort is maintained at the 1976-1977 levels for the next several years there are several possibilities. First, the catch could decrease, which would indicate that the stock of yellowfin in the CYRA probably changes in response to fishing in accordance with the logistic model on the overfishing side of the curve, as well as the underfishing side of the curve. Second, the catch could remain approximately constant or increase. If either of these occurs it could indicate either that the parameters of the logistic curve have been underestimated or that the stock of yellowfin in the CYRA does not change in response to fishing in accordance with the logistic model on the overfishing side of the curve. This can be determined only by continuation of the Commission's experimental fishing program, commenced in 1969.

Age-structured modeling begins with one or more groups of fish, the recruits. With the passage of time the weights of the individuals which survive increase due to growth, but the number of survivors decreases due to mortality. Some of the mortalities are fish which are caught, but the others, which die due to natural causes, are lost.

The input to age-structured models consists of estimates of recruitment, growth, and fishing and natural mortality. Additionally, in some cases, the models are made more realistic by insertion of migration. Estimates of the rates of recruitment, growth, and mortality are obtained from analysis of data on the size composition of the catches, supplemented by other data of various types. The Commission's staff has collected data

on the size composition of the catches of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean since 1954, and in addition has had access to the corresponding data collected during 1951-1954 by the California Department of Fish and Game.

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

Yellowfin which are recruited to the fishery apparently belong to two groups, the X group which enters the fishery during the first half of the year but does not contribute to it significantly until the second half, and the Y group which enters during the second half but does not contribute significantly until the first half of the following year. The X and Y groups are, on the average, about the same size. Recruitment within the groups has varied by a factor of about three, but for the two groups combined this factor is only about two. The estimated recruitment for 1966-1974, subsequent to the offshore expansion of the fishery, was about 50% greater than that for 1963-1965.

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

one. Accordingly, it appears that both of these are causes of the increased catches after 1965.

Two hypotheses have been formulated to explain the lower incidence of small fish in Area A2 than in Area A1. First, Area A1 is hypothesized to be a nursery ground for fish under about 85 cm, and as they grow larger they tend to move to Area A2, where they were not available to the fishing gear until the recent offshore expansion of the fishery. Second, it is hypothesized that small and large fish occur in about equal proportions in Areas A1 and A2, but that the small fish are much less vulnerable to the fishing gear in Area A2. Recent analyses examining the effect of expansion offshore on the estimates of recruitment, and the examination of tagging results concerning differential, age-specific movement, indicate that since the offshore expansion to Area A2 the stock of yellowfin is capable of sustaining higher catches than prior to the offshore expansion, and that the second hypothesis is more likely to be the correct one.

In 1973 and 1974 large catches of small fish of the Y group were made in Area A1 (Figures 30 and 31). The question naturally arises as to whether these increased catches were due to increased recruitment, increased vulnerability of small fish resulting from average recruitment, or a combination of increased recruitment and increased vulnerability. In the first case large catches could be expected in subsequent years when the fish from the large recruitment were available as medium and large fish, but in the second case the reverse would be true due to scarcity of medium and large fish after the small ones were heavily exploited. It can be seen in Figures 30 and 31 that the catches of the Y73 cohort as age-2, -3, and -4 fish were below average, indicating that the recruitment of this cohort was about average, and the high catch in 1973 was due to increased vulnerability of these fish at age 1. For the Y74 cohort, however, the catch during 1974 at age 1 was even higher than had been the case for the Y73 cohort during the preceding year, and the catches of Y74 fish were about average, or a little above average, during the following three years. Accordingly, the recruitment of the Y74 cohort was well above average. The weight of the catch at age 1 exceeded the combined weight of the catches at ages 2, 3, and 4, which was not the case for any other cohort except the Y73 cohort, indicating that the vulnerability of the fish of the Y74 cohort was high during 1974.

Based on the catches of age-1, -2, and -3 fish in 1975, 1976, and 1977, the Y75 cohort appears to be below average in abundance. The X75 cohort, however, seems to be about normal. The Y76 cohort produced an above-average catch of age-1 fish to the fishery in 1976, but a poor catch of age-2 fish in 1977. This could be due to the fact that fishing effort was low from early March to mid-May in 1977, however. The X76 cohort, like the

X75 cohort, seems to be about normal. The catch of age-1 fish of the Y77 cohort during 1977 appears to be normal, or a little bit better than normal.

In the Commission's annual reports for 1974 and 1975 concern was expressed over the possible effect of the unusually large catches of age-1 fish of the Y73 and Y74 cohorts on the catches of 1975 and 1976. These cohorts have now nearly passed through the fishery and the age structure has returned to normal, so the situation is no longer of concern with respect to these cohorts.

The staff of the Commission has for most purposes considered the stock of yellowfin in the CYRA to be a single, intermingling unit. Genetic and tagging data do not refute the possibility that there may be heterogeneity in the composition of the stock within the CYRA, however. In order to investigate the possible effect on estimates of potential production of there being more than one stock in the CYRA Commission scientists have extended their computer simulation model, TUNPØP, to include this situation. The modified simulation model TUNPØP-MØD3, allows areal differences in fishing seasons, fishing intensity, size-specific fishing mortality, and rates of mixing of fish among areas. The results from this new model substantiate early conclusions that a change in age-specific fishing mortality alone could not account for the larger catches observed in the fishery since 1969. The larger catches had to be accounted for by increased apparent recruitment. Although the analyses are consistent with earlier estimates of yield from the yellowfin population of the eastern Pacific, they provide more consistent fits to the observed catch data when a value of 0.6, instead of the commonly used value of 0.8, is used for the instantaneous rate of natural mortality.

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

Now, using the current data presented above, it appears that sustainable yields of about 170-180 thousand short tons can be taken, on the average, from the CYRA. Utilization of the same data base, but with placement of certain constraints upon the model parameters, resulted in estimates of sustainable yield approaching 200,000 short tons for the CYRA.

Both panels of Figure 29 show the effort during both 1976 and 1977 to be on the overfishing side of the curve. Accordingly, if the logistic model

is applicable and its parameters have been estimated correctly, the same levels of effort in 1978 would produce a reduced catch. If the logistic model is not correct, or its parameters have been underestimated, effort in 1978 at about the 1976-1977 levels could produce about the same catch as in 1976 and 1977. Furthermore, increased effort in 1978 might produce an increased catch in that year. It is the opinion of the staff of the Commission that the experimental overfishing program should be continued so as to permit catches at about the same level as those of 1976 and 1977. Low catches per unit of effort during early 1978, however, might indicate that the closure should be set early enough to achieve a catch of only 175 thousand tons. If catches at the 1976-1977 levels can be achieved with about the same amounts of effort as in those years it is likely that the AMSY for the CYRA is greater than 170 to 180 thousand tons. If the catches decrease, or considerably greater effort is necessary to achieve catches at the 1976-1977 levels, it is likely that the AMSY is in the vicinity of 170 to 180 thousand tons, and that reduction of the catch and effort in subsequent years is in order.

The fishery has operated in the area outside the CYRA (Figure 26, Area 23) since 1968 (Table 10). Essentially no fishing takes place during the first half of the year, primarily because the weather there is too bad. By the time the weather improves in May-June the season is generally closed to unrestricted fishing in the CYRA, and many of the large 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 area inside the CYRA is low, so the yellowfin of the area outside the CYRA, to date, have been considered separately from those of the area inside the CYRA.

In 1969 the CPDF for Class-6 purse seiners was greater than 20 tons, but since then the CPDFs have been remarkably constant, between 10 and 13 tons (Figure 32). In 1969, 1970, and 1971 the effort was less than 2.6 thousand days, and the catches less than 30 thousand tons. During the 1972-1976 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 the effort and catch were lower than in any year of the 1972-1976 period, but the CPDF was about the same as those for 1970-1976. In the lower panel of Figure 32 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, at this time there appears to be no biological reason for placing limits on the catch or the intensity of fishing outside the CYRA.

### **SKIPJACK**

Skipjack occur in nearly all the tropical waters of the world's oceans. In recent years the world catch of this species has exceeded that of any other tuna or tuna-like species. Such is also the case for the Pacific Ocean; in 1976 skipjack comprised about 45% of the catch of the principal market species of tunas in that ocean.

The structure of the stocks of skipjack inhabiting the Pacific Ocean is poorly understood, due primarily to the fact that most studies of this species have been based on populations occurring in relatively small areas, whereas comprehensive ocean-wide experiments and analyses are needed. The Commission's recently-initiated research in the Marquesas Islands, and the activities of the South Pacific Commission and other organizations, should partially alleviate this situation. Recently published serological studies indicate that there are at least two subpopulations in the western Pacific Ocean, one apparently restricted to the area west of about 165°E and the other occurring to the east of the first subpopulation and possibly extending to the eastern Pacific Ocean.

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

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

The catch and apparent abundance of skipjack vary considerably from year to year. The size of the fleet has increased considerably in recent years, and this has presumably resulted in an increase in the fishing effort directed toward this species. This has apparently not depleted the resource, however, as some of the best total catches have been made in the last few years. Also, there does not appear to be any relationship between the

abundance of skipjack and the fishing effort. There is a possibility, however, that such a relationship might be masked by the nature of the fishery. For example, in different years the availability of skipjack might differ, but the amount of effort directed toward that species might be proportional to the availability, resulting in equal catches per unit of effort (CPUE) in each year. This could be the case if in years of high availability skipjack were present in more areas than in years of low availability, but the densities of fish within the areas were the same in all years. At this time the data do not furnish any evidence that this phenomenon could be masking the relationship between the abundance of skipjack and the fishing effort, but the question will continue to be examined as a part of the Commission's broad studies of fishing effort and CPUE as an index of abundance. It now appears most likely that the year-to-year variation in the catch and apparent abundance of skipjack is the result of natural factors. It is not known whether this natural variability represents changes in the abundance of the entire stock, or merely reflects changes in the portions of a relatively constant stock which are available to the eastern Pacific fishery in different years. The estimates of apparent abundance for the northern and southern areas are moderately well correlated with one another, but in some years, for example 1968 and 1970, the catch has been above-average in one area and below-average in the other. This may indicate that when the young fish migrate from the central to the eastern Pacific different portions of them go to the northern and southern areas in different years. The skipjack catch from the CYRA during 1977 was about 91 thousand tons, making it about an average year (Table 1).

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

### **RESOURCE MANAGEMENT**

During the last few years there has been a general trend for nations to extend their sovereignty seaward. Every nation bordering the eastern Pacific Ocean, with the exception of one or two, has declared jurisdiction over the living resources within 200 miles of their coastline, although a few have excluded tuna from such jurisdiction, calling instead for inter-

national management. Concurrent with the trend toward a regime of extended jurisdiction, many developing coastal nations have expressed a belief that the existing IATTC management agreement should be negotiated so as to recognize these new trends of extended jurisdiction. In particular, they have proposed that they be granted greater shares of the tuna catches on the basis of their adjacency to and control over the waters in which part of the resources are harvested.

With this event in mind the member nations of the Commission requested the Commission staff in December 1975 to prepare an analysis of alternative systems for tuna management in the eastern Pacific which could serve as a background document for a possible future meeting of plenipotentiaries. In response to this request a detailed analysis entitled "Alternatives for International Management of Tuna Resources" was prepared. This report was submitted to the delegations of member governments at the Commission's 33rd meeting, held in Managua, Nicaragua, in October 1976. The report began with discussions of the tuna resources and fisheries on them, existing international arrangements for tuna management, and the major problems confronting management. Then a number of management approaches were considered under six major headings: 1) control to 200 miles by individual coastal states; 2) extension of the present eastern Pacific overall quota system; 3) partially allocated quota (PAQ) management; 4) regional coalitions; 5) total allocation of the resource; 6) resource allocation by competitive bidding. The document concluded with a discussion of institutional requirements for effective tuna management in areas such as functional responsibilities, organizational structure, staffing, membership, voting, and species coverage.

Subsequently, Mexico and Costa Rica convened a meeting of plenipotentiaries in San Jose, Costa Rica, in September 1977 to begin work on the drafting of a new convention for the conservation of tuna in the eastern Pacific Ocean. All nations bordering on the eastern Pacific Ocean and all present members of the IATTC were invited. At the meeting Mexico and Costa Rica submitted a list of provisions which they proposed to incorporate into a new convention. In certain respects their proposal was patterned after the PAQ management system discussed in the background document. Very briefly, they proposed that an international licensing system be established to provide vessels of all member nations open access to coastal waters of all member nations beyond 12 miles. The resource-adjacent member nations (RANs) would receive allocations in the form of guarantees of access to shares of the overall quota which would be proportional to the recent average total catches in their 200-mile zones by the entire international fleet. The organization would collect participant fees based on the magnitude of the catches by vessels of member nations. These fees would be used first to cover management costs. Remaining funds would then be distributed in two stages: first a portion to member RANs



on the basis of catches in their coastal zone and then a portion representing fees on catches made beyond 200 miles to all members on the basis of their total catches. The proposal also called for an international system for determination and verification of catches.

Although there was considerable discussion of these points and others contained in the proposal of Mexico and Costa Rica, little progress was made with respect to reaching an agreement. The plenipotentiary meeting adjourned with general agreement to have a subsequent meeting on the matter of a new convention, although no specific time or place was set.

**INFORME ANUAL DE LA COMISION  
INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1977**

**INTRODUCCION**

La Comisión Interamericana del Atún Tropical funciona bajo la autoridad y dirección de un convenio, establecido originalmente por la República de Costa Rica y los Estados Unidos de América. El convenio, vigente desde 1950, está abierto a la afiliación de otros gobiernos cuyos ciudadanos pescan atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta estipulación, Panamá se afilió en 1953, Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968, Japón en 1970, Francia y Nicaragua en 1973. En 1967, Ecuador anunció que se retiraba de la Comisión y esta renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto de 1968.

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, reclutados internacionalmente por el Director de Investigaciones de la Comisión, quién a su vez es directamente responsable ante los delegados de esta entidad.

El programa científico se encuentra en su vigesimoséptimo año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de las funciones y 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 1976, la Comisión ha publicado 113 boletines, 172 artículos en revistas exteriores de prensa y 26 anuarios. Todos estos escritos han tenido una amplia divulgación mundial, encontrándose al alcance del examen crítico de la comunidad científica del orbe.

**REUNIONES DE LA COMISION**

La Comisión celebró dos reuniones en 1977, la XXXIV del 27 al 29 de junio en San Diego (California) y la XXXV del 17 al 18 de octubre en ciudad de México.

La XXXIV reunión se convocó de acuerdo a una decisión adoptada en la XXXIII reunión por la cual los investigadores debían emprender un examen técnico y completo sobre toda la información existente, relativa al problema atún-delfín, preparando una propuesta detallada sobre la investigación de los delfines que sería luego examinada en una reunión especial de la Comisión.

La siguiente agenda fue aprobada por la Comisión al iniciarse la reunión y se siguió su orden durante toda la sesión:

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y adopción de la agenda
3. Examen del problema atún-delfín
4. Discusión y actuación de la Comisión
5. Otros asuntos
6. Clausura.

La Comisión aprobó la siguiente resolución sobre la participación de la CIAT en la investigación del problema atún-delfín:

*Recordando que* en la XXXIII reunión de la CIAT los países miembros acordaron que la CIAT debería preocuparse de los problemas ocasionados por la relación atún-delfín en el Océano Pacífico oriental, solicitando al Director de Investigaciones que preparara una revisión de la información existente sobre tal problema y que presentara propuestas para una posible participación de la Comisión, y

*Habiendo recibido* ese informe y habiendo discutido su contenido en la XXXIV reunión de la CIAT, verificada en San Diego del 27 al 29 de junio de 1977, y

*Habiendo llegado a la conclusión* que la CIAT debería iniciar trabajos para evaluar las poblaciones de los delfines en el Océano Pacífico oriental y poner en práctica programas designados para reducir al nivel mínimo posible la mortalidad incidental de delfines por embarcaciones que se dedican a la pesca del atún aleta amarilla de acuerdo con los objetivos de la Comisión,

*Recomienda* a las altas partes contratantes que actúen en forma conjunta para autorizar al personal de la CIAT para que:

- a) Prepare un programa detallado y un presupuesto pormenorizado para realizar los trabajos enumerados más adelante para que sean distribuidos entre las naciones miembros tan pronto como sea posible para su examen;
- b) Reclute o seleccione y adiestre técnicos científicos de las naciones miembros o no miembros para recoger datos de las embarcaciones en el mar, sobre las poblaciones de delfines

del Océano Pacífico oriental, que puedan servir para estimar la mortalidad de delfines inducida por la pesca y evaluar el efecto de esta mortalidad y otros factores en la abundancia de los delfines. Cuando lo solicite cualquier nación, el técnico-científico será de la misma nacionalidad de la bandera de la embarcación;

- c) Cuando sea apropiado, convocar reuniones de científicos y de otros expertos para discutir con el personal de la Comisión los estudios relativos a los delfines;
- d) Planear, coordinar y dirigir grupos de trabajo y seminarios para evaluar y diseminar técnicas de salvamento de delfines y tecnología de las artes de pesca;
- e) Emplear al personal de la Comisión que sea necesario para llevar a cabo los trabajos antes discutidos y cualquier análisis que se relacione con ellos para participar en la investigación de la población de los delfines y, cuando sea apropiado, preparar recomendaciones designadas para reducir la mortalidad de los delfines;

y además, *solicitar* a las altas partes contratantes que den los pasos necesarios para hacer posible que la Comisión cumpla con estas responsabilidades.

Todos los países miembros, con excepción de Francia, fueron representados por uno o más delegados en la XXXIV reunión. (Francia envió luego, por cable, su aprobación sobre la resolución anterior.) Además se encontraban observadores de Bermuda, Colombia, Ecuador, Honduras, Italia y Perú.

En la XXXV reunión (17 y 18 de octubre) cada país miembro con excepción de Francia fueron de nuevo representados por uno o más sus delegados regulares. Se encontraban también observadores de Colombia, Guatemala, Corea, Perú, España y de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico.

La Comisión aprobó la siguiente agenda:

1. Apertura de la reunión
2. Consideración y aprobación de la agenda
3. Análisis de la investigación actual
4. El año pesquero de 1977
5. Condición de la población del atún aleta amarilla y recomendaciones para 1978
6. Análisis del estudio propuesto atún-delfín y el correspondiente presupuesto para el AF 1978-1979

7. Programa recomendado de investigación y presupuesto para el AF 1979-1980
8. Fecha y sede de la próxima reunión
9. Nombramiento de funcionarios
10. Otros asuntos
11. Clausura.

Durante la reunión se abarcaron los artículos 1, 2, 3, 4, 6 y 7 de la agenda. Bajo el artículo 6 la Comisión aprobó un presupuesto para la investigación de los delfines de \$640,427 dolares para el año fiscal de 1978-1979 y bajo el artículo 7 se aprobó el presupuesto total de la Comisión (incluso la investigación de los delfines) de \$2,126,647 para el año fiscal 1979-1980. La reunión fue aplazada sin haberse tratado los artículos 5, 8, 9, 10 y 11 de la agenda, esperando que se llegara a un acuerdo en la reunión intergubernamental sobre un régimen de conservación en 1978 para el atún aleta amarilla.

## **ADMINISTRACION**

### **PRESUPUESTO**

En la XXXII reunión de la Comisión, celebrada en París (Francia), en 1975, la Comisión aprobó por unanimidad el programa de investigación del año fiscal 1977-1978, presentado por el Director de Investigaciones, como también el presupuesto estimado de \$1,225,498 para realizarlo. El pequeño aumento (unos \$44,000) sobre la cantidad presupuestada el año fiscal anterior (1976-1977) se ha empleado para compensar parcialmente el costo de los sueldos más altos en el AF 1977-1978 debido a la presión inflacionaria. Según todas las indicaciones, a fines de 1977, la Comisión debería recibir la cantidad total de los fondos solicitada en el AF 1977-1978, permitiendo que los investigadores terminaran el proyecto del marcado de barrilete iniciado en la zona de las Islas Marquesas durante el AF 1976-1977.

Después de la XXXIV reunión convocada en San Diego (California) en junio de 1977, la Comisión acordó un presupuesto suplementario de \$572,560 para el AF de 1977-1978, con el fin de realizar el proyecto especial de investigación atún-delfín, aprobado en esa reunión. En la fecha del 31 de diciembre de 1977, la Comisión no había recibido aún ese dinero.

### **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 1976-1977.

**COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL****Procedencia y Disposición de Fondos****1 de Octubre 1976 al 30 de Septiembre 1977****CUENTA EN DOLARES (EEUU)****Procedencia de los fondos**

Saldo favorable* (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1 de octubre, 1976 .....	\$ 254,215.24
EEUU .....	1,071,800.00
México .....	61,355.00
Canadá .....	63,123.00
Japón .....	18,968.00
Costa Rica .....	15,193.04
Panamá .....	750.00
Francia .....	7,795.00
Nicaragua .....	1,500.00
Entradas varias .....	23,774.28
<b>TOTAL .....</b>	<b>\$1,518,473.56</b>

\*El saldo favorable incluye \$48,164.78 de obligaciones sin pagar.

**Disposición de los fondos**

Adelantos .....	\$ 28,077.88
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos .....	\$275,339.28
B. Investigación de los peces de carnada .....	—
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura .....	175,756.33
D. Biología del atún .....	469,616.51
E. Oceanografía .....	21,132.19
F. Mercado de atún .....	144,196.63
G. Estadísticas de captura para la reglamentación .....	50,381.78
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos .....	672,281.58
02—Viajes .....	83,774.68
03—Transporte de equipo .....	7,579.57
04—Comunicaciones .....	13,529.81
05—Renta y servicios públicos .....	3,725.25
06—Imprenta y encuadernación .....	20,963.51
07—Servicios por contrato .....	113,005.77
08—Provisiones y materiales .....	21,931.53
09—Equipo .....	22,564.50
13—Premios (recaptura de marcas) .....	19,482.00
15—Contribuciones al Seguro Social EEUU .....	31,772.57
16—Seguro de Vida .....	874.14
17—Contribución al plan de retiro .....	93,865.16
18—Seguro por incapacidad de trabajo .....	1,890.55
19—Contribución al seguro médico .....	14,554.51
20—Seguro por muerte accidental o mutilación .....	1,693.59
21—Seguro de indemnización .....	12,943.00
Compra de soles (trabajos en el Perú) .....	8,000.00
Compra de sures (trabajos en el Ecuador) .....	8,000.00
Efectivo en el banco .....	\$338,660.29
En efectivo .....	150.00
	\$338,810.29
Menos reservas	
Combinación de seguros .....	— (186.47)
Pensión .....	—1,457.80
Depósitos .....	\$ 425.00
<b>TOTAL .....</b>	<b>\$1,518,473.56</b>

**CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)**

**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre 1976 .....	₡ 637.21
Efectivo en el banco .....	₡ 637.21

**CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)**

**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre 1976 .....	S/311,426.40
Compra de sucres con dólares .....	213,328.00
<b>TOTAL</b> .....	<b>524,754.40</b>

**Disposición de los fondos**

Adelantos .....	20,000.00
Gastos por proyectos	
1) Por proyecto	
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura .....	S/ 12,475.50
D. Biología del atún .....	61,547.59
F. Marcado de atún .....	12,675.00
G. Estadísticas de captura para la reglamentación .....	139,090.37
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos .....	126,000.00
02—Viajes .....	41,815.82
03—Transporte de equipo .....	977.80
04—Comunicaciones .....	19,893.95
05—Renta y servicios públicos .....	18,489.80
06—Imprenta .....	6,856.85
07—Servicios por contrato .....	6,320.00
08—Provisiones y materiales .....	4,759.24
09—Equipo .....	
13—Premios (recaptura de marcas) .....	675.00
Efectivo en el banco .....	225,788.46
<b>TOTAL</b> .....	<b>S/ 524,754.40</b>

**CUENTA EN SOLES (PERU)**

**Procedencia de los fondos**

Saldo favorable el 1 de octubre de 1976 .....	S/o. 531,258.28
Compra de soles con dólares .....	645,373.00
<b>TOTAL</b> .....	<b>S/o.1,176,631.28</b>

**Disposición de los fondos**

Adelantos .....	S/o. 15,600.00
Gastos por proyecto	
1) Por proyecto	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación .....	S/516,352.15
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos .....	392,040.74
02—Viajes .....	58,156.60
04—Comunicaciones .....	2,763.50
05—Renta y servicios públicos .....	27,500.00
07—Servicios por contrato .....	864.00
08—Provisiones y materiales .....	1,525.00
15—Contribución al seguro social .....	33,502.31
Efectivo en el banco .....	516,352.15
<b>TOTAL</b> .....	<b>S/o.1,176,631.28</b>

### **COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES**

Los investigadores continuaron en 1977, teniendo un estrecho vínculo tanto al nivel nacional como internacional con instituciones y organizaciones investigadoras universitarias, gubernamentales y privadas. Esta relación hace que los investigadores se mantengan al frente de la evolución y rápido desarrollo que ocurren actualmente en la oceanografía y en la investigación pesquera mundial. Se describen a continuación algunas de las labores de la Comisión en este campo.

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

Además en 1977, la Comisión mantuvo estrecho vínculo de trabajo con oficinas e institutos pesqueros de los países miembros y también con entidades similares en otros países de Asia, Europa, 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.

La Comisión recibió algunos investigadores visitantes de varias naciones, los cuales permanecieron ya sea unos pocos días o varios meses. Un científico del Ocean Research Institute (Universidad de Tokio) estuvo trabajando en la casa madre de la Comisión durante un año (agosto de 1976 a Agosto de 1977) en un proyecto conjunto de investigación con el fin de desarrollar un modelo matemático para calcular el efecto que tiene el esfuerzo de pesca sobre las estimaciones de dispersión de los peces marcados. Su sueldo fue subvencionado por la Comisión y por el U.S. National Marine Fisheries Service.

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.

La Comisión patrocinó (junto con el Hubbs-Sea World Research Institute y el National Marine Fisheries Service) un grupo de trabajo sobre la fisiología del atún del 15 al 20 de enero. El Dr. Gary D. Sharp, investigador de la Comisión, actuó como Presidente. Asistieron a la reunión 20 colaboradores. Los papeles presentados y los tópicos de discusión incluían



en ejemplos específicos, desde la evolución y la morfología comparativa, bioquímica y ecología de los atunes en general hasta la biología termal, hidrodinámica y energética. En un futuro cercano el Academic Press publicará las memorias.

### **OFICINAS REGIONALES**

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

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

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

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

En Panamá se encuentra un técnico que obtiene 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.

La Comisión tiene dos empleados en Manta (Ecuador). La considerable industria atunera del Ecuador se centraliza allí; Salinas y Guayaquil son los otros dos puertos importantes y se encuentran a una distancia conveniente de Manta. El personal de la Comisión, en Ecuador, trabaja principalmente en la obtención de datos estadísticos de captura, pero dedican también su tiempo al marcado, a la recolección de muestras sanguíneas y morfométricas y a estudiar los peces cebo.

En 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 y Paita, los dos puertos principales de atún.

### **PUBLICACIONES E INFORMES**

La pronta y completa publicación de los resultados de investigación es

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

La Comisión publica la investigación de sus científicos y de los investigadores colaboradores en su serie de boletines. En 1977, se editaron en inglés y español otras tres publicaciones en esta serie:

Boletín, Volumen 17, Número 2—Desove del atún aleta amarilla y discriminación de las subpoblaciones, *por* Phyllis Farrington Knudsen.

Boletín, Volumen 17, Número 3—Interrelaciones nutriente-fitoplancton en el Océano Pacífico oriental tropical, *por* William H. Thomas.

Boletín, Volumen 17, Número 4—TUNPØP: Una simulación de la dinámica y de la estructura de la población del atún aleta amarilla y la pesca epipelágica en el Océano Pacífico oriental, *por* Robert C. Francis.

Se preparó también otro Informe Interno de la Comisión en 1977:

No. 10—Estimates of the rates of mortality of skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *por* William H. Bayliff.

Además de los boletines y del informe se publicaron en revistas exteriores de prensa ocho artículos escritos por los investigadores de la Comisión:

165. Stevenson, M. R., F. R. Miller and R. G. Kirkham. 1976. Comparison of NOAA 3-4 VHRR Imagery and LANDSAT Multi-Spectral Scanner Images with Marine Resource Measurements. Inter-American Trop. Tuna Comm. Final Report for SPOC (NESS/NOAA) Grant No. 04-6-158-44043: 111 pp.
166. Stevenson, M. R., and S. M. Barker. 1977. Sea Surface Temperature Atlas. Data Report supported by Project 3071 of Texas A and M University: 66 pp.
167. Bayliff, William H. 1977. The eastern Pacific tuna fisheries in 1976. Pacific Fish. Rev. (The Fishermen's News), 33(2):35, 37-40.
168. Stevenson, Merritt R. and Lawrence Small, 1977. Physical and biological measurements, July 29-August 5, 1973. Intern. Decade of Ocean Explor., Coastal Upwelling Ecosystem Analysis, Tech. Rpts. (34): 50 pp.

169. Allen, R. 1977. Standardization of fishing effort. Maguro Gyogyō Kyōgikay Gijiroku, Suisancho-Enyō Suisan Kenkyusho (Proceedings of Tuna Fishery Research Conference, Fisheries Agency—Far Seas Fisheries Research Laboratory, Japan), 315 pp.
170. Joseph, James. 1977. The management of highly migratory species—some important concepts. *Marine Policy* 1(4):275-288.
171. Sharp, Gary D. and Ronald C. Dotson. 1977. Energy for migration in albacore, *Thunnus alalunga*. *Fishery Bull.*, 75(2):447-450.
172. Klawe, W. L. 1977. What is a tuna? *Marine Fish. Rev.*, 39(11):1-5.

### LA PESCA EN 1977

#### RESUMEN

Las embarcaciones de 17 naciones, Antillas holandesas, Bermuda, Canadá, Colombia, el Congo, Costa Rica, Ecuador, España, E.U.A., Japón, México, Nueva Zelanda, Nicaragua, Panamá, Perú, Senegal y Venezuela, pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1977. Estos barcos capturaron principalmente atún aleta amarilla y barrilete, junto con algunas pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales de arte usados en las capturas en orden de importancia fueron: redes de cerco, cañas y sedal, y palangres.

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

En la XXXIII reunión, celebrada en octubre de 1976, la Comisión expresó nuevamente el deseo de continuar con el programa experimental de pesca (iniciado en 1969) que fue concebido para averiguar empíricamente el promedio de la producción máxima constante del aleta amarilla en el ARCAA. Por lo tanto, se estableció una cuota de 175,000 toneladas de aleta amarilla en 1977 y se adoptaron medidas para aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos; uno de 20,000 y otro de 15,000 toneladas, si tal acción no implicaba peligro para la población. La Comisión además, estableció una asignación especial de 6,000 toneladas para embarcaciones pequeñas y el 15 por ciento de captura incidental, y una asignación de 13,000 toneladas para embarcaciones recientemente construidas de países que llenaran ciertos requisitos, según se describe en la resolución para la conservación del aleta amarilla.

En la XXXV reunión, celebrada en octubre de 1977, los investigadores

de la Comisión recomendaron que se continuara durante 1978 la cuota establecida en 1977. No se procedió con esta recomendación durante la reunión de octubre y sigue pendiente su aprobación.

Desde 1965 a 1976, la capacidad total de acarreo de la flota internacional que pesca atún en el Océano Pacífico oriental, ha ascendido de 46,743 a 183,398 toneladas pero a fines de 1977 se redujo a 183,142 toneladas. In 1977, esta flota capturó 204,476 toneladas de aleta amarilla y 91,148 toneladas de barrilete en el ARCAA. Además de la captura en el ARCAA, las embarcaciones con cerco que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W, capturaron 16,946 toneladas de aleta amarilla y 2,742 de barrilete. Además, unos 16 barcos que participaron en la pesca del ARCAA en 1977, pescaron también en el Océano Atlántico oriental y capturaron 8,399 toneladas de aleta amarilla y 7,097 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 de pescar sin restricción, alcance la cuota del año, menos la porción reservada a la captura incidental del 15% y las asignaciones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construidos. La fecha de clausura en 1977, se hizo vigente el 7 de julio a las 0001 horas. Las fechas correspondientes a la clausura en los años anteriores fueron: 15 de septiembre 1966, 24 de junio 1967, 18 de junio 1968, 16 de abril 1969, 23 de marzo 1970, 9 de abril 1971, 5 de marzo 1972, 8 de marzo 1973, 18 de marzo 1974, 13 de marzo 1975 y 27 de marzo 1976. 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.

## **ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE**

### **Datos del Pacífico oriental**

Las capturas anuales de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958-1977, se presentan en la Tabla 1. La estimación preliminar de la captura de aleta amarilla en 1977, es de 204,476 toneladas, siendo la segunda captura más grande que se haya jamás obtenido en el ARCAA; es 4,924 toneladas inferior a la captura de 1976, que fue la más grande y 22,988 toneladas superior al promedio anual de captura de los 5 años anteriores. Se incluyen en esta captura 29,862 toneladas obtenidas en la Zona Experimental de Pesca (Figura 1). La estimación preliminar de la captura de barrilete en 1977, obtenida en el ARCAA es de 91,148 toneladas. La captura de 1977 es 49,410 toneladas inferior a la de 1976, que fue la más grande que se haya jamás obtenido, pero 2,670 toneladas superior al promedio de captura de los 5 años anteriores. Se incluyen en la captura de barrilete 12,639 toneladas obtenidas en la Zona Experimental

de Pesca. La estimación preliminar de la captura combinada de aleta amarilla y barrilete en 1977 del ARCAA es de 295,624 toneladas, 54,334 toneladas inferior a la captura de 1976 y 25,658 toneladas superior al promedio de los últimos 5 años. La estimación preliminar de la captura en 1977, de la zona localizada entre el extremo del ARCAA y los 150°W es de 16,946 toneladas de aleta amarilla y 2,742 toneladas de barrilete, con una combinación total de 19,688 toneladas, la captura más baja obtenida en esta zona desde 1969. Dos factores contribuyeron a la baja captura de aleta amarilla en la zona al oeste del ARCAA (1) la demora en la clausura de la pesca irrestricta de aleta amarilla en el ARCAA—la mayoría de los cerqueros pudieron pescar sin restricción por lo menos hasta agosto y (2) la pesca bastante buena de aleta amarilla en la Zona Experimental de Pesca. Estos dos factores alejaron el esfuerzo de pesca de la zona al oeste del ARCAA.

Las capturas de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA en 1977, se presentan por bandera en la parte superior de la Tabla 2. Se indica también el porcentaje de la captura total obtenido por cada país. Los desembarques por país se presentan en la parte inferior de la Tabla 2. Los desembarques son las cantidades de peces descargadas durante un año civil, omitiendo el año de captura. El país de desembarque es el en que los peces fueron descargados por la embarcación pesquera, o el país que recibió los trasbordos de atún de un barco frigorífico o cualquier otro transporte después de haber sido descargados en otro lugar. En 1977, la captura fue obtenida por embarcaciones de 17 países, habiéndose descargado la captura en 13 países.

Además de registrar las cantidades de atún capturadas por embarcaciones que pescan exclusivamente en el Pacífico oriental, la Comisión mantiene archivos de la captura y descargue de todas las especies de atún y peces afines, de esas embarcaciones (con excepción de las palangreras) que pescan parte del año en otros lugares. Se enumeran más adelante por zona y especie las capturas de 1977, obtenidas por todas las embarcaciones de las que se tienen registros y que pescaron durante todo el año o parte de éste en el ARCAA. Se calcula que el valor de la captura en 1977 es de unos 297.0 millones de dólares, basado en el precio por tonelada de cada especie en California y Puerto Rico.

Zona	Aleta ama- rilla	Barri- lete	Patudo	Aleta azul	Bonito	Alba- cora	Barri- lete negro	Otros	Total
ARCAA	204,476	91,148	8,270	5,766	12,483	1,658	1,522	2,112	327,435
Pac. oriental al oeste del ARCAA	16,946	2,742	46						19,734
Pacífico occidental	1,598	9,513	4						11,115
Atlántico	8,399	709	365	10		2	47	81	16,000
Total	231,419	110,500	8,685	5,776	12,483	1,660	1,569	2,193	374,285

La captura total en 1977 fue aproximadamente 66,000 toneladas inferior a la de 1976; sin embargo, debido a los precios más altos, el valor de la captura en 1977 fue casi 44 millones superior al de 1976.

En la Figura 2 se presenta la distribución geográfica de la captura de aleta amarilla en 1977, obtenida por embarcaciones cerqueras en el Océano Pacífico oriental. Las zonas de captura de esta especie se extienden aproximadamente desde los 25°N a los 10°S y en la parte central de la pesquería (cerca a los 10°N) desde la costa de la América Central hacia el oeste hasta aproximadamente los 140°W. Las zonas de más captura de aleta amarilla se localizaron en la región meridional del Golfo de California, mar afuera al sur del Golfo de Tehuantepec entre los 7°N y 10°N, en las aguas costeras frente a Costa Rica, en la región del *Panamá Bight* y a la altura del Ecuador. Se obtuvieron además, capturas substanciales de aleta amarilla a lo largo del extremo septentrional de la región meridional de la Zona Experimental de Pesca.

En la Figura 3, se presenta la distribución geográfica de la captura de barrilete en 1977. Las zonas de más captura, de esta especie, se localizaron a la altura del Ecuador, en la región del *Panamá Bight* y a lo largo del extremo septentrional de la región meridional de la Zona Experimental de Pesca.

En la Tabla 3, se presentan en seis zonas latitudinales las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete, obtenidas durante los viajes reglamentados y sin reglamentar en el ARCAA durante 1973-1977. Las capturas obtenidas en la Zona Experimental de Pesca se incluyen en los datos de viajes sin reglamentar, pero se excluyen de los datos de viajes reglamentados de 1973-1975. Las capturas de la Zona Experimental se excluyen tanto de los datos de viajes reglamentados como sin reglamentar en los años de 1976-1977. Las capturas indicadas representan las capturas combinadas de las embarcaciones cerqueras y de los cliperes atuneros, según han sido tabuladas en los registros de bitácora. En 1977, la zona de mayor producción de aleta amarilla fue entre los 5°N-10°N; las capturas que le siguen en importancia provinieron de los 10°N-15°N. La mayor captura reglamentada se obtuvo al sur del ecuador. La zona de mayor captura de barrilete se localizó a los 5°N-10°N. En viajes reglamentados la mayor captura de barrilete se obtuvo al sur del ecuador y al norte de los 120°N.

### **Capturas mundiales de atunes y peces afines**

El personal de la Comisión, obtiene estadísticas y otra información pertinente a las capturas mundiales de atunes y especies afines, para conocer más los factores que afectan la exactitud de las estadísticas atuneras de la Comisión en el Océano Pacífico oriental y que influyen en la misma región en la estrategia pesquera del atún.

Los cálculos de la Comisión, indican que la captura de estas especies en 1975, se redujo aún más que las del año anterior (véase Informe Anual de la Comisión de 1976). Aunque no tenemos aún la recopilación total de las capturas de 1976, parece que la captura de ese año será superior a los descargues efectuados en 1975. En la Tabla 4 se presenta una clasificación detallada de los datos de 1975, por especie y océano. Las zonas indicadas mediante números (llamadas con fines estadísticos, Principales Areas de Pesca) son aquellas del *Anuario Estadístico de Pesca—capturas y desembarques* preparado anualmente por la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas. Las estadísticas clasificadas de acuerdo a los grupos principales de peces y, en algunos casos, de especies, se encuentran ilustradas en la Figura 4. La distribución geográfica de la captura en 1975, de las especies atuneras principales y mundiales de consumo se presenta en la Figura 5.

### **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 maniobran en este océano, ni de canoas y otras embarcaciones pequeñas que descargan atún en varios puertos de la América Central y del Sur.

Las embarcaciones se clasifican por clase de arqueado, basándose en su capacidad de acarreo, como sigue: 1 clase, 50 toneladas o menos; 2 clase, 51-100 toneladas, 3 clase, 101-200 toneladas; 4 clase, 201-300 toneladas; 5 clase, 301-400 toneladas y 6 clase más de 401 toneladas. Se examinan anualmente los registros de desembarque de cada embarcación y se ajusta la capacidad de acarreo cuando es necesario. En embarcaciones nuevas se emplean los cálculos de la capacidad de acarreo de los propietarios o armadores. Para las bolicheras y pequeñas embarcaciones ecuatorianas de carnada que hacen viajes diarios, se usa la capacidad declarada por los propietarios o capitanes. Si no se obtiene esta información, se asigna una capacidad de 25 toneladas a la nave. Las embarcaciones que se van a pique o abandonan la pesca de atún, se incluyen en los registros de la flota de ese año. Las embarcaciones que cambian de pabellón se enumeran bajo la nueva bandera si han realizado durante el año por lo menos un viaje bajo esa bandera.

El número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota atunera del Pacífico oriental en 1977, se presenta en la Tabla 5 por bandera, arte y clase de arqueado. En 1977, participaron en la pesca atunera del Pacífico oriental embarcaciones de 17 naciones. La República del Congo (Brazzaville) tuvo por primera vez una embarcación atunera maniobrando en el Océano Pacífico oriental. Japón, que ha tenido por lo menos un barco

de pesca epipelágica maniobrando en el Océano Pacífico oriental desde 1968 a 1976, solo tuvo barcos palangreros en la pesca de 1977. En términos de capacidad, la flota de 1977, estuvo formada el 96.6% por cerqueros, 3.0% clíperes atuneros, 0.4% embarcaciones con curricán y menos del 1% bolicheras. Con referencia al número de barcos, los cerqueros formaron el 69.3%, los clíperes atuneros el 22.2%, las embarcaciones con curricán el 7.6% y las bolicheras 0.8%.

Las flotas de Costa Rica, las Antillas holandesas, Perú y Venezuela aumentaron en capacidad en 1977; las del Ecuador, Japón, México, Panamá, España y los E.U.A. disminuyeron y las de Bermuda, Canadá, Nueva Zelanda, Nicaragua y Senegal permanecieron iguales (con excepción de algunos ajustes en la capacidad de las embarcaciones que estaban ya pescando). Los cambios principales ocurridos en las flotas nacionales fueron debidos a cambios de bandera de embarcaciones que ya se encontraban en la pesca. La flota de los E.U.A. se redujo en 5,576 toneladas debido en su mayor parte a embarcaciones que cambiaron su bandera por la de Costa Rica, las Antillas holandesas y México. En 1977, el total de la flota se redujo en unas 256 toneladas.

A continuación se presenta el número de embarcaciones y la capacidad de acarreo de la flota internacional que pescó en el Océano Pacífico oriental, cada año, desde 1965 a 1977 y el cambio en la capacidad de acarreo con relación al año anterior.

<b>Año</b>	<b>Número de embarcaciones</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Cambio en la capacidad</b>
1965	253	46,743	
1966	245	46,096	-647
1967	239	45,973	-123
1968	249	57,787	+11,814
1969	267	63,731	+ 5,944
1970	286	73,847	+10,116
1971	357	95,324	+21,477
1972	378	120,887	+25,563
1973	357	138,287	+17,400
1974	336	152,581	+14,294
1975	335	169,420	+16,839
1976	386	183,398	+13,978
1977	352	183,142	-256

Desde 1967 hasta 1976, la capacidad de acarreo de la flota aumentó en 137,424 toneladas, presentándose el mayor aumento durante el período de 1970-1973. Desde ese entonces el aumento ha sido más lento y en 1977, por la primera vez desde 1967, la flota se redujo en capacidad con relación al año anterior. Entraron menos embarcaciones de las que se esperaban en la pesca de 1977 y, además, embarcaciones con una capacidad de 3,000 toneladas que habían estado pescando en 1976, permanecieron inactivas o pescaron durante todo el año en otras zonas pesqueras del océano. Los informes recibidos indican que se está promoviendo la construcción de nuevos barcos y se anticipa que la capacidad de la flota empezará a aumentar de nuevo en 1978.



**INVESTIGACION EN 1977****ABUNDANCIA DE ATUNES Y RESULTADOS DE PESCA****Orientación actual de la captura por día normal de pesca**

La captura por día normal de pesca (CPDNP) es empleada por el personal de la Comisión como un índice de la abundancia relativa y aparente del aleta amarilla y barrilete. La CPDNP se calcula de los registros de bitácora que se obtienen de la mayoría de las embarcaciones que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La CPDNP se encuentra influenciada 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. Se supone, sin embargo, que sigue siendo un índice bastante bueno de la abundancia relativa y aparente. A principios de los años sesenta la mayor parte del atún aleta amarilla y barrilete había sido capturada por embarcaciones con cerco; por lo consiguiente, la CPDNP de estas embarcaciones es el índice principal empleado para examinar los cambios en la abundancia relativa y aparente.

La CPDNP (toneladas americanas) mensual de aleta amarilla y barrilete, obtenida en el ARCAA se presenta para 1960-1976 en las Figuras 6 y 7. Las estimaciones anuales de la CPDNP están representadas por líneas sólidas horizontales. Los datos de 1977 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 registros de bitácora de los barcos que llenan los requisitos correspondientes a la composición de especies y que son bastante precisos. 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 el arte con cerco llegó a ser el método dominante de pesca. A medida que aumentó el esfuerzo de pesca la CPDNP se redujo fuertemente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962, cuando alcanzó el punto más bajo que se haya jamás registrado. La CPDNP permaneció baja en 1963, pero la captura de barrilete fue alta y la de aleta amarilla fue inferior al equilibrio de captura. Por lo consiguiente, la magnitud de la población aumentó aparentemente, como lo refleja el incremento en la CPDNP en la primera parte de 1964. En el último semestre de 1964 la CPDNP se redujo hasta llegar a un nivel no muy superior al de mediados de 1963 y permaneció más o menos al mismo

nivel hasta 1965. En 1966, la CPDNP empezó a aumentar y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968, a medida que la pesca se extendía mar afuera. La CPDNP no alcanzó, sin embargo, el nivel de principios de 1960 o 1961. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP anual permaneció más bien constante a un alto nivel; a esto siguió una fuerte reducción en 1971, un buen año para el barrilete. En 1972, la CPDNP aumentó substancialmente y permaneció casi al nivel de 1968-1970, durante los cuatro primeros meses del año. Se presentó una reducción constante en la CPDNP anual desde 1972 hasta 1975, cuando el índice de captura alcanzó el punto más bajo desde 1965. En 1976, la CPDNP anual fue algo superior a la de 1975. En 1977 la CPDNP fue muy baja durante los tres primeros meses del año en comparación a los primeros trimestres de 1974-1976. La CPDNP ascendió fuertemente en abril y permaneció moderadamente alta durante junio antes de reducirse en el segundo semestre del año. Los valores bajos de la CPDNP durante los tres primeros meses de 1977, se deben principalmente a las restricciones impuestas a los cerqueros estadounidenses en lances de atunes aleta amarilla asociados con delfines y al subsiguiente regreso a puerto de la mayoría de estos grandes cerqueros. Estas embarcaciones permanecieron en puerto desde principios de marzo hasta los primeros días de mayo. Cuando las embarcaciones regresaron a la mar, en mayo, la CPDNP indicó un aumento substancial. El cálculo preliminar de la CPDNP anual en 1977, es algo inferior al de 1976 y el más bajo observado desde 1965.

Desde 1967 a 1975 hubo muy poco esfuerzo sin reglamentar en el último semestre del año. En 1976 y 1977 el esfuerzo sin reglamentar aumentó en el último semestre a causa de la expansión de la Zona Experimental (véase Figura 1), que se abrió a la pesca sin reglamentar de aleta amarilla durante todo el año y a la clausura tardía de la temporada irrestricta de pesca en 1977. No obstante, hubo mucho más esfuerzo sin reglamentar en el primer semestre de 1976 y 1977, que en el último semestre. Como la primera parte del año es la temporada en la que la abundancia del aleta amarilla es comúnmente más alta, como puede verse por la CPDNP de 1960-1965, en la Figura 6, es posible que se haya sobrestimado la abundancia en los años reglamentados con relación a los años anteriores a la reglamentación. Para examinar ésto, se ha calculado la CPDNP de los cuatro primeros meses de cada año; estos valores se presentan en la Figura 6 por medio de líneas horizontales a puntos. Los valores de enero a abril de la CPDNP son substancialmente más altos que los de la CPDNP anual de los años sin reglamentar, 1960-1965. En los años reglamentados los dos valores son mucho más paralelos y en 1969, 1973 y 1974, los valores anuales son ligeramente más altos que los valores de enero-abril. En 1977, el valor del cuarto mes es substancialmente inferior al valor anual; es el valor más bajo de enero-abril en la serie de 18 años. Como se declaró anteriormente, los valores bajos de la CPDNP de los tres primeros meses de 1977, se debieron parcialmente a las restricciones

de la pesca con delfines impuestas a los cerqueros estadounidenses y al subsiguiente paro de dos meses de este gran segmento de la flota atunera del Pacífico oriental.

#### *La CPDNP del barrilete*

La CPDNP del barrilete de 1960-1977 se presenta en la Figura 7. Desde 1966 en adelante se han combinado los datos de los viajes reglamentados y sin reglamentar para calcular el índice de captura. En la gran mayoría de los años, la CPDNP ha sido baja en la primera parte del año, más alta a mediados del año y se ha reducido a fines del año. Sin embargo, en los últimos años se han presentado CPDNP máximas a principio y fines del año, apareciendo en agosto el punto más bajo del año. La CPDNP de barrilete, ha sido, con base anual, máxima en 1963, 1967 y 1971. En 1972, la CPDNP anual de barrilete se redujo al nivel más bajo desde 1960 y, en 1973, al nivel fue solamente algo más alto. En 1974 y en 1975 la CPDNP anual aumentó pero no alcanzó el nivel obtenido en 1971. En 1976 la CPDNP anual mermó algo y esta reducción continuó en 1977.

#### **Captura por tonelada de capacidad de acarreo**

La captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) sirve como índice para examinar, de un año a otro, los cambios económicos en la eficacia de las diferentes clases de arqueo de las embarcaciones. La CPTCA se calcula al sumar la captura de todas las zonas oceánicas de pesca y todas las condiciones de reglamentación, y al dividir esta suma por el tonelaje total de la capacidad de acarreo de cada clase de arqueo. Esto se hace para cada especie y todas las especies combinadas, capturadas por todas las embarcaciones de la flota internacional cerquera del Pacífico oriental, que tengan una capacidad de 101 o más toneladas y que pescan cada año, sin restricción, en el ARCAA. Las embarcaciones han sido clasificadas de acuerdo a la clase de arqueo como sigue: 3 clase 101-200 toneladas; 4 clase 201-300 toneladas; 5 clase 301-400 toneladas; 6 clase 401-600 toneladas; 7 clase 601-800 toneladas; 8 clase 801-1000 toneladas; 9 clase 1001-1200 toneladas; 10 clase más de 1201 toneladas.

La CPTCA de los años 1969-1977, se presenta en la Tabla 6 por clase de arqueo y por todas las clases combinadas de arqueo, para el atún aleta amarilla, barrilete, otras especies y todas las especies combinadas. Las "otras especies" incluyen atún aleta azul, bonito, patudo, barrilete, barrilete negro y albacora. Las cantidades de 1977 son preliminares. En 1977, la CPTCA (de todas las clases combinadas de arqueo) de aleta amarilla es de 1.25, que es el valor más bajo en la serie de nueve años. El valor correspondiente al barrilete es 0.55, que es el valor más bajo desde 1973 y el tercero más bajo de la serie. La CPTCA de todas las especies combinadas en 1977, es de 1.96, el valor más bajo en la serie de nueve años. En 1977 se redujo la CPTCA del aleta amarilla y de todas las especies combinadas

en comparación a cada clase de arqueo de 1976. La CPTCA del barrilete se redujo en 1977 con relación a cada clase de arqueo de 1976, excepto la 3 clase.

### **Normalización de los índices de captura**

La normalización de los índices de captura es una técnica ideada para eliminar las diferencias de los mismos entre las embarcaciones y las circunstancias debidas a otros factores y no al resultado de la diferencia en la abundancia de los peces. Tradicionalmente, el objetivo principal ha sido eliminar los cambios en los índices de captura causados probablemente por la evolución de la flota pesquera, y esto, en realidad, es la razón por la cual la Comisión usa el índice actual (la captura por día normal de pesca) ajustando el esfuerzo de pesca según las diferencias de capacidad de las embarcaciones y según los cambios de los índices de los lances positivos de atunes.

Además de las tendencias evolucionistas existe una variedad considerable en los índices de captura, causados por las interacciones entre el ambiente, los peces y los pescadores. En este trabajo se ha tratado de reducir esta variabilidad haciendo que el índice resultante sea más sensible a la abundancia de los peces. Para realizar esto, se emplean como factores de normalización los factores que describen el tipo de las maniobras de pesca y las variables ambientales que pueden afectar el comportamiento de los peces o la eficacia de las artes pesqueras, así como los factores que describen las embarcaciones.

Otro campo en el que el refinamiento de este índice es posible, es en la definición del esfuerzo de pesca. Es posible perfeccionar este método, porque podemos obtener ahora en cintas magnéticas la mayoría de los detalles de los cuadernos de bitácora en lugar de resúmenes que era lo que se obtenía anteriormente. En este trabajo, el índice de captura se define como la proporción de captura con relación al tiempo transcurrido entre lances positivos. Aunque la medida del esfuerzo de pesca no es exactamente el tiempo de búsqueda (por ejemplo, incluye el tiempo entre el que se descubre un cardumen y se comienza el lance), evita la mayor parte del problema de la acumulación de las artes (traducido del término inglés "gear saturation") que aparece cuando el esfuerzo es simplemente por días de pesca.

Se están examinando tres grupos de factores, las características de las embarcaciones, la moda de pesca y las variables ambientales con relación a su efecto en el índice de captura. Las características de las embarcaciones son la capacidad (0-499 toneladas, 500-999 toneladas y 1,000 o más toneladas), velocidad y antigüedad del barco, longitud y altura de la red. La moda de pesca es una clasificación de los estratos de mes y zona de 5 grados en tres grupos: (1) aquellos en los que se obtuvo más de dos tercios

de la captura de aleta amarilla y barrilete en cardúmenes asociados con delfines, (2) aquellos en los que más de dos tercios de la captura se obtuvo en cardúmenes con objetos flotantes, como troncos, *etc.* o (3) aquellos en los que no predominó ninguno de estos tipos. Las variables ambientales empleadas han sido la temperatura de la superficie del mar y la velocidad del viento. Los efectos de estos factores en los logaritmos de los índices de captura se calcularon en los datos de 1974 hasta parte de 1977 y después de eliminar las variables que no habían tenido efectos significantes (velocidad del viento, altura de la red, temperatura de la superficie del mar al cuadrado, clase de estrato e interacción de antigüedad) se obtuvo el análisis de la tabla de la varianza presentado en la Tabla 7. En esta tabla la suma de los cuadrados de cada efecto es aquella en que la suma residual de los cuadrados aumentaría si se eliminara solo ese efecto del modelo.

Los parámetros estimables que son interesantes para calcular la abundancia relativa, son los contrastes de las interacciones entre los años y de las interacciones entre los años y los estratos, éstos se presentan usando a 1974 como año básico en la Figura 8. Esta figura indica que los índices de captura en los estratos de delfines han sido más o menos constantes durante los años de 1974-1977, mientras los índices de captura en los estratos superficiales durante 1975-1977, fueron aproximadamente la mitad de los de 1974, que fue un año muy bueno para cardúmenes de peces no asociados con delfines.

Se están preparando actualmente los datos de bitácora desde 1970 para incluirlos en este estudio, además se está trabajando para incorporar otras variables (zona, época del año, profundidad de las isotermas) en el modelo del análisis de la varianza.

### **Estudios sobre el atún aleta azul**

En los últimos años la captura del atún aleta azul obtenida por la flota atunera tropical ha fluctuado de 4,000 a unas 14,000 toneladas. El promedio de captura en el período de 1969 a 1977, es aproximadamente 8,500 toneladas. Esta es una pequeña cantidad cuando se compara con las capturas de aleta amarilla y barrilete, pero el aleta azul es un componente importante de la captura total de algunas embarcaciones de la flota tropical atunera, especialmente para los cerqueros de pequeño porte basados en California y México. Casi toda la captura se obtiene a lo largo de la costa de Baja California y California entre los 23°N y 35°N. Se han obtenido capturas en todos los meses del año, pero la mayoría de la captura se obtiene durante mayo a octubre.

La Comisión durante varios años ha obtenido junto con los datos de bitácora del aleta amarilla y barrilete información sobre la captura y el esfuerzo de pesca dirigido hacia el atún aleta azul, pero hasta 1977, no se había hecho nada para procesar los datos de esta especie. Estamos ahora

tratando de incorporar los datos de esta especie en el sistema del archivo de datos y se ha preparado un programa computarizado para sumarizar los datos de bitácora del aleta azul. Se han procesado actualmente los datos de bitácora de esta especie de 1976 y 1977. La Comisión ha obtenido desde 1973 muestras de la frecuencia de talla del atún aleta azul.

Como la mayoría de la captura de esta especie se obtiene al norte de los 23°N, se decidió calcular como esfuerzo hacia el aleta azul, solo aquella parte del esfuerzo de las embarcaciones cerqueras que se aplica al norte de los 23°N, y como la mayor parte de la captura se obtiene entre mayo y octubre, se decidió usar solamente los datos de esos meses para calcular una estimación de captura por unidad de esfuerzo. En 1976, la captura de aleta azul fue de 11.6 mil toneladas y la estimación de captura por unidad de esfuerzo fue de 3.29 toneladas por día de pesca. En 1977, la estimación preliminar de captura fue 5.8 mil toneladas y la estimación de la captura por unidad de esfuerzo fue 2.05.

La distribución anual frecuencia-talla del aleta azul de 1974 a 1977 se presenta en la Figura 9. La distribución de talla en 1977, es diferente a la de los tres años anteriores en que se encontraron peces muy grandes de 140-170 cm. Estos grandes peces empezaron a aparecer en la captura en agosto y se encontraron presentes en la pesca hasta el fin del año.

## ESTRUCTURA DE LA POBLACION Y MIGRACION

### Marcado de atún

En 1975 se realizaron dos cruceros de marcado a bordo de clíperes atuneros fletados. Los resultados de éstos, hasta ahora, son los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha	Zona	Especie	Tratamiento	Libera-dos	Recapturas			Desconocidas
							1975	1976	1977	
1075	<i>Taurus</i>	jun.-jul. 1975	Baja Calif.	aleta a.	control	2,524	964	290	14	69
				aleta a.	tetraciclina	359	16	5	0	1
				barrilete	—	1,035	255	16	1	10
		jul.	Roca Partida	aleta a.	—	72	10	10	2	0
1078	<i>Karen Mary</i>	oct. 1975	Baja Calif.	aleta a.	—	33	2	13	0	1
				barrilete	—	302	52	29	0	2
		nov.	Isla San Benedicto	aleta a.	—	183	4	78	0	0
		nov.	Roca Partida	aleta a.	—	254	129	33	1	2
				barrilete	—	1,501	733	40	1	23
				barrilete negro	—	1	1	—	—	—

Se proyectó marcar atún aleta amarilla en tres zonas, Baja California, las Islas Revillagigedo y las Islas Tres Marías, obteniendo al mismo tiempo muestras sanguíneas y otros datos para conocer mejor las relaciones

recíprocas que existen entre los peces de estas zonas y con peces de otras zonas. Además, se debían marcar tantos barriletes como fuera posible. En años anteriores, en junio y julio, se habían marcado cantidades considerables de aleta amarilla y barrilete, pero no se habían obtenido muestras sanguíneas ni otros datos. Se han marcado, sin embargo, muy pocos peces allí en octubre y noviembre. En el informe anual de la Comisión de 1976, se presentaron las zonas de recaptura de algunos de los peces que fueron liberados en 1975 y 1976. Un barrilete liberado en Roca Partida en noviembre de 1975, fue recapturado por un clíper atunero japonés en los 20°05'N-176°59'W en julio de 1977.

En 1976 se realizaron otros dos cruceros a bordo de clíperes atuneros. Los resultados de éstos, hasta ahora, son los siguientes:

Crucero	Embarcación	Fecha	Zona	Especie	Tratamiento	Liberados	Recapturas		
							1976	1977	Desconocidas
1079	Mary K.	jun. 1976	Baja Calif.	aleta a.	control	1,124	572	42	1
				aleta a.	tetraciclina	579	300	34	0
				barrilete	control	3,725	1,014	47	15
				barrilete	tetraciclina	456	138	8	2
		jun.	Isla San Benedito	aleta a.	control	140	4	27	2
				aleta a.	tetraciclina	71	4	8	0
				barrilete	—	1	0	0	0
		jun.	Roca Partida	aleta a.	control	1,091	643	39	0
				aleta a.	tetraciclina	326	203	12	0
		jun.	Isla Socorro	barrilete	—	1	1	—	—
aleta a.	tetraciclina			2	1	0	0		
1082	Mary K.	oct.	Baja Calif.	aleta a.	—	706	351	98	1
				barrilete	—	8,098	5,115	122	10
		oct.	Roca Partida	aleta a.	—	1,120	501	77	3
				barrilete	—	304	125	5	0
		oct.	Islas Tres Marias	aleta a.	—	51	0	11	0
				barrilete	—	53	0	2	0

El Crucero 1079 fue básicamente una réplica del Crucero 1075, con excepción de que se realizaron mucho más experimentos con tetraciclina, descritos en otro lugar. Además, en el Crucero 1075 de las Islas Revillagigedo se marcaron solo unos pocos atunes aleta amarilla y no barrilete, pero en el Crucero 1079 se marcaron allí cantidades adecuadas de aleta amarilla (pero no barrilete). Igualmente, el Crucero 1082 fue básicamente una réplica del Crucero 1078. Tanto la cantidad de aleta amarilla como de barrilete marcados en el Crucero 1078 frente a la Baja California fue inadecuada, pero se marcaron allí muchos más peces de ambas especies en el Crucero 1082. Este crucero fue el único de los cuatro en el que se marcaron peces cerca a las Islas Tres Marias.

Las zonas de recaptura de los peces de algunas de las liberaciones efectuadas en 1976 y 1977, se presentan en la Figura 10. La comparación de la Figura 10 con la Figura 9 del Informe Anual de la Comisión de 1976, indica que las recapturas de los peces marcados se realizaron en 1976 mucho más lejos al norte que en 1975. Se recibieron en 1976 seis aleta amarilla liberados el año anterior y recapturados al este de los 105°W (Figura 9 mencionada anteriormente). En 1977 no se recibieron tales recapturas (Figura 10). Sin embargo, en ese año se recibieron 14 atunes aleta amarilla marcados en 1975, recapturados cerca a la boca del Golfo de California (Figura 10), en comparación a solo 4 recibidos en 1976 (Figura 9 mencionada anteriormente).

Además, 11 barrilete liberados a la altura de Baja California en junio de 1976, fueron recapturados en las proximidades de Hawai en 1977. Siete de estos fueron recapturados por embarcaciones de carnada basadas allí y cuatro por cliperes atuneros japoneses. Se han recibido hasta ahora 24 marcas de barriletes liberados en el Pacífico oriental y recapturados en la región del Pacífico central.

Se realizaron dos cruceros más a bordo de embarcaciones cerqueras fletadas en 1976. Los resultados de éstos son como sigue:

Crucero	Embarcación	Fecha	Zona	Especie	Liberados	Recapturados	
						1976	1977
1080	<i>Sandra C.</i>	oct.-nov.	alta mar	aleta a.	1,059	2	17
				barrilete	5	0	0
1081	<i>Marco Polo</i>	oct.-nov.	alta mar	aleta a.	445	0	0
				barrilete	12	0	0
				patudo	79	0	0
		oct.-nov.	Islas Revillagigedo	aleta a.	38	0	1

Los porcentajes de las recapturas recibidos de los cruceros de embarcaciones cerqueras son inferiores a los de la mayoría de otros cruceros de embarcaciones cerqueras realizados aproximadamente en las mismas zonas durante el último trimestre del año. Esto, en parte, se debe probablemente a que la cantidad de esfuerzo de pesca que se aplica comúnmente durante el primer semestre del año a peces asociados con delfines se redujo drásticamente como resultado de las restricciones impuestas a las embarcaciones estadounidenses de pescar peces asociados con delfines.

En 1977, frente al Ecuador tres cliperes atuneros basados en ese país, liberaron tres atunes aleta amarilla y 76 barriletes marcados. Hasta ahora se han recuperado ocho de los barriletes.

En la XXX reunión de la Comisión (octubre de 1974), los delegados aprobaron un programa para estudiar más las relaciones de los barriletes de varias regiones del Océano Pacífico oriental y central, mediante el mar-



cado y el muestreo que se realizaría en la zona de las Islas Marquesas durante un período de 2 años; este programa se inició en 1977. Este proyecto se ha llevado a cabo en colaboración con el Centre National pour l'Exploration des Océans (CNEXO), l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) y el Service de la Pêche de la Polynésie Française (SPPF).

El primer crucero de marcado se realizó a bordo de un barco de investigación francés *Tainui* durante septiembre-noviembre. El personal científico a bordo, incluía un científico de la Comisión, dos científicos franceses, uno de ORSTOM y el otro del SPPF y un científico del Department of Primary Industry of Papua Nueva Guinea. (No todos ellos se encontraban a bordo al mismo tiempo). Durante este período se marcaron y liberaron 47 atunes aleta amarilla y 360 barriletes. Se obtuvieron además, muestras sanguíneas, muestras de la frecuencia de talla y de los otolitos, tanto de atunes aleta amarilla como de barriletes. La talla de la mayoría de los barriletes era de 40 a 50 cm longitud, pero se marcaron también siete barriletes más grandes de 77 a 84 cm de longitud. La mayoría de los aleta amarilla eran de unos 50 a 65 cm de longitud.

Se encontró que había bastante barrilete, pero frecuentemente fue difícil o imposible capturar los peces. Sin embargo, el problema principal fue la carnada. La sardina marquesana, la especie principal de carnada, es relativamente escasa. Cuando se captura debe tenerse mucho cuidado en mantenerla viva. Por lo consiguiente, se gastó mucho más tiempo buscando carnada que barrilete.

La experiencia obtenida en el crucero *Tainui* ha de servir para seleccionar la clase de embarcación durante el resto del proyecto.

En 1977, se terminó un estudio sobre los índices de mortalidad del barrilete en el Océano Pacífico oriental, realizado con los datos de los experimentos de marcado. Los resultados se examinan en el 10 Informe Interno de la Comisión.

En 1977, se inició un estudio sobre el crecimiento del barrilete, determinado según los datos del marcado. Sin embargo, los análisis no se encuentran aún lo suficientemente avanzados para dar resultados.

Se terminó el primer borrador de un informe sobre las migraciones de atunes aleta amarilla marcados durante 1968-1974, a la altura de México y la América Central y fuera del ARCAA. Aunque los datos indican que las migraciones no son aleatorias, no se descubren fuertes desplazamientos direccionales. Se ha prestado un interés especial en averiguar si los pequeños atunes aleta amarilla se desplazan o nó fuera de la costa cuando crecen. Los resultados, sumarizados en el informe anual de la Comisión de 1976, no indican tal tendencia.

## Estudios genéticos de la población

### *Atún aleta amarilla*

El año pasado se obtuvieron datos sobre el sistema de la isomeraza fosfoglucosa (IFG) que se utilizó por primera vez en el atún aleta amarilla en 1976 (Informe Anual de 1976). Se ha analizado el material obtenido desde 1970, para incluirlo en un examen de la estructura de la población del Pacífico oriental y para compararlo con el material obtenido durante las maniobras exploratorias de pesca en 1976, en el Pacífico occidental. Existe una gran diferencia entre el material del Pacífico oriental y el occidental. Aunque no se observó heterogeneidad estadística en el material del Pacífico occidental, esas muestras fueron obtenidas en una porción relativamente pequeña de la pesquería del aleta amarilla en esa región y se deben hacer otros muestreos en zonas de interés, adyacentes a la zona descrita de muestreo.

La Tabla 8 presenta la localidad del muestreo, fecha, cantidad y frecuencia relativa del alele de la transferina A y los cuatro aleles IFG del material del Pacífico occidental en contraste con los resultados promedios obtenidos hasta ahora en el Pacífico oriental. El análisis del material del Pacífico oriental sigue en progreso, así que no se puede ofrecer actualmente una detallada descripción de estos datos.

Al comparar los gráficos de las muestras del Pacífico occidental con la distribución de la frecuencia observada de los aleles de más de 10,000 atunes aleta amarilla capturados en el Pacífico oriental, presentan marcadas diferencias en la frecuencia del alele IFG 2 (Figura 11). Sería interesante examinar el material de la región del Pacífico central para compararlo con estos datos. La naturaleza de la pesca de pequeños atunes aleta amarilla y las pequeñas cantidades descargadas hacen que este material sea difícil de obtener. Se tratará de obtener muestras del Pacífico central para este estudio durante 1978. Sería además interesante obtener otros datos del Pacífico occidental para compararlos aún más con los del Pacífico oriental.

### *Barrilete*

En 1977, los investigadores de la CIAT analizaron otras ocho muestras sanguíneas en la pesca del Océano Pacífico oriental y dieciseis más en la zona de Papua Nueva Guinea. Dr. Richardson de Australia analizó seis muestras obtenidas en la pesca de Nueva Zelanda. Al incluir estos datos en los análisis de 1976 (Informe Anual de 1976), indican que las pescas muestreadas (Hawai, Ecuador, Baja California, las Islas Revillagigedo, Palau, Papua Nueva Guinea y Nueva Zelanda) incluían todas más de un componente genético (Figura 12), lo que indica que no se debe dar como verídico que existe homogeneidad de la población en las pescas del Pacífico. Estas observaciones están de acuerdo con lo encontrado en la pesca del

aleta amarilla en el Pacífico oriental (basados en un sistema genético similar) y también con los estudios de los cetáceos delfinidos en el Pacífico oriental. Por lo consiguiente, se puede esperar que los depredadores pelágicos móviles como son los atunes y los cetáceos delfinidos, rara vez se encontrarán como grupos raciales aislados donde su densidad es alta, aunque varios grupos genéticamente diferentes pueden describirse y se puede indicar el dominio de uno o más de estos grupos en algunas zonas. Se había sugerido anteriormente, con referencia a los atunes, que la mezcla de grupos raciales en las zonas de pesca, podría ser necesaria, para que aparecieran densidades lo suficientemente grandes para soportar la explotación comercial. En estudios futuros se tratará este problema.

## **OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA**

### **Composición de talla de la captura de atún aleta amarilla y barrilete en 1977**

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

En 1977 se obtuvieron más de 600 muestras frecuencia-talla de aleta amarilla y más de 400 muestras de barrilete, de capturas descargadas en California, Puerto Rico, México, Panamá, Ecuador y Perú. La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA durante 1972 a 1977 se presenta en la Figura 13. El cálculo preliminar del peso promedio del aleta amarilla en el ARCAA en 1977 es de 35.2 libras, siendo el peso promedio más alto desde 1972.

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 1972-1977, se presenta en la Figura 14. El cálculo preliminar del peso promedio de esta especie en esta región es 57.2 libras. Esto son 22 libras más que el peso promedio del aleta amarilla en el ARCAA, pero inferior al peso promedio de cualquiera de los años anteriores en la zona al oeste del ARCAA. La variación de talla en 1977, fue igual a la de los años anteriores, pero la proporción de los peces de menos de 80 cm fue mayor que la de los años anteriores.

La distribución anual frecuencia-talla del barrilete muestreado en capturas obtenidas en el Océano Pacífico oriental en los años de 1972-1977, se presenta en la Figura 15. El cálculo preliminar del peso promedio del barrilete en 1977 es 7.0 libras, algo inferior al de 1976.

**Hábitos alimenticios del atún aleta amarilla**

En 1963, la Comisión publicó un extenso estudio (Boletín, Vol. 7, No. 5 de la CIAT) de los hábitos alimenticios del atún aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental. Los resultados se basaron en el examen del contenido estomacal, realizado durante el período de julio 1957 a diciembre de 1959. Durante este tiempo, la mayoría de los atunes capturados en el Océano Pacífico oriental era obtenida por cliques atuneros que pescaban a unos pocos cientos de millas de la costa. Desde 1960, se han presentado cambios radicales en los métodos y en las zonas pesqueras. La mayor parte de los atunes pescados en la superficie del Pacífico oriental es capturada ahora por embarcaciones cerqueras que pescan tan lejos como 2000 millas mar afuera.

En octubre de 1969, el personal de la Comisión empezó a tomar muestras estomacales de atunes aleta amarilla capturados en las zonas mar afuera para determinar si los hábitos alimenticios de estos atunes eran diferentes a los de las zonas abarcadas en el estudio anterior. Los resultados preliminares indicaron diferencias marcadas en los hábitos alimenticios de estos dos grupos de peces, aunque ambos se alimentaban de peces, cefalópodos y crustáceos. En las aguas oceánicas, los peces ingerían principalmente peces y cefalópodos, desempeñando los crustáceos solo un papel ínfimo. Los aleta amarilla capturados cerca a la costa ingerían menos peces y una proporción mayor de crustáceos que los capturados mar afuera. Además, los primeros atunes parecen depender más de organismos de altos niveles tróficos que los del último grupo.

El estudio de los hábitos alimenticios del aleta amarilla se terminó temporalmente en 1973, pero se reanudó este año, utilizando el resto de las muestras estomacales obtenidas desde 1970-1973. Se continúan los procedimientos anteriores de laboratorio, aunque los picos de los cefalópodos se identifican ahora por lo menos al nivel de la familia taxonómica. Debido al método de las enlatadoras de desviscerar los atunes, no se obtuvo la porción preestomacal de los estómagos muestreados. Así, que recientemente se han realizado otros muestreos en las enlatadoras locales para averiguar la relación de la longitud de horquilla de los aleta amarilla con respecto al desplazamiento volumétrico de todo el estómago.

Aunque los peces parecen formar aproximadamente el 90% por volumen de la dieta de los atunes aleta amarilla de alta mar, comparado con el 47% del aleta amarilla nerítico, se encontraron muchas más familias de peces en los estómagos de los atunes de las zonas neríticas que de las zonas oceánicas. Hasta ahora, solo 15 familias de peces han sido identificadas en atunes capturados en alta mar, mientras que en el estudio de 1963, se encontraron 44 familias de peces en los atunes capturados cerca a la costa.

Se está investigando la posibilidad de relacionar la información de los hábitos alimenticios obtenida por las muestras estomacales con la teoría actual de la energética de los atunes. Se han empleado actualmente los estudios energéticos de los atunes para calcular, basados en principios bioenergéticos, los requisitos calóricos para el mantenimiento, la natación y crecimiento en longitud y peso de un pez promedio. La suma de estos tres parámetros representan la energía total utilizada por día o el índice de consumo en términos de calorías. No se han determinado tales índices en observaciones directas de los peces. Al aplicar las medidas de los valores calóricos de los artículos principales de alimentación con respecto a los volúmenes observados en las muestras estomacales de los aleta amarilla y utilizando los periodos conocidos de la digestión de los alimentos en los estómagos de los atunes, puede que sea posible calcular los índices de consumo preliminares. Se sigue considerando la posibilidad de tal estudio.

### **Estudio de los otolitos de los atunes**

Es necesario poder determinar la edad de los atunes aleta amarilla y barriletes para obtener más conocimiento sobre su dinámica poblacional y para perfeccionar las técnicas administrativas. Se cree que los incrementos microscópicos de crecimiento en los otolitos (*sagittae*) de estas especies, son de origen diario y pueden, por lo consiguiente, proveer un método confiable para calcular la edad. Así que la investigación actual de los otolitos tiene dos objetivos: examinar la validez de la teoría del incremento diario y concebir un método rápido para averiguar la edad.

En 1975 y 1976, como parte de la comprobación de este estudio, se marcaron atunes aleta amarilla y barriletes, se inyectaron con tetraciclina, se liberaron y fueron luego recapturados por la flota comercial. El calcio del otolito absorbe el antibiótico y forma un depósito en los otolitos que produce una banda fluorescente cuando se examina bajo luz ultravioleta. Bajo el microscopio la banda puede asociarse con un incremento dado y el número de incrementos (*I*) desde la marca hasta el extremo del otolito puede entonces correlacionarse con los días que se conoce estuvo el pez en libertad. Hasta ahora han devuelto a la Comisión 277 atunes aleta amarilla inyectados. Solo se conoce con referencia a 72 peces los días exactos que han estado en libertad (*DL*). La fecha de recaptura del resto fluctúa de 2 a 35 días.

El examen inicial de 44 pares de otolitos (incluso algunos peces de los que se sabe la fecha exacta de recaptura y otros que no se conoce) indica que solo se producen por día 0.86 incrementos en la mitad del extremo ventral. Los cálculos más recientes obtenidos en la porción anterior y posterior de 25 pares de otolitos con valores exactamente iguales de *DL* resultan en la relación funcional:  $I = -1.94 + 1.00 DL$ . Una conclusión basada solo en 25 pares, debe, claro está, ser solo tentativa, pero parece que

cada incremento corresponde a un día y el tiempo de desfase de la aparición de la tetraciclina en el otolito es aproximadamente de dos días. Los resultados preliminares se aplican solo a los atunes aleta amarilla con un rango de 40-80 cm de longitud de horquilla. Los otolitos de los barriletes no se han procesado aún.

El método actualmente usado para estimar el número total de incrementos en un otolito implica el conteo en una réplica o molde de la superficie pregrabada del otolito por medio de sustancias corrosivas. La dirección del conteo es desde el primordium o punto de crecimiento original hasta el extremo ventral. Se gasta mucho tiempo en este método y a pesar de las precauciones que se toman, existe también la posibilidad de subestimar el cálculo total o de destruir el otolito. Basados en los resultados de la tetraciclina dados anteriormente, se sospecha ahora, que el número de incrementos producido ventralmente puede ser inferior al formado en la dirección anterior o posterior. Debe examinarse esta hipótesis si se han de realizar, en el futuro, cálculos correctos. Es igualmente importante establecer las normas para juzgar si los incrementos observados en una réplica son reales o un producto ficticio de las limitaciones del microscopio. Se está preparando un primer borrador de instrucciones para interpretar los incrementos en una réplica y en la observación directa del otolito.

Al tratar de concebir un método más rápido y preciso de conteo, se han examinado dos soluciones. La primera incluye saturar el otolito con una epoxiresina y seccionarlo para producir un elemento delgado ( $160\mu$ ). Debido a la estructura complicada de los otolitos de los atunes aleta amarilla, solo una sección longitudinal ofrece un récord continuo de incremento desde el primordium a la región posterior. Como primera medida debe establecerse la relación entre estos incrementos internos y los observados en la dirección ventral.

La segunda solución implica la regresión múltiple para pronosticar los incrementos totales de varias morfométricas de los peces y otolitos. Si se tiene éxito, el resultado indicará una relación empírica que necesitará una reevaluación periódica. Sin embargo, el método ofrece un adelanto substancial en la rapidez del proceso comparado con el método de la réplica. Se han obtenido los datos necesarios morfométricos para los atunes aleta amarilla entre los 30-180 cm de longitud de horquilla, pero no se ha determinado para estos ejemplares el número de incrementos de los otolitos.

#### **Extensión de las aguas cálidas en las zonas de desove del barrilete**

Las investigaciones hechas anteriormente han demostrado que la aparición de larvas de barrilete en las redes de plancton se correlaciona bastante bien con la temperatura superficial del mar (TSM). Se ha indicado que la zona de aguas cálidas puede ser un buen índice del desove de barrilete o de la supervivencia de las larvas pudiendo relacionarse con la

abundancia de una misma generación de peces adultos. Se seleccionó la isoterma de 82°F (27.8°C) para incluir la zona apropiada. A esta temperatura el 56% de los arrastres de la red contenía larvas. Se supone que las poblaciones de barrilete del Pacífico oriental desovan entre los 180° y 130°W. Los estudios serológicos indican el límite occidental de la zona de desove y se han obtenido muy pocas larvas al este de los 130°W. Según los diagramas del "Fishing Information" publicados mensualmente por el Southwest Fisheries Center (La Jolla) y otros gráficos inéditos, se han calculado las zonas que han tenido TSM de más de 82°F entre los 180° y 130°W y entre los 30°N y 30°S. La zona tiene al norte del ecuador, en enero, una extensión de 2.4 millones de km<sup>2</sup> a 8.0 millones de km<sup>2</sup> en septiembre y al sur del ecuador de 4.8 millones en septiembre a 9.5 millones en mayo y abril. La fluctuación estacional es mayor al norte que en el sur y también las variaciones entre las mismas estaciones. La mayor variación ocurre en los meses fríos tanto al norte como al sur del ecuador.

En la Figura 16 se presenta la media móvil trimestral de las desviaciones de la media de los 17 años. La zona de agua cálida (>82°F), en el hemisferio septentrional, durante la mayoría del período de 1960 a junio de 1970, fue superior al promedio, y desde 1965 a junio de 1970 todas las desviaciones son virtualmente positivas. La extrema expansión de agua cálida al norte del ecuador en el último semestre de 1968, se relaciona con la presión barométrica extremadamente baja encontrada en ese año en el Pacífico al norte de los 20°N (J. Namias, comunicación personal). Desde julio de 1970 a mayo de 1977, la zona de agua cálida fue más pequeña que el promedio, exceptuando el período de mayo 1972 a marzo de 1973, que refleja las condiciones del "Niño" a lo largo de la costa peruana y ecuatoriana al principio de febrero 1972. El enfriamiento al norte del ecuador desde el final de los años sesenta hasta ahora, es paralelo a la reducción de la media de la temperatura del aire en el hemisferio septentrional descrito por los climatólogos.

Con algunas excepciones, las desviaciones de las zonas al sur del ecuador se correlacionan bien con las del norte del ecuador. El enfriamiento es menos aparente, extendiéndose el agua cálida en el primer trimestre de 1977, hasta alcanzar el máximo observado en 1963, 1965 y 1972, a pesar del período extremadamente frío desde noviembre de 1973 a abril de 1976. El período cálido desde fines de 1976 a mayo de 1977, refleja las condiciones del "Niño" que principiaron frente a la costa sudamericana unos 5 meses antes, pero que no llegaron a desarrollarse completamente.

Las TSM y las zonas de agua cálida en el Océano Pacífico tropical se relacionan con las diferencias de la presión atmosférica entre el centro de alta presión de las regiones norte y sur del Pacífico y el centro de baja presión de Indonesia. Las mayores diferencias dan como resultado vientos

alisios más fuertes, mayor mezcla y agua más fría; las diferencias menores dan como resultado vientos alisios más débiles, poca mezcla y aguas cálidas. Se emplearon las presiones barométricas del nivel del mar de tres estaciones altamente recomendables, Hilo (Hawai), Tahiti y Darwin (Australia) para medir las fluctuaciones de los tres centros de presión. Se correlacionaron las zonas de agua cálida entre los 180° y 130°W al norte del ecuador durante un mes dado con la media mensual de las diferencias de presión entre Hilo y Darwin; las zonas de agua cálida al sur del ecuador se correlacionaron con las diferencias de presión entre Tahiti y Darwin. La media anual (enero-diciembre) de las zonas de agua cálida ( $>82^{\circ}\text{F}$ ) en el período de 1960-76 se correlacionaron con la media (de 12 meses) del gradiente de presión de un período anterior (octubre-septiembre) usando un período de desfase de 3 meses. El coeficiente de correlación fue  $-0.90$  para la zona septentrional y la presión de Hilo menos Darwin; el coeficiente de correlación fue  $-0.88$  para la zona meridional y la presión de Tahiti menos Darwin; el coeficiente de correlación fue  $-0.92$  para toda la zona tanto al norte como al sur del ecuador y la media de presión de Hilo y Tahiti menos Darwin (véase Figura 17). Estas altas correlaciones confirman el empleo anterior del índice de la Oscilación Austral (OA) (presión en la Isla de Pascua menos Darwin) como posible pronóstico de la abundancia de una generación de barrilete. La zona de agua cálida es el índice preferido de las condiciones en la zona de desove, debido a la estrecha relación que tiene la temperatura superficial del mar con la aparición de las larvas.

Se han calculado varios índices de la abundancia aparente del barrilete capturado en el Pacífico oriental. Se ha comprobado que es difícil y no se puede confiar en el análisis de una generación basándose en las medidas frecuencia-talla y en las estimaciones del crecimiento, en parte debido a la existencia aparente de los grupos de reclutas A y B que entran a la pesca en diferentes épocas lo cual es imposible identificar con certeza, en parte a causa de las diferencias anuales en los desplazamientos de entrada y salida de peces más grandes y viejos en la zona pesquera, y en parte porque probablemente no se muestrea en la pesca la misma proporción de abundancia real de un año a otro, debido a los cambios en la disponibilidad. Además, la captura por unidad de esfuerzo del barrilete (CPUEB), calculada al usar solo los datos trimestrales de embarcaciones con cerco, en estratos de zonas de  $5^{\circ}$  que incluyen cierto esfuerzo mínimo y capturas de barrilete para eliminar algo el esfuerzo sobre al atún aleta amarilla (véase Informe Anual de 1976) presenta una orientación y valores anuales diferentes en la zona del Golfo de Guayaquil al compararla con el resto de la pesca. Existe una marcada reducción en la CPUEB al sur del ecuador, durante los años setenta, pero esto no ocurre al norte del ecuador. Por lo consiguiente, se procesan separadamente los datos de las dos zonas.

El número de peces es un índice mejor de la abundancia que el peso, y se supone que la cantidad de peces jóvenes de 1+ años es una medida mejor



de la abundancia de una generación que las capturas totales de un grupo, a causa del desplazamiento diferencial de los peces de 2+ años. La región en donde se muestrearon los peces, que incluye la zona del Golfo de Guayaquil (Zona 6), abarca también algunas zonas al norte del ecuador en la región del *Panamá Bight*, sin embargo, en la mayoría de los años son pequeñas las capturas de barrilete en estas zonas y son insignificantes con relación a las del Golfo de Guayaquil. Se calcularon separadamente para la zona 6 (4 zonas de 5 grados) y el resto de las zonas (18 zonas de 5 grados de las 22 asignadas como zonas de barrilete) los valores anuales de la CPUEB de peces de 1+ años de las embarcaciones con cerco. Los valores anuales (1962-76) de la CPUEB en millares de peces jóvenes capturados por día en la zona 6 no indican ninguna relación, en un período anterior, con las zonas de aguas cálidas en la región de desove tanto al norte como al sur del ecuador. De la misma manera, cuando se examinaron las CPUEB anuales en las zonas de barrilete (exceptuando la Zona 6) con la media de las zonas de aguas cálidas durante varios períodos de 6 meses, tanto las zonas norte y sur del ecuador no mostraron correlaciones importantes. Se ha estimado originalmente, que pasan aproximadamente 18 meses entre el desove y el reclutamiento (para el cálculo, se considera que el período de desfaseamiento es el tiempo que ha pasado entre el punto medio de la temporada de desove y el punto medio de la captura anual). Se espera que el máximo del desove ocurra durante los meses en que las temperaturas del mar sean más altas y cuando se extienden las zonas de aguas cálidas en cada hemisferio, sin embargo, puede que las condiciones anormalmente cálidas durante las temporadas normalmente frías permiten que se prolongue la duración del desove o que aumente la supervivencia de las larvas, lo suficiente, como para influir en la abundancia aparente de barriletes jóvenes que entran a la pesca. Los coeficientes de correlación son mayores en el caso de los períodos de desfaseamiento de 15, 18 y 21 meses con referencia a la zona de agua cálida al norte del ecuador, lo que indica que la suposición original de 18 meses era justificada. En cuanto a la zona cálida al sur del ecuador los coeficientes son mayores en el caso de los períodos de desfaseamiento de 18, 21 y 24 meses. Esta diferencia de 3 meses permanece sin explicación, pero puede que no sea importante. Estos resultados indican que el desove puede ocurrir sobre un período de 12 meses, así que se examinaron las correlaciones usando zonas con un promedio de 12 meses: en el norte durante el período julio-junio no mejoraron los coeficientes; en el sur durante el período de abril-marzo mejoraron algo. Sin embargo, las pruebas de correlación de la CPUEB de 1+ años, fuera de la zona 6, comparadas con la media anual de las diferencias de la presión atmosférica, dieron como resultado un coeficiente mayor de la presión de Hilo menos Darwin que la zona de aguas cálidas al *norte* del ecuador y un valor similar de la presión de Tahití menos Darwin al usar (en los cálculos) la zona cálida al *sur* del ecuador. El período usado para la presión atmosférica fue de tres meses antes que el período correspondiente de la zona de

aguas cálidas. Estos resultados preliminares indican que las zonas de aguas cálidas ( $>82^{\circ}\text{F}$ ) no son mejores como posibles indicadores de la abundancia de una generación de barrilete de lo que son gradientes de la presión atmosférica. Sin embargo, se seguirá observando mensualmente la zona de aguas cálidas, ya que hipotéticamente sigue siendo el mejor indicador disponible del desove de barrilete, de la supervivencia de las larvas o ambas cosas.

### **Barrilete en la zona del Golfo de Guayaquil**

De las 22 zonas de 5 grados del Pacífico oriental designadas como zonas de barrilete, la zona que comprende el Golfo de Guayaquil (zona 2-05-080) ha sido en la mayoría de los años la más productiva. Al tratar de mejorar el índice (CPUEB) de la abundancia del barrilete excluyendo parte del esfuerzo sobre el aleta amarilla, solo se emplearon los datos de los estratos trimestre-zona que tenían un mínimo de 100 días de esfuerzo cerquero, normalizado a la clase 3 de arqueo y una captura mínima cerquera de 200 toneladas de barrilete que se designan como esfuerzo retenido registrado y captura retenida registrada. Entre 1961 y 1976, del 9% al 89% (con una media del 45%) de la captura retenida de barrilete en todas las 22 zonas provino de la zona del Golfo de Guayaquil. De 1961 a 1969 la media fue 55%; de 1970 a 1976 fue 28%. Las capturas trimestrales y los valores de la CPUEB en el Golfo de Guayaquil se presentan en la Figura 18. En los años sesenta, la captura y la CPUEB tuvieron un máximo en el segundo trimestre; en los setenta tienen un máximo en el primer trimestre y en el cuarto. Los valores medios de la CPUEB en toneladas por día normal de pesca de los dos períodos son los siguientes (las medias de los trimestres 2, 3 y 4 en el período de 1970-76, se basan en cuatro o cinco valores solo porque en algunos años no se tienen suficientes datos, como se indica por una X en la Figura 18):

Trimestre	1961-69	1970-76
1	7.5	4.7
2	11.2	3.7
3	7.3	1.6
4	5.1	4.9
media	7.8	3.7

La media de la CPUEB, hasta ahora, en los setenta, es aproximadamente la mitad de lo que fue en el período anterior, así que parece existir un cambio en la disponibilidad o vulnerabilidad del barrilete en esta zona. La captura de barrilete obtenida por la flota ecuatoriana de pequeños cliperes atuneros se ha reducido también en los setenta. Es evidente que los índices de la abundancia de ambas artes se encuentran similarmente afectados en la zona.

La mayoría del barrilete pescado en el Golfo de Guayaquil ha sido capturado al este de los  $83^{\circ}\text{N}$  entre los  $0^{\circ}$  y  $5^{\circ}\text{S}$ . Estas zonas pesqueras se localizan en el frente ecuatorial termal entre las aguas frías afloradas de

la Corriente del Perú y en su recorrido y las aguas cálidas al norte del ecuador. La temperatura superficial del mar cambia muy rápidamente, con la latitud, en la zona del frente, y la intensidad del gradiente y la posición del frente varían con la estación y entre los años. Se considera que estas variaciones se asocian con las variaciones ambientales que son importantes para el barrilete, como el medio en donde la relación oxígeno-temperatura es favorable o las concentraciones de alimento u otros factores desconocidos. Los únicos datos oceanográficos disponibles que cubren el período de la pesca cerquera (1961-77) en esta zona, son los de las temperaturas de la superficie del mar y aún éstos son frecuentemente escasos en algunos meses debido a que hay muy poco movimiento de barcos en esta zona.

Se calculó la media trimestral del gradiente de temperatura norte-sur entre los 0° y 4°S a lo largo de los 81°W y 83°W, como también las medias de temperatura de esta zona. En la Figura 19, se presentan las desviaciones de los valores medios trimestrales de 1961-76. Al comparar las Figuras 18 y 19, no se descubre una relación evidente entre la captura del barrilete o la CPUEB y el gradiente o la temperatura media. Los coeficientes de correlación fueron insignificantes para el gradiente, la temperatura y ambos índices de abundancia, comparados con la zona de agua cálida (>82°F) en las zonas de desove del Pacífico central durante el período anterior. Ni existió ninguna correlación (según los análisis por regresión múltiple) entre estas tres variables y la captura o CPUE. Tampoco pueden explicar actualmente las fluctuaciones y los cambios en las pescas de barrilete en la zona del Golfo de Guayaquil realizadas por la flota cerquera de altura y los pequeños cliperes ecuatorianos. Ni existió ninguna correlación entre la captura o CPUE del atún aleta amarilla obtenida por los cerqueros en la zona y los índices de temperatura.

Los descargues de atún aleta amarilla de los pequeños cliperes ecuatorianos alcanzaron en 1970 un máximo de 5,550 toneladas y 4,870 toneladas en 1971, y han fluctuado grandemente desde ese entonces, reduciéndose a 960 toneladas en 1976 y a 430 toneladas en 1977. Para determinar si las fluctuaciones anuales en la abundancia aparente estaban relacionadas con el gradiente de temperatura o la media de la TSM, se calculó el porcentaje de las desviaciones de las capturas a la línea de tendencia. Esto corrige, hasta cierto punto, los grandes cambios ocurridos en el esfuerzo y en la magnitud de la flota desde que comenzó la pesca en 1957, como también la reducción en la abundancia después de 1971. Durante el período de 1961-1977, en el que se tuvieron TSM, no existió relación entre el porcentaje de la desviación del atún aleta amarilla y el gradiente; sin embargo, la correlación con la TSM fue significativa al nivel de 1% ( $r = -0.63$ , véase Figura 20). Cuatro de las seis desviaciones negativas más grandes ocurrieron en los años del "Niño" de 1965 y 1972, y en los años en que casi ocurrió este fenómeno en 1969 y 1976. Este debe

ser un efecto local porque los pequeños cliques atuneros ecuatorianos hacen viajes diarios y pescan habitualmente a unas 60 millas de la costa y no se encontró en toda la zona del Golfo de Guayaquil (2-05-080) una correlación importante en la CPUE del atún aleta amarilla de la flota cerquera de altura durante el primer semestre (cuando la mayoría del esfuerzo no está reglamentado).

La reducción en las capturas de barrilete de la pequeña flota ecuatoriana de cliques atuneros empezó en 1970 y la reducción de las capturas de atún aleta amarilla principiaron en 1972. Los descargues totales de aleta amarilla y barrilete se presentan en la Figura 21: los descargues aumentaron con la capacidad de la flota hasta 1969 y se redujeron fuertemente en los años setenta. La pesca ha sido tan pobre en los dos últimos años que muchos cliques atuneros han realizado muy pocos viajes: se hicieron cerca de 2,300 viajes por año en 1974-1975 y aproximadamente 800 viajes por año en 1976-1977.

Han ocurrido cambios pronunciados en el porcentaje del atún aleta amarilla obtenido por cliques atuneros en la captura combinada de aleta amarilla y barrilete: de 1957 a 1965 la media fue 6%, de 1966 a 1969 fue 15%; de 1970 a 1976 fue de 38% y en 1977 se redujo en un 11% (véase Figura 21). No se conocen todavía qué fluctuaciones ambientales y locales puedan explicar el cambio en las proporciones de estas dos especies.

### **ESTUDIOS ATUN-DELFIN**

En la reunión anual de 1976, la CIAT habló sobre el problema de la mortalidad accidental de los delfines en las maniobras de los cerqueros cuando pescan atún. Después de una larga discusión, se dijo que existía una razón legítima para que la Comisión participara. Se adoptaron tres objetivos básicos: 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 cuando sea posible para evitar la muerte innecesaria o por descuido de los delfines en las maniobras de pesca.

Con el fin de concebir un programa de trabajo referente a estos objetivos, la Comisión autorizó a los investigadores para que prepararan un análisis completo de los problemas atún-delfín que incluiría recomendaciones sobre la participación de la Comisión. Con este objetivo en mente, varios de los investigadores dedicaron durante un período de cuatro meses una gran parte de su tiempo en preparar un documento titulado "Relación atún-delfín: investigación, administración y posible actuación de la CIAT" (se tienen copias de este documento si alguien tiene interés en obtenerlo). Los investigadores examinaron estudios anteriores y actuales sobre la biología y evaluación de la población de los delfines y también sobre el desarrollo de técnicas pesqueras para salvar delfines. Se consideró luego

la actuación de la CIAT en la investigación y administración de los delfines y se estimaron los gastos de trabajos futuros. Al realizar este análisis un grupo de expertos ayudó a los investigadores en el campo de la biología y dinámica de población: Dr. Yvonne M. M. Bishop, School of Public Health, Harvard University, Cambridge, Mass., U.S.A.; Dr. Peter A. Larkin, Institute of Animal Resource Ecology, University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canadá; y Dr. Daniel Lluch, Instituto Nacional de Pesca, México, D.F. México.

El manuscrito completo sirvió como documento básico para la XXXIV reunión de la CIAT, una reunión especial celebrada específicamente con el propósito de presentar la actuación futura de la CIAT para resolver el problema atún-delfín. Los resultados de esta reunión se indican en otro lugar de este informe anual. En breve, los investigadores de la Comisión organizarán y tendrán un programa internacional de técnicos científicos para calcular la mortalidad total de los delfines. Se obtendrá otra información que será útil para estimar actualmente la magnitud de las poblaciones de delfines. La Comisión se mantendrá también al frente de las investigaciones actuales sobre el comportamiento y las artes, se organizarán grupos de trabajo sobre las artes y se emprenderán estudios computarizados de simulación de las poblaciones recíprocas de los atunes y delfines. Cuando sea apropiado, la Comisión hará recomendaciones administrativas a los gobiernos miembros, designadas para reducir la mortalidad accidental de los delfines.

## **OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL ATUN**

La Comisión tiene como responsabilidad principal administrar los recursos atuneros en el Océano Pacífico oriental. Para llevar a cabo esta labor es necesario tener una base substancial de datos biológicos. Como los atunes durante todas las etapas de su vida son completamente pelágicos y las fluctuaciones naturales del ambiente oceánico afectan su abundancia, la Comisión ha realizado también estudios oceanográficos. Aunque la Comisión se ha interesado en varios estudios oceanográficos durante todos estos años, el trabajo actual se ha concentrado en los problemas relacionados con el análisis de la temperatura superficial del mar por medio de los satélites y en el mecanismo físico del proceso de afloramiento. Estas dos ramas son importantes para los objetivos de la Comisión.

### **Estudios de los captadores remotos**

Con el fin de mejorar y evaluar el uso de la información de los satélites, para calcular la temperatura superficial del mar, los oceanógrafos han concentrado sus estudios en 1977, a unos pocos objetivos específicos. Un problema que ha sido especialmente difícil de solucionar, ha sido el de la interferencia de las nubes. Cuando se emplea tanto la imagen infrarroja

como la de alta resolución, los datos de la temperatura superficial del mar se encuentran sesgados por la densidad de las nubes entre la superficie del mar y el captador del satélite. Para distinguir más claramente entre las nubes, la tierra y el mar, los oceanógrafos han concebido un método para producir una imagen digital de diferentes grises que establece un contraste evidente entre estos objetivos. Esto se llevó a cabo utilizando los datos de un radiómetro de alta resolución (RAR) como también un explorador termal infrarrojo. En la Figura 22 se presenta un ejemplo de la precisión a la que puede llegarse con estos datos. Parece que esta técnica es bastante efectiva para discriminar entre los tipos de nubes como se indica en la Figura 23. Para sobreponerse al problema de la interferencia de nubes se amplió una técnica anteriormente concebida por el U.S. National Environmental Satellite Service que solo utilizaba datos de energía infrarrojos para incluir datos del RAR. El método parece muy promisorio para filtrar regiones parcialmente cubiertas de nubes sobre el océano y debe ser compatible para usar con el Radiómetro de Multifrecuencias Explorador de Microondas que se ha de colocar en 1978 a bordo de los satélites Seasat A y Nimbus G.

Los oceanógrafos de la Comisión trabajaron también para modificar un programa computarizado, dado a la Comisión, por el National Marine Fisheries Service. El programa presenta cálculos más exactos de las trayectorias del satélite y ha sido valioso para determinar la posición de los puntos geográficos de los datos. Se terminaron otros programas de cálculo que corrigen mejor la distorsión geométrica de las imágenes del RAR, empleadas por el personal para estimar con captadores remotos la temperatura superficial del mar.

Con el fin de continuar trabajando en el uso de los datos del satélite para medir la temperatura en la superficie del mar, se examinaron detalladamente los datos de una región seleccionada del océano a la altura de California, obtenidos por el satélite NOAA-5. Se dibujaron los gráficos de la distribución de la temperatura empleando tanto imágenes termales infrarrojas como del RAR. Se trazaron mapas de imágenes digitales de distintos grises, similares a los presentados en la Figura 22 y según éstos se dibujaron los mapas de contorno. Los perfiles de temperatura procedentes de los datos del satélite estuvieron bien de acuerdo con los gráficos similares, preparados por el U.S. Coast Guard, mediante termómetros de radiación infrarroja que llevan en los aviones.

#### **Análisis del ecosistema del afloramiento costero (Proyecto CUEA)**

Se adelantó otro trabajo en la fase inicial del procesamiento de los datos, obtenidos por la Comisión durante la expedición JOINT II, realizada a la altura de la costa peruana de marzo a junio de 1977. Esta última expedición (parte del National Science Foundation's International Decade of Ocean Exploration), en la que participaron científicos del Instituto del Mar,

del Instituto Geofísico, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y de la Dirección General de Hidrografía y Navegación junto con embarcaciones peruanas de investigación, cuatro barcos y un avión de investigación de los E.U., se realizó para estudiar el procesamiento del afloramiento costero a la altura de la costa meridional del Perú. La investigación de la Comisión incluía cuatro experimentos con anclas flotantes (16 anclas) para describir las corrientes locales en la vecindad del Cabo Nazca (Perú) y aproximadamente 170 lances para medir la STP (salinidad, temperatura-profundidad) y obtener los perfiles verticales de la temperatura y salinidad. Se espera que a mediados de 1978 se tendrán los datos y los informes técnicos con la descripción de este proyecto.

En otros estudios relativos a la zona de afloramiento costero frente al Perú, los investigadores de la Comisión ayudaron a los científicos del Instituto Geográfico de Lima (Perú), a procesar los datos obtenidos mediante la estación localizadora de un satélite y a convertir estos datos en valores nominales (temperatura del cuerpo negro). Se espera que eventualmente el Instituto pueda obtener, procesar y divulgar sus propios gráficos de la temperatura superficial del mar de la zona costera peruana. La ayuda de la Comisión en este pequeño proyecto fue subvencionada, en parte, por el Office of International Programs of the National Science Foundation.

#### **Estudio del Domo de Costa Rica**

El Domo de Costa Rica es una zona de agua aflorada, rica en materias nutritivas, localizada cerca a los 9°N-88°W, que provee una reserva permanente de zooplancton en la superficie de esa región. Sin embargo, la intensidad y la localización del centro del afloramiento se encuentran sujetos a una considerable variación estacional y anual. Es posible que la variación en el Domo de Costa Rica sea en parte responsable por la variación en el éxito de pesca en la región de la América Central. Por lo consiguiente, en 1977, se inició un estudio para determinar la relación que existe entre el Domo de Costa Rica y el éxito de pesca. Hasta ahora solo se han clasificado los datos de 1975, pero se espera que en 1978 se recopilaran y analizaran los datos de otros años.

#### **Corrientes ecuatoriales oceánicas y migración del barrilete**

En los últimos años la Comisión ha investigado la relación que puede existir entre la abundancia aparente del barrilete en las pescas atuneras epipelágicas del Pacífico oriental y la temperatura superficial del mar (TSM), en las zonas de desove del barrilete del Pacífico central tropical (180°-130°W). La TSM en la región central y oriental del Pacífico tropical, la fuerza de las corrientes de la zona ecuatorial (véase Figura 24) y la Oscilación Austral (O.A.) se encuentran todas correlacionadas. La O.A. se refiere a las fluctuaciones en las diferencias de la presión atmosférica entre

el centro de alta presión de la Isla de Pascua y el centro de baja presión de Indonesia. Las consecuencias de la O.A. se extienden al hemisferio septentrional y tan lejos al oeste como el Océano Indico. Los fuertes vientos alisios, las fuertes corrientes ecuatoriales y las bajas TSM en la región central y oriental del Pacífico tropical se asocian con una fuerte O.A.; los vientos alisios débiles, las corrientes ecuatoriales débiles y las altas TSM se asocian con una débil O.A.; las condiciones del "Niño" a lo largo de la costa sudamericana se asocian con índices muy bajos de la O.A.

Las investigaciones realizadas anteriormente han demostrado correlaciones importantes en la pesca entre los índices de la abundancia del barrilete y la TSM en la zona de desove, como también con la O.A. en épocas anteriores. Sin embargo, al incluir los datos de los últimos tres años, la correlación se ha atenuado bastante. Una explicación sobre esta posible relación es que ocurre más desove en años cálidos; otra es que sobreviven más larvas en años cálidos; una tercera es que el desplazamiento de barriletes jóvenes de las zonas de desove del Pacífico central a las zonas de pesca del Pacífico oriental se encuentra afectado por la fuerza de la contracorriente ecuatorial norte y sur que corren hacia el este (CCEN y CCES; véase Figura 24). Estas corrientes se pueden encontrar en algunas zonas en la superficie o debajo de ésta, y cambian latitudinalmente según sea la estación (se cree que en la mayoría de los años la subcorriente de Cromwell es demasiado fría para el barrilete).

Se ha propuesto una hipótesis en la que el barrilete maduro entra a la pesca hawaiana desde la zona de Baja California, dejándose llevar a la deriva (migración pasiva) por la Corriente Ecuatorial del Norte (CEN) en lugar de nadar activamente hacia el oeste. Igualmente, los barriletes jóvenes pueden desplazarse (desde las zonas de desove) al este, al Pacífico oriental dejándose llevar a la deriva por la CCEN y la CCES. Existe una zona de convergencia entre la CCEN y la CES. Los derroteros de los cruceros de investigación desde los 0° a los 10°N al este de los 160°W, indican un máximo de zooplancton a lo largo del ecuador y concentraciones de pequeños peces, calamares y atunes en la zona de convergencia, aproximadamente desde los 2° a 5°N. Los pescadores de atún ven frecuentemente cardúmenes de barrilete en estas latitudes entre los 90°W y 140°W, pero los cardúmenes son pequeños y difíciles de capturar debido a la transparencia del agua y a que la termoclina profunda permite que los peces se escapen por debajo de las redes.

Para probar la hipótesis de que las fluctuaciones de la abundancia aparente del barrilete en la pesca epipelágica del Pacífico oriental, pueden estar relacionadas a las variaciones en gran escala de la CCEN, se calcularon los valores mensuales de la fuerza y localidad de la corriente entre el ecuador y los 14°N a intervalos de 10° de longitud entre los 120°W y 150°W (no se tenían suficientes datos para calcular los valores de la



CCES). Se reconstruyeron en esas longitudes las secciones verticales de temperatura hasta los 500 metros, según los datos de los batitermógrafos descartables, obtenidos por embarcaciones cerqueras durante los últimos 8 años. Como la salinidad subsuperficial en esta región del Pacífico cambia poco de un año a otro dentro de la misma temporada, fue posible usar la media mensual de los perfiles verticales, calculada según los datos cronológicos de los departamentos oceanográficos de las universidades de California (San Diego) y Hawai. Se calcularon en la zona los componentes este-oeste de las corrientes, según los datos de la temperatura y salinidad de junio, julio y agosto de 1971 y 1972. En 1971, se obtuvo una gran captura de barrilete de 115,500 toneladas, mientras que en 1972, la captura fue solo de 36,700 toneladas, la más baja desde 1948.

Durante los veranos de 1971 y 1972, la fuerza y localidad de la CCEN fueron considerablemente diferentes. La Figura 25 (recuadro superior) indica que en julio de 1971 a lo largo de los 130°W y 140°W, el núcleo de la CCEN se encontraba cerca a la superficie con una velocidad este en la parte central del núcleo de 50 cm/seg (aproximadamente 1 nudo). Desde los 4°N a 9°N la termoclina se inclinaba fuertemente hasta unos 30 metros de la superficie. La inusitada y abrupta inclinación de la termoclina y de la temperatura superficial sobre ella se asoció al gran aumento en la fuerza de la CCEN en julio de 1971. Fuertes vientos en la superficie y las masas convergentes de agua causaron que la termoclina se hundiera a unos 80 metros aproximadamente a los 4°N entre los 130°W y 140°W. A lo largo del ecuador la termoclina estuvo más cerca a la superficie y fue evidente un fuerte afloramiento. La TSM fue de 2° a 4°F (1° a 2°C) inferior a lo normal la mayor parte del año. La CES fluyó al oeste con una máxima velocidad de 1 nudo y desde el ecuador un componente norte llevaba agua superficial, rica en materias nutritivas, convergiendo cerca a los 4°N con el componente sur de la CCEN. Debido al aumento en la fuerza de ambas corrientes en 1971, se presentó probablemente una zona de convergencia más fuerte entre ellas. Se cree que el zooplancton más grande, los pequeños peces y pequeños calamares que forman el alimento del barrilete y otros atunes, se concentran en las zonas de convergencia, así que los años que tienen una CCEN más fuerte que lleva barriletes jóvenes hacia el este a una mayor velocidad (de acuerdo a la hipótesis del desplazamiento pasivo), serían también años de mayor abundancia alimenticia para sostenerlos en su ruta hacia las zonas ricas en alimentos del Pacífico oriental.

El año de 1971, fue un año de grandes capturas de barrilete, relacionadas, tal vez, con una CCEN más fuerte; sin embargo, la mayor parte de la captura y el 87% de la cantidad calculada de peces jóvenes (1+ de edad), se capturó en el primer semestre, así que no pueden relacionarse directamente con las condiciones de la corriente en julio. Las zonas de aguas cálidas en la región del Pacífico central fueron más pequeñas que lo normal desde agosto de 1970 a diciembre de 1971. La zona se vincula

estrechamente a la media de la TSM, que se cree está relacionada con la fuerza de la CCEN, así que aunque nos faltan datos batitermográficos de enero a mayo de 1971 para medir la corriente, debido a que los cerqueros no pescaron fuera del ARCAA hasta junio, es probable que la CCEN fue más fuerte que lo normal durante la última parte de 1970 y a principios de 1971, cuando los barriletes jóvenes capturados en 1971 se hubieran posiblemente desplazado al este.

Durante el verano de 1972, la CCNE entre los 130°W y los 140°W fue más débil, con una velocidad en su núcleo de 35 cm/seg, encontrándose más cerca del ecuador que en 1971 y la inclinación de la termoclina fue inferior (véase Figura 25, recuadro inferior). La CES tuvo casi la misma fuerza que durante 1971, pero no se extendió tan lejos en el hemisferio norte. La zona de convergencia estuvo más cerca del ecuador en 1972 y debido a que la CCEN fue más débil, la cantidad de convergencia entre las dos corrientes fue inferior. Esta característica, junto con el afloramiento débil y errático (como lo indica la TSM inusualmente cálida), que en 1972 resultó en una reducción de la producción primaria a lo largo del ecuador, puede haber limitado la alimentación disponible del barrilete a lo largo del margen meridional de la CCEN. La menor velocidad en la corriente y la alimentación reducida pueden haber contribuido a las pobres capturas de peces jóvenes en 1972. Se continúan estudiando los cambios en la CCEN y las corrientes adyacentes durante otros años, en los que las embarcaciones con cerco tomaron datos batitermográficos fuera del ARCAA.

### **CONDICION DE LAS POBLACIONES DE ATUN EN 1977 Y PERSPECTIVAS PARA 1978**

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

#### **ATUN ALETA AMARILLA**

La condición del atún aleta amarilla se calcula mediante la aplicación de modelos generales de producción y de la estructura de la edad. En los modelos generales de producción, se juzga la población de los peces considerados, como una masa homogénea, que tiene agregaciones debidas al reclutamiento y crecimiento, y substracciones debidas a la mortalidad

natural y por la pesca. Con excepción de la magnitud cero de la población y de la máxima posible, las agregaciones exceden las subtracciones debidas a la mortalidad natural, designándose el exceso como producción sobrante. Si la mortalidad por pesca (es decir, la captura) equivale a la producción sobrante, la población (teoréticamente) permanece indefinidamente equilibrada, si no hay cambios causados por perturbaciones naturales. Así que la magnitud de la población permanecerá constante año tras año. En algún punto intermedio o distribución de los puntos entre cero y la magnitud máxima posible de la población, la producción sobrante será máxima. Si el objetivo de la administración es obtener un rendimiento máximo constante, debe determinarse este punto intermedio y se debe mantener la población a esa magnitud. Si la población está a ese nivel y luego en un año determinado la captura excede la producción sobrante, la magnitud de la población se reducirá, así que debe limitarse la captura al año siguiente para permitir que la población se recupere. Por otra parte, si la captura en un año determinado es inferior a la producción sobrante, la población aumentará y la captura podrá aumentarse al año siguiente para reducir nuevamente la población a su magnitud óptima (*e.d.*, la magnitud que producirá un rendimiento máximo constante). En realidad, la administración basada en los modelos de este tipo, se complica, debido a que el océano cambia continuamente, lo que produce cambios de un año a otro en su capacidad productiva. Por lo consiguiente, se deben ajustar correspondientemente las capturas anuales, ya sea en forma ascendente o descendente. Si los cambios oceánicos y sus consecuencias en la producción pueden pronosticarse, se podrían ajustar las capturas rutinariamente; de otra manera, tienen que ajustarse cada año para reducir o aumentar la población debido a capturas muy bajas o muy altas obtenidas uno o dos años antes.

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

Estos datos estadísticos se usaron durante la década de 1950, con el modelo logístico, un caso especial del modelo general de producción, en el que la magnitud óptima de la población es la mitad de la magnitud máxima de la población y en el que la relación es lineal entre la captura por unidad de esfuerzo y el esfuerzo, para determinar la condición de la población del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. Se supuso, cuando se usó este modelo, que la pesca en el Pacífico oriental maniobrada sobre una población individual de aleta amarilla que no se prolongaba más allá del radio

de pesca. Los datos morfométricos y del mercado indicaron una mezcla considerable de peces en el Océano Pacífico oriental, pero poco o ningún intercambio de peces entre las regiones del Océano Pacífico oriental y central, así que creíamos en aquel entonces, que esta suposición era razonable para los objetivos de la administración pesquera, aunque se continúa trabajando actualmente para determinar hasta que punto es apropiada. Se estimó que esta población puede, en promedio, sostener una captura máxima anual de unas 92-96 mil toneladas americanas, que pueden obtenerse con un esfuerzo total de pesca de unos 35 mil días, calculados en unidades de la clase 4 de embarcaciones de carnada (barcos de 201-300 toneladas de capacidad). En 1960 y 1961, cuando la mayoría de las embarcaciones de la flota fueron reacondicionadas de la pesca con carnada a la pesca con cerco, duplicando, por lo tanto, aproximadamente su poder pesquero, las capturas ascendieron respectivamente a 122 mil y 115 mil toneladas. Basados en el modelo se pronosticó que durante 1962, la abundancia del aleta amarilla sería inferior y que la captura se reduciría aún si el esfuerzo permanecía alto. Los pronósticos resultaron correctos y en 1962 y 1963, las capturas fueron respectivamente 87 mil y 73 mil toneladas. Este modelo fue usado como base para las reglamentaciones recomendadas por el personal de la Comisión desde 1962 hasta 1968. Estas reglamentaciones, sin embargo, no se hicieron vigentes sino hasta 1966. En esa época se estableció una cuota para el Area Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA), presentada en la Figura 26; la pesca se ha reglamentado cada año desde esa época.

La captura por día normal de pesca (CPDNP) se emplea como un índice de la abundancia del atún aleta amarilla. La manera en que se emplean estos datos y las tendencias durante el período de 1960-1977, se discuten en un capítulo anterior de este informe. Durante el período de 1960-1965, las fluctuaciones en la captura y en la CPDNP estuvieron notablemente de acuerdo con las esperadas según el modelo logístico, conforme fue aplicado en ese tiempo por el personal de la Comisión. En 1966, el primer año de las reglamentaciones, la CPDNP fue más alta que la del año anterior, y en 1967 y 1968, fue aún superior a pesar de haberse obtenido capturas substanciales. De acuerdo al modelo, la población debe haber permanecido durante ese período más o menos al nivel relativamente bajo de 1965. La falla de la CPDNP de reaccionar a la pesca como se pronosticó puede deberse (1) a deficiencias en el modelo, *e.d.*, al no poder explicar adecuadamente los cambios en la población, debidos a la pesca o (2) a deficiencias en la CPDNP según la utiliza el personal de la Comisión (*e.d.*, datos normalizados a la clase 3 de cerqueros), como indicadora de la abundancia.

En el primer caso, las deficiencias en el modelo podrían deberse (a) a la expansión geográfica de la pesca (b) a la alteración en la composición de talla de los peces en la captura o (c) a factores ambientales que pueden ser

la causa de que la abundancia de los peces cambie independientemente de la pesca.

Antes de mediados de los años sesenta, la pesca se realizaba a unos pocos cientos de millas de la costa y en la vecindad de algunas islas y bancos mar afuera (Figura 27). A mediados y finales de la década de 1960, a medida que la capacidad total de la flota aumentó y conforme se construían embarcaciones más grandes y adecuadas, la pesca se realizó cada vez más lejos, mar afuera, y, a principios de 1968, muchos barcos comenzaron a pescar fuera del ARCAA, durante el segundo semestre del año. Durante los años setenta la zona pesquera ha sido similar a la presentada en las Figuras 28 y 2. Las zonas costeras y las de alta mar del ARCAA y la zona al oeste del ARCAA se designan respectivamente en la Figura 26 como zonas A1, A2 y A3. Si los peces de las zonas A1 y A2 se mezclan completa y rápidamente (1 Caso) la expansión de pesca en la zona A2 no produciría un promedio máximo constante de producción (PMCP) significativamente superior al de la zona individual A1. Por otra parte, si hay poca o no mezcla entre las dos zonas (2 Caso) el PMCP de la zona A1 más el de la zona A2 sería aproximadamente la suma de los PMCP de las dos zonas (calculados al usar los datos de cada zona separadamente para estimar los parámetros del modelo general de producción). Si existe una mezcla moderada entre las dos zonas, como parece que sea el caso, entonces el PMCP de la zona A1 más el de la zona A2 sería algo superior al del 1 Caso, pero no tan grande como el del 2 Caso. Así que se cree que la razón principal de aumento en la CPDNP durante el período de 1965-1968, se debe a la expansión de pesca a la zona A2.

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

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

En el segundo caso, las deficiencias en la CPDNP como indicadores de la abundancia pueden deberse (a) que desde el final de la década de 1960, la pesca en el ARCAA se ha realizado principalmente durante el primer semestre del año, siendo que anteriormente había tenido lugar durante todo el año, (b) a los cambios en la eficacia de las embarcaciones de la misma clase de arqueo, (c) al empleo de la clase 3 de arqueo como clase normal, siendo que la gran mayoría de las embarcaciones son más grandes y realizan la mayor parte de la pesca en zonas en las que la clase 3 de arqueo no pesca, (d) a las dificultades causadas por el hecho de que el esfuerzo de pesca se dirige tanto hacia el barrilete como el aleta amarilla,

(e) a los cambios en la estrategia de pesca que se presentan al tratar de evitar la pesca de grandes atunes aleta amarilla que tienen grandes concentraciones de mercurio o (f) a los factores ambientales que pueden influir en la disponibilidad, en la vulnerabilidad o en la disponibilidad y vulnerabilidad.

Antes de la reglamentación, cuando la pesca proseguía durante todo el año, la CPDNP era comúnmente alta durante el primer semestre del año (Figura 26). Se indica correspondientemente, en esta figura, el promedio de la CPDNP de los cuatro primeros meses del año, como también durante todo el año, así que se evita este error sistemático cuando se considera solo la tendencia de los cuatro primeros meses.

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

Se eligió la clase 3 como clase normal de arqueo de los cerqueros durante los años cincuenta, porque en esa época esta clase de arqueo obtenía más atunes que los cerqueros de cualquier otra clase. Desde entonces, se han construido muchas embarcaciones de gran porte y varias de las pequeñas se han ido a pique o se han retirado de la pesca. Las embarcaciones de gran porte pescan en todas las zonas, mientras que las más pequeñas pescan casi totalmente a unos pocos cientos de millas del litoral y tienden a pescar más hacia el extremo norte o sur del radio de distribución del aleta amarilla y menos en la zona entre el sur de México y Colombia. La normalización incluye la comparación de las pescas positivas de los barcos de diferentes clases de arqueo, cuando están pescando en el mismo estrato de tiempo-zona y la multiplicación por factores del esfuerzo de los barcos de todas las clases de arqueo, con excepción de la clase 3, para compensar su mayor o menor eficacia. Cuando no hay datos en un estrato de tiempo-zona de la clase 3 de cerqueros, se utilizan los datos de la clase 6 de arqueo y el resultado neto es casi igual a la normalización global de los barcos a la clase 6. Por lo consiguiente, en la Tabla 9 la CPDNP se encuentra correlacionada más fuertemente con la captura por día de pesca (CPDP) de los barcos de gran porte que con los de pequeño porte.

Desde que se comenzaron los estudios del esfuerzo en la Comisión a principios de los años cincuenta, se ha considerado que lo más difícil al usar los datos de la CPDNP como un índice de la abundancia, es que el

esfuerzo de pesca se dirige tanto hacia el barrilete como el aleta amarilla. Aunque esto sigue siendo un problema, los estudios que se han realizado ahora, indican que puede que no sean una fuente de error tan grande como se suponía anteriormente.

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

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

En 1968, se sospechó fuertemente que el PMCP obtenido en el ARCAA era significativamente superior al que se había calculado originalmente de 92-96 mil toneladas, según los datos de los años anteriores a la expansión de la pesca mar afuera. Por lo consiguiente, en ese año, la Comisión solicitó que los investigadores prepararan para la reunión de 1969, una propuesta específica sobre un programa experimental de sobrepesca, con el fin de averiguar empíricamente el PMCP del aleta amarilla en el ARCAA. El programa recomendado por el personal y aprobado por la Comisión, estipulaba cuotas de 120 mil toneladas para 1969, 1970 y 1971. Si la CPDNP, en unidades de la clase 3 de arqueo de los cerqueros (ajustada a los niveles de la eficacia de las artes anteriores a 1962) se reducía a menos de 3 toneladas diarias durante ese período, se limitaría la captura para prevenir tal vez el perjudicar seriamente a la población. Este programa empírico y administrativo ha continuado hasta ahora. El aumento de las cuotas y de las capturas en 1969, 1970 y 1971, no dió aparentemente como resultado una reducción en la CPDNP. En 1971, la CPDNP fue inferior, pero esta reducción se debió, tal vez, en su mayoría al cambio del esfuerzo, del aleta amarilla al barrilete y al tratar de evitar la pesca de grandes atunes aleta amarilla, debido al problema de mercurio mencionado anteriormente. En 1972, se aumentó la cuota a 140 mil toneladas. La captura fue de 152 mil toneladas, pero la CPDNP aumentó aproximadamente al nivel de 1968-1970. En los años siguientes, las cuotas y las capturas aumentaron aún más y durante 1973-1975, la CPDNP se redujo constantemente antes de nivelarse en 1976. Esta información se sumariza en la Tabla 10.

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

En el primer análisis (1 Caso) se empleó el modelo logístico. El esfuerzo se normalizó a días de la clase 3 de cerqueros (embarcaciones de 101 a 200 toneladas de capacidad). Solo se usaron los datos de 1967 a 1977, ya que antes de 1967 el esfuerzo de pesca no se encontraba tan disperso en 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 de 173 mil toneladas y el esfuerzo necesario para capturar esta cantidad en condiciones de equilibrio, sería de unos 52 mil días de la clase 3 arqueo. La curva de equilibrio de la producción y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo, se presentan en el recuadro superior de la Figura 29. Todos los puntos excepto los de 1967 y 1971, aparecen sobre la línea. (En estos dos años, se lograron grandes capturas de barrilete, lo que alejó el esfuerzo del aleta amarilla, reduciendo, casi con seguridad, la captura de esta última especie). La aparición de la mayoría de los puntos sobre la línea no es inesperada, ya que la línea representa los niveles de captura que se obtendrían en condiciones de equilibrio y durante el período de que se trata se estaba incrementando el esfuerzo y las capturas, reduciendo por lo consiguiente la población acumulada. Este patrón no puede evidentemente continuar indefinidamente, porque eventualmente, a no ser que la tendencia se invierta, la población se reduciría hasta el punto en que la captura disminuiría sin importar qué tanto esfuerzo se ha ejercido.

En el segundo análisis (2 Caso) se empleó de nuevo el modelo logístico, usando solo los datos de los cerqueros de la clase 6 de arqueo (de más de 400 toneladas de capacidad). Esto se hizo porque se había observado que las CPDNP de las embarcaciones de gran porte, habían disminuído más en años recientes (1974 y 1975) que las de aquellas de embarcaciones más pequeñas. 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 las embarcaciones pequeñas, existe la posibilidad de que al emplear solo los datos de la clase 6, resulten diferentes estimaciones de los parámetros. Se emplearon solo los datos de 1968 a 1977. La curva de equilibrio de la producción y los puntos observados que representan la captura y el esfuerzo no equilibrados, se presentan en el recuadro inferior de la Figura 29. En este caso se calcula que el PMCP sea de 178 mil toneladas y el esfuerzo necesario para pescar esta cantidad en condiciones de equilibrio, de unos 22 mil días de la clase 6 de arqueo.

Se calcula en cada uno de los dos casos, que el PMCP es de unas 175 mil toneladas. Los puntos de 1976 y 1977, en cada caso, se localizan a la derecha del punto más alto de la curva, lo que indica que el esfuerzo ha excedido el que aparentemente se necesita para obtener el PMCP. Si se mantiene el esfuerzo durante los dos o tres próximos años a los niveles de 1976-1977, se presentarán varias probabilidades. Primero, la captura puede reducirse, lo cual indicaría que la población de aleta amarilla en el ARCAA



cambia como consecuencia de la pesca, tanto al lado de la curva que representa la sobrepesca como al lado que representa la subpesca, de acuerdo al modelo logístico. Segundo, la captura puede permanecer aproximadamente constante o aumentar. Si ocurre ya sea lo uno o lo otro, podría indicar que los parámetros de la curva logística han sido subestimados o que la población del aleta amarilla en el ARCAA, no cambia como consecuencia de la pesca, de acuerdo al modelo logístico, al lado de la curva que representa la sobrepesca. Esto solo se podría determinar al continuar el programa experimental de pesca de la Comisión, iniciado en 1969.

El modelado de la estructura de la edad comienza con uno o más grupos de peces, los reclutas. Con el paso del tiempo, el peso de los individuos que sobreviven aumenta debido al crecimiento, pero el número de sobrevivientes disminuye debido a la mortalidad. Una porción de la mortalidad consiste de peces que han sido capturados, pero los otros peces que mueren por causas naturales, se pierden.

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

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

década han excedido lo que se había creído era el PMCP en la década anterior.

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 no contribuye significativamente a ésta hasta el segundo semestre y el grupo Y que entra durante el segundo semestre, pero no contribuye significativamente hasta el primer semestre del año siguiente. Los grupos X e Y son, en promedio, más o menos de la misma magnitud. El reclutamiento en los grupos ha variado aproximadamente por un factor de 3, pero para los dos grupos combinados el factor es solo aproximadamente de 2. El reclutamiento estimado de 1966-1974, después de la expansión de pesca fuera de la costa, fue más o menos 50 por ciento superior al de 1963-1965.

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

Se han formulado dos hipótesis para explicar la baja incidencia de pequeños peces en la zona A2 con respecto a la zona A1. Primero se supone que la zona A1 era un criadero de peces con una talla inferior a 85 cm y que a medida que crecieron se desplazaron a la zona A2, donde no fueron accesibles a las artes pesqueras, hasta que se presentó la reciente expansión de pesca fuera de la costa. Segundo, se supone que aparecieron peces pequeños y grandes en proporciones casi iguales en las zonas A1 y A2, pero que los peces pequeños fueron menos vulnerables a las artes de pesca en la zona A2. Los exámenes más recientes que analizan el efecto de la expansión mar afuera sobre las estimaciones del reclutamiento y el examen de los resultados del marcado referentes al movimiento diferencial de la edad específica apoyan las conclusiones (1) que la segunda hipótesis es probablemente la correcta y (2) que desde la expansión de la pesca mar afuera, a la zona A2, la población del aleta amarilla puede soportar capturas más grandes que antes.

En 1973 y 1974, se obtuvieron grandes capturas de peces pequeños del grupo Y en la zona A1 (Figuras 30 y 31). Así que se pregunta si este aumento en la captura se debió a un aumento en el reclutamiento, a un aumento en la vulnerabilidad de los peces pequeños a causa del reclutamiento promedio o a la combinación de un aumento en el reclutamiento y vulnerabilidad. En el primer caso (el aumento en el reclutamiento), se podían esperar en los años siguientes grandes capturas de peces de talla mediana y grande, pero en el segundo caso, lo contrario sería lo natural, debido a la escasez de peces medianos y grandes después de que se habían explotado fuertemente los peces pequeños. Puede verse en las Figuras 30 y 31, que las capturas de la generación Y73 como peces de 2, 3 y 4 años fueron inferiores al promedio, lo que indica que el reclutamiento de esta generación fue aproximadamente promedio y la alta captura en 1973, se debió a la mayor vulnerabilidad de los peces de 1 año. Sin embargo, para la generación Y74, la captura de peces de 1 año en 1974, fue aún superior de lo que fue en el caso de la generación Y73 durante el año anterior, y las capturas de peces Y74 fueron aproximadamente promedio o un poco superior al promedio, durante los tres años siguientes. Por lo consiguiente, el reclutamiento de la generación Y74 fue bastante superior al promedio. El peso de la captura de peces de 1 año excedió el peso combinado de las capturas de peces de 2, 3 y 4 años, que no fue el caso de ninguna de las otras generaciones, excepto la generación Y73, indicando que la vulnerabilidad de los peces de la generación Y74 fue alta durante 1974.

Basados en las capturas de peces de 1, 2 y 3 años de edad en 1975, 1976 y 1977, la abundancia de la generación Y75 parece ser inferior al promedio. La generación X75, sin embargo, parece ser normal. La generación Y76 produjo un promedio de captura superior de peces de 1 año en la pesca de 1976, pero una captura pobre en 1977, de peces de 2 años. Puede, sin embargo, que esto sea debido a que el esfuerzo de pesca fue bajo desde los primeros días de marzo hasta mediados de mayo de 1977. La generación X76, como la X75, parece ser normal. La captura de peces de 1 año de la generación Y77 durante 1977, parece ser normal o un poco mejor.

En los informes anuales de la Comisión de 1974 y 1975, se expresó preocupación sobre las posibles consecuencias que podrían tener las capturas inusualmente grandes de peces de 1 año de edad de generaciones Y73 e Y74 en las capturas de 1975 y 1976. Estas generaciones han pasado ya casi por la pesca y la estructura de la edad ha regresado a la normalidad, así que ya no existe la preocupación sobre esta situación con respecto a estas generaciones.

El personal de la Comisión ha considerado generalmente la población de aleta amarilla en el ARCAA como una unidad individual entremezclada. Sin embargo, los datos genéticos y del marcado, no rechazan la posibilidad de que pueda haber heterogeneidad en la composición de la población en el

ARCAA. Con el fin de investigar el posible efecto en las estimaciones de la producción potencial si existe más de una población en el ARCAA, los investigadores de la Comisión han ampliado el modelo computarizado de simulación TUNPØP, para incluir esta situación. El modelo de simulación modificado TUNPØP-MØD3 permite diferencias zonales en las temporadas de pesca, intensidad pesquera, mortalidad por pesca a edad específica, reclutamiento, crecimiento, mortalidad natural y los índices de mezcla de los peces entre las zonas. Los resultados, al usar este nuevo modelo, confirmaron las conclusiones anteriores de que solo un cambio en la mortalidad por pesca a edad específica no sirve para explicar las grandes capturas observadas en la pesca desde 1969. Solamente los aumentos en el reclutamiento aparente sirvieron para explicar las capturas más grandes. Aunque los análisis son consistentes con las primeras estimaciones de producción de la población del aleta amarilla en el Pacífico oriental, proveen ajustes más consistentes para los datos de la captura observada, cuando se emplea un valor de 0.6 para el índice instantáneo de mortalidad natural en lugar del valor comúnmente usado de 0.8.

El análisis realizado en 1975, indicó que la población de aleta amarilla en el ARCAA, podía soportar una captura entre 140-190 mil toneladas. Las recomendaciones que se hicieron en esa época, fueron basadas tanto en el análisis del modelo general de producción como en el del modelo de la estructura de la edad. El hecho de que se capturaran grandes cantidades inusitadas de peces de 1 año en 1973 y 1974, y que no se pudieran pronosticar las consecuencias que tendrían estas capturas en la producción subsiguiente de las generaciones correspondientes, influyeron fuertemente en la decisión, cuando se recomendó en 1975 una cuota que principiara a un nivel bajo de 140 mil toneladas americanas, pero con la condición de aumentarla a 190 mil toneladas.

Ahora, al usar los datos actuales presentados anteriormente, parece que se puede capturar un promedio continuo de producción de unas 170-180 mil toneladas en el ARCAA. Al utilizar la misma base de datos, pero al colocar ciertos límites en los parámetros del modelo, se produjeron estimaciones de un rendimiento constante que se aproximaba a las 200 mil toneladas en el ARCAA.

Ambos recuadros de la Figura 29 presentan el esfuerzo durante 1976 y 1977, como si estuviera al lado de la curva que representa la sobrepesca. Por lo tanto, si el modelo logístico es aplicable y se han estimado correctamente sus parámetros, los mismos niveles de esfuerzo en 1978 producirían menos captura. Si el modelo logístico no es correcto o si se han subestimado sus parámetros, un esfuerzo en 1978, aproximadamente igual al de 1976-1977, produciría más o menos la misma captura que la de esos años. Además, si se aumenta el esfuerzo en 1978, puede que se produzca un aumento de captura durante el año. Los investigadores de la Comisión

opinan que se debe continuar con el programa experimental de sobrepesca, para permitir capturas más o menos iguales a las de 1976 y 1977. Sin embargo, si a principios de 1978, las capturas por unidad de esfuerzo son bajas, esto podría indicar que se debía fijar una fecha de clausura lo suficientemente temprana como para lograr una captura de solo 175 mil toneladas. Si se logran capturas iguales a las de 1976-1977, más o menos con la misma cantidad de esfuerzo de esos años, es probable que el PMCP en el ARCAA sea superior a 170-180 mil toneladas. Si se reducen las capturas o es necesario ejercer mucho más esfuerzo para obtener las mismas capturas que en 1976-1977, es probable que el PMCP se encuentre a unas 170 o 180 mil toneladas y que se debe reducir la captura y el esfuerzo en los próximos años.

Los barcos pesqueros han maniobrado en la zona exterior del ARCAA (Figura 26, zona A3) desde 1968 (Tabla 10). Por lo general no se realiza ninguna pesca durante el primer semestre del año, debido principalmente a que el tiempo allí es bastante malo. Cuando mejora el tiempo en mayo-junio, se ha clausurado generalmente la temporada de la pesca irrestricta en el ARCAA y muchos de los grandes barcos de la flota internacional se trasladan a esta zona fuera del ARCAA. Los experimentos de marcado han indicado que el índice de mezcla entre los peces de esta zona y los del ARCAA es bajo, así que el atún aleta amarilla de esta zona exterior, se ha considerado, hasta ahora, separadamente del atún del ARCAA.

En 1969, la CPDP de la clase 6 de arqueo de los cerqueros fue más de 20 toneladas, pero desde entonces, las CPDNP han sido notablemente constantes, entre 10 y 13 toneladas (Figura 32). En 1969, 1970 y 1971, el esfuerzo fue inferior a 2.6 mil días y las capturas menos de 30 mil toneladas. 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 las últimas entre 41 y 51 mil toneladas. En 1977, el esfuerzo y la captura fueron inferiores a los de cualquier otro año del período 1972-1976, pero la CPDP fue aproximadamente igual a las de 1970-1976. En el recuadro inferior de la Figura 32, se indica que la captura en la zona exterior del ARCAA ha permanecido proporcional con el esfuerzo. Si la forma logística del modelo general de producción expresa adecuadamente la relación que existe entre la captura y el esfuerzo correspondiente a la zona exterior del ARCAA, como se indicó antes en la zona del ARCAA, entonces se consideraría que la pesca fuera del ARCAA se encuentra al lado de la curva que representa la subpesca. Por lo consiguiente, no parece que exista ahora una razón biológica para controlar la captura o la intensidad pesquera fuera del ARCAA.

### **BARRILETE**

El barrilete aparece en casi todas las aguas tropicales de los océanos del orbe. En los últimos años la captura mundial de esta especie ha excedido la de cualquier otro atún o especies afines. Este es también el

caso en el Océano Pacífico; en 1976, el barrilete formó cerca del 45% de la captura de las principales especies de consumo en ese océano.

No se conoce muy bien la estructura de las poblaciones de barrilete que habitan el Océano Pacífico, porque la mayoría de los estudios de esta especie se han basado principalmente en poblaciones que aparecen en zonas relativamente pequeñas, así que es necesario realizar experimentos y análisis en todo el océano. La Comisión inició recientemente una investigación en las Islas Marquesas; ésta y los trabajos de la Comisión del Pacífico Sur y de otras organizaciones, deben parcialmente mejorar esta situación. Los estudios serológicos recientemente publicados, indican que existen por lo menos dos subpoblaciones en el Océano Pacífico occidental, una aparentemente limitada a la zona oeste en los 165°E y la otra aparece al este de la primera subpoblación y se extiende posiblemente al Océano Pacífico oriental.

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

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

La captura y la abundancia de barrilete varían considerablemente de un año a otro. La magnitud de la flota ha aumentado considerablemente en los últimos años y posiblemente ésto ha causado un aumento en el esfuerzo de pesca sobre esta especie. Sin embargo, ésto aparentemente no ha agotado el recurso, ya que en los últimos años se han obtenido algunas de las mejores capturas globales. Además, no parece existir ninguna relación entre la abundancia del barrilete y el esfuerzo de pesca. Sin embargo, hay la posibilidad de que tal relación se encuentre velada por la naturaleza

de la pesca. Por ejemplo, en diferentes años, la disponibilidad del barrilete puede variar, pero la cantidad de esfuerzo orientado hacia esa especie puede ser proporcional a su disponibilidad, lo que resultaría en capturas iguales por unidad de esfuerzo (CPUE) en cada año. Este puede ser el caso, si en los años de alta disponibilidad, el barrilete se encontrara en más zonas que en años de poca disponibilidad, siendo la densidad de los peces en las zonas igual en todos los años. Los datos actualmente, no indican que este fenómeno pueda ocultar la relación entre la abundancia del barrilete y el esfuerzo de pesca, pero se sigue investigando esta incógnita como parte de los extensos estudios de la Comisión sobre el esfuerzo de pesca y la CPUE como índice de la abundancia. Lo más probable, ahora, es que la variación de un año a otro de la captura y la abundancia aparente sean el resultado de factores naturales. No se conoce si la variabilidad natural representa cambios en la abundancia de toda la población o refleja solamente los cambios en segmentos de una población relativamente constante, accesible en diferentes años, a la pesca del Pacífico oriental. Las estimaciones de la abundancia aparente de las zonas norte y sur se correlacionan bastante bien unas con otras, pero en algunos años, por ejemplo en 1968 y 1970, la captura ha sido superior al promedio en una zona e inferior en la otra. Esto puede indicar que cuando los peces jóvenes emigran del Pacífico central al oriental, se desplazan diferentes cantidades a las zonas norte y sur en diferentes años. La captura de barrilete en el ARCAA durante 1977, fue de unas 91 mil toneladas, siendo un año promedio (Tabla 1).

Es importante conocer la variabilidad anual de la captura y abundancia aparente del barrilete para poder administrar apropiadamente la pesca cuando es necesario. Con el fin de lograr este propósito, los investigadores han mantenido un programa activo sobre la investigación de esta especie, conforme lo permiten las obligaciones fiscales. Parte de esta investigación se ha orientado hacia el pronóstico de la captura y abundancia de esta especie. El modelo desarrollado con este fin, descrito en el informe anual de 1974, ha tenido un éxito aparentemente moderado en explicar hasta 1973, estas fluctuaciones, pero desde entonces, las capturas se han desviado considerablemente de los pronósticos. Por lo tanto, se están examinando de nuevo muy detalladamente los datos, para tratar de encontrar un método de pronóstico que se pueda utilizar permanentemente. Estos estudios se describen en otro lugar de este informe.

### **ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS**

Durante los últimos años, las naciones han tenido una tendencia general de extender su soberanía marítima. Cada nación costera en el Océano Pacífico oriental, con excepción de una o dos, han declarado su jurisdicción sobre los recursos vivos dentro de las 200 millas de sus costas, aunque unos pocos han excluído los atunes de tal jurisdicción, pidiendo, en

cambio, que se establezca una administración internacional. De acuerdo con el cambio hacia un régimen de jurisdicción más amplia, muchos países costeros en vía de desarrollo han expresado su creencia de que el acuerdo administrativo, actual de la CIAT, debe renegociarse para reconocer estos nuevos cambios sobre la extensión jurisdiccional. Han propuesto, basados especialmente en la adyacencia y el control que tienen sobre las aguas en las que se pesca parte del recurso, que se les asigne mayores porciones de la captura atunera.

Con estas ideas en mente, los países miembros de la Comisión pidieron en diciembre de 1975, que los investigadores prepararan un análisis sobre otros sistemas para administrar los atunes del Pacífico oriental, que pudiera servir como documento básico, posiblemente para una reunión futura de plenipotenciarios. En respuesta a esta solicitud, se preparó un análisis detallado titulado "Alternativas para la Administración Internacional de los Recursos de Atún". Se presentó este informe a las delegaciones de los gobiernos miembros en la XXXIII reunión que fue convocada en Managua (Nicaragua) en octubre de 1976. Comienza este informe con el examen de los recursos atuneros y su pesca, los acuerdos internacionales existentes sobre la administración atunera y los grandes problemas que confronta la administración. Luego se consideran varias opciones administrativas bajo seis títulos principales: 1) control de 200 millas por estados costeros individuales; 2) extensión del sistema actual de la cuota global en el Pacífico oriental; 3) administración de la asignación parcial de la captura (APC); 4) coaliciones regionales; 5) asignación total del recurso; 6) asignación del recurso mediante la licitación competitiva. Se termina el documento con un análisis de los requisitos institucionales para administrar eficazmente el atún, en tales asuntos, como las responsabilidades funcionales, la estructura organizadora, personal, socios, votación y especies abarcadas.

Posteriormente, México y Costa Rica acordaron que se celebraría una reunión de plenipotenciarios en San José (Costa Rica) en septiembre de 1977, para empezar a trabajar en el borrador de un nuevo convenio para la conservación del atún en el Océano Pacífico oriental. Todas las naciones costeras en el Océano Pacífico oriental y todos los miembros actuales de la CIAT fueron invitados. En la reunión, México y Costa Rica presentaron una lista de cláusulas, proponiendo que fueran incluidas en el nuevo convenio. Sus propuestas, en ciertos aspectos, fueron modeladas de acuerdo al sistema administrativo de la asignación parcial de la captura (APC) descrita en el documento básico. Propusieron, en otras palabras, que se estableciera un sistema internacional de licencias para darles a las embarcaciones de todos los países miembros el libre acceso a las aguas costeras de todas las naciones miembros después de las primeras 12 millas. Las naciones miembros adyacentes al recurso (NAR) recibirían asignaciones garantizándoseles el acceso a una porción de la cuota global que sería proporcional al promedio reciente de todas las capturas obtenidas en



sus zonas de 200 millas por toda la flota internacional. La organización recaudaría los estipendios de los participantes, basándose en la magnitud de las capturas obtenidas por las embarcaciones de las naciones miembros. Estos estipendios se emplearían primero para cubrir los gastos administrativos. El resto de los fondos se distribuiría luego en dos porciones: primera una parte sería para las NAR miembros, basándose en las capturas obtenidas en sus zonas costeras y luego, la parte que representa los ingresos de capturas obtenidas más allá de la 200 millas, se repartiría entre todos los miembros, basándose en sus capturas globales. La propuesta estipulaba además, que se estableciera un sistema internacional para determinar y verificar las capturas.

Aunque se deliberó considerablemente sobre estos puntos y otros contenidos en la propuesta de México y Costa Rica, se obtuvo muy poco progreso y no se llegó a un acuerdo. La reunión de plenipotenciarios se clausuró, conviniéndose en convocar otra reunión para examinar el asunto de un nuevo convenio, aunque no se determinó ningún lugar o fecha específica.

**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>
Joseph W. Greenough, M.S. (Washington)	
<i>Fisheries management</i>	— <i>Administración pesquera</i>
(From February 13	—Desde el 13 de febrero)
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Forrest R. Miller, M.A. (California)	
<i>Meteorology</i>	— <i>Meteorología</i>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Gary D. Sharp, Ph.D. (California)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)	
<i>Oceanography</i>	— <i>Oceanografía</i>
(To July 31	Hasta el 31 de julio)
Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)	
<i>Biology: population dynamics</i>	— <i>Biología: dinámica de poblaciones</i>

**Associate Scientists — Científicos asociados**

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
	(San Pedro, California)

---

\*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

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

- Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)  
*Biology* —*Biología*
- Takeo Ishii, Ph.D. (Tokyo)  
*Biology* —*Biología*  
 (To August 13 —Hasta el 13 de agosto)
- Robert G. Kirkham, M.S. (San Diego State)  
*Remote sensing technology* —*Tecnología de captadores remotos*
- Alexander Wild, Ph.D. (British Columbia)  
*Biology* —*Biología*

#### Assistant Scientists — Científicos auxiliares

- Jon S. Cole, B.S. (Washington)  
*Biology: statistics* —*Biología: estadísticas*  
 (Ecuador)
- Arturo F. Muhlia M., B.S. (Univ. Autónoma, México)  
*Biology: computer programmer* —*Biología: programador computadora*
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)  
*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*
- Mike E. Freese  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*  
 (San Pedro, California)
- Rafael A. Gaudier, B.B.A. (Univ. Puerto Rico)  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*  
 (Puerto Rico)
- Juan A. Gracia, M.A. (Inter-Amer. Univ.)  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —*Representante en el muelle: técnico de laboratorio*  
 (Puerto Rico)

- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio  
 (Ensenada, México)
- Mark D. Heinrich, B.A. (California)  
*Laboratory technician (oceanography)*  
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)
- C. 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
- Oliver Seth, B.S. (Lewis and Clark)  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio  
 (Panamá)
- Vaughn M. Silva  
*Waterfront contact: laboratory technician*  
 —Representante en el muelle: técnico de laboratorio
- Robert W. Wagner  
*Laboratory technician (oceanography)*  
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)

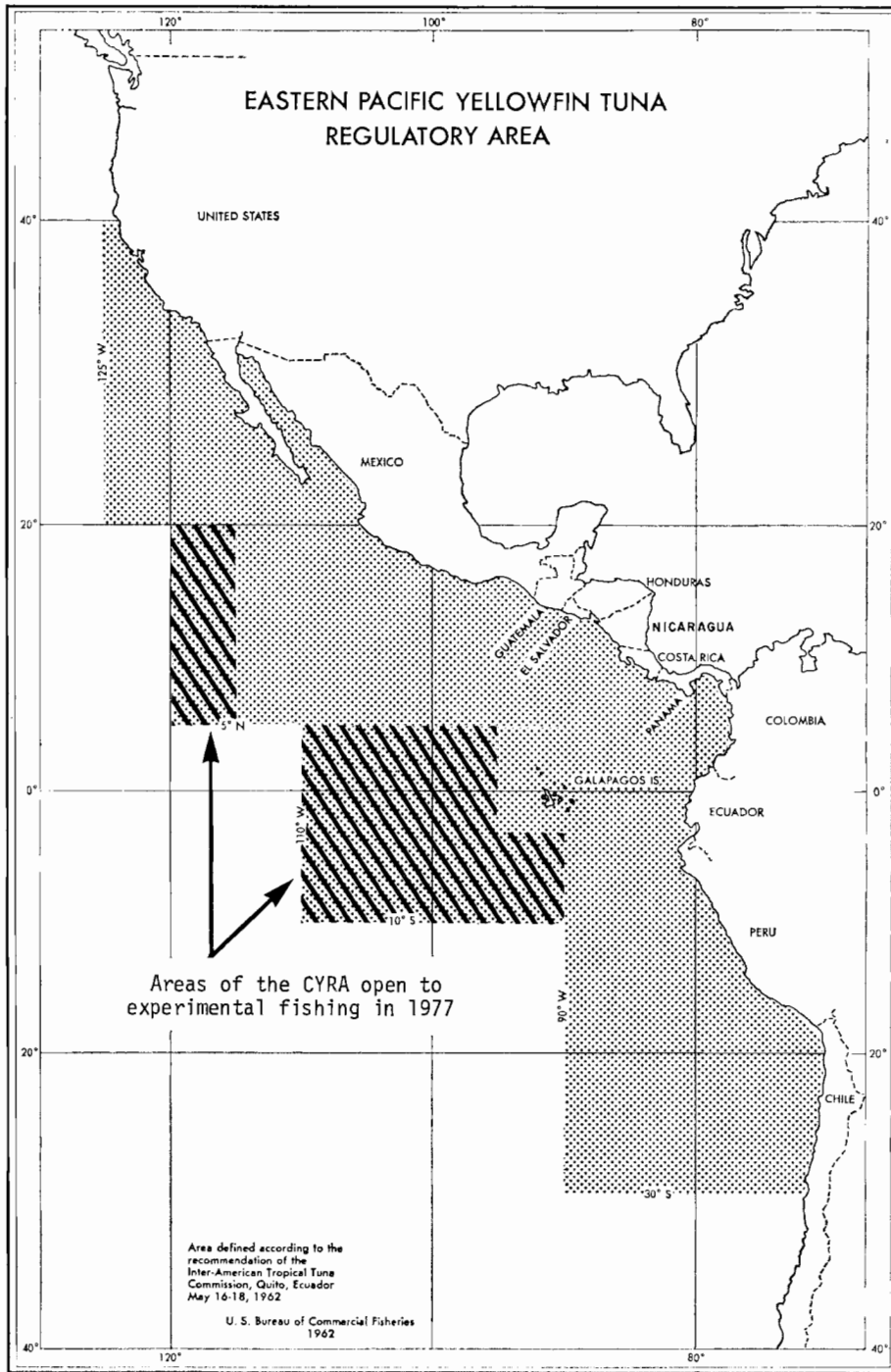
#### ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

- Georgia K. Cason  
*Switchboard operator* —Telefonista
- Theodore C. Duffield  
*Bookkeeper and administrative assistant*  
 —Contador y asistente administrativo  
 (To September 30 —Hasta el 30 de septiembre)
- Lucy Dupart  
*Bilingual secretary* —Secretaria bilingüe
- Regina A. Newman  
*Bilingual secretary to Director* —Secretaria bilingüe del Director
- Angel L. Sion  
*Bookkeeper and administrative assistant*  
 —Contador y asistente administrativo  
 (From August 1 —Desde el 1 de agosto)

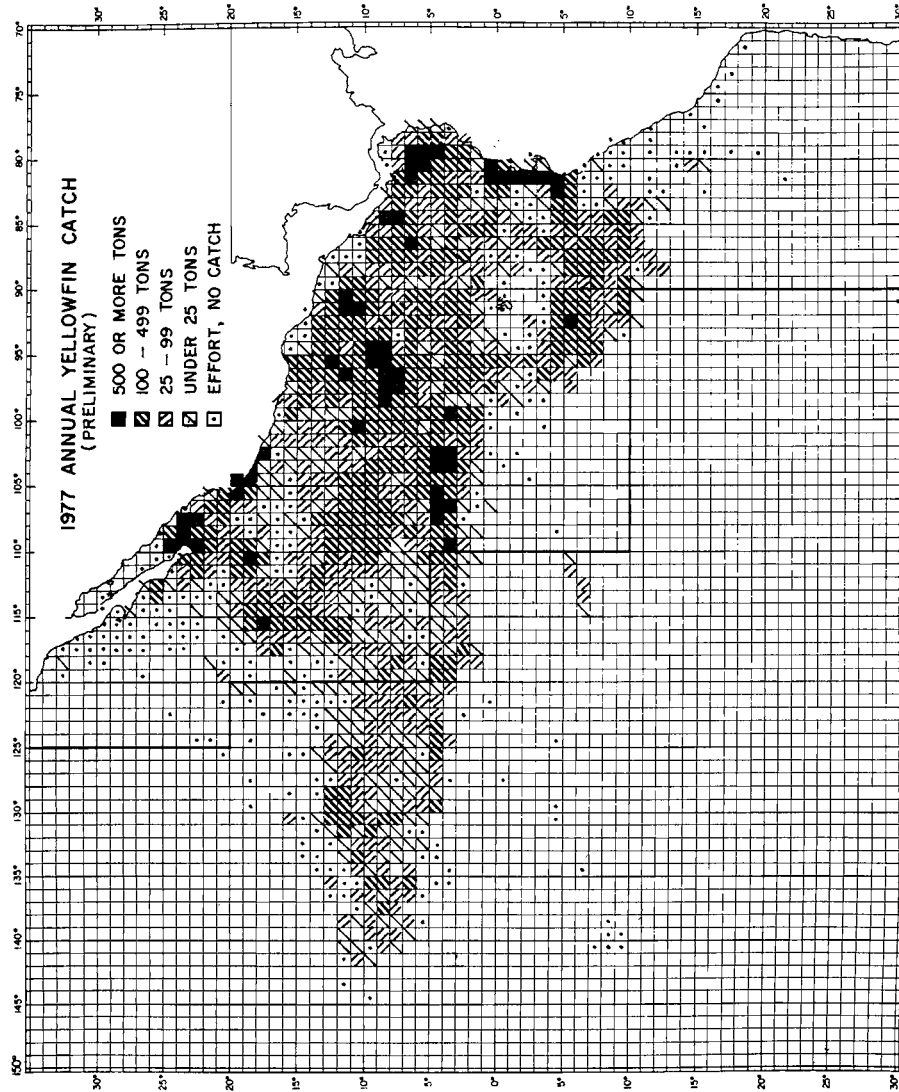
**APPENDIX II — APENDICE II**

**FIGURAS Y TABLAS**

**FIGURES AND TABLES**

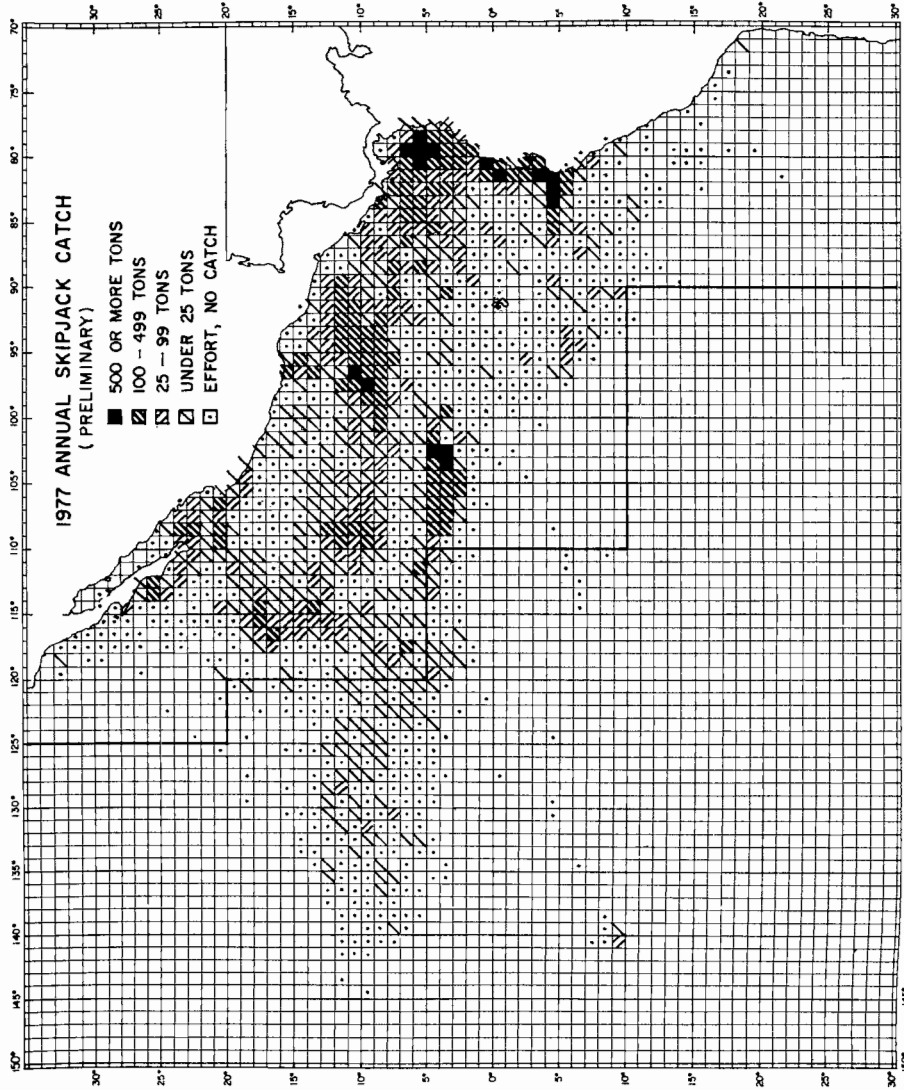


**FIGURE 1.** The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).  
**FIGURA 1.** Area reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA).



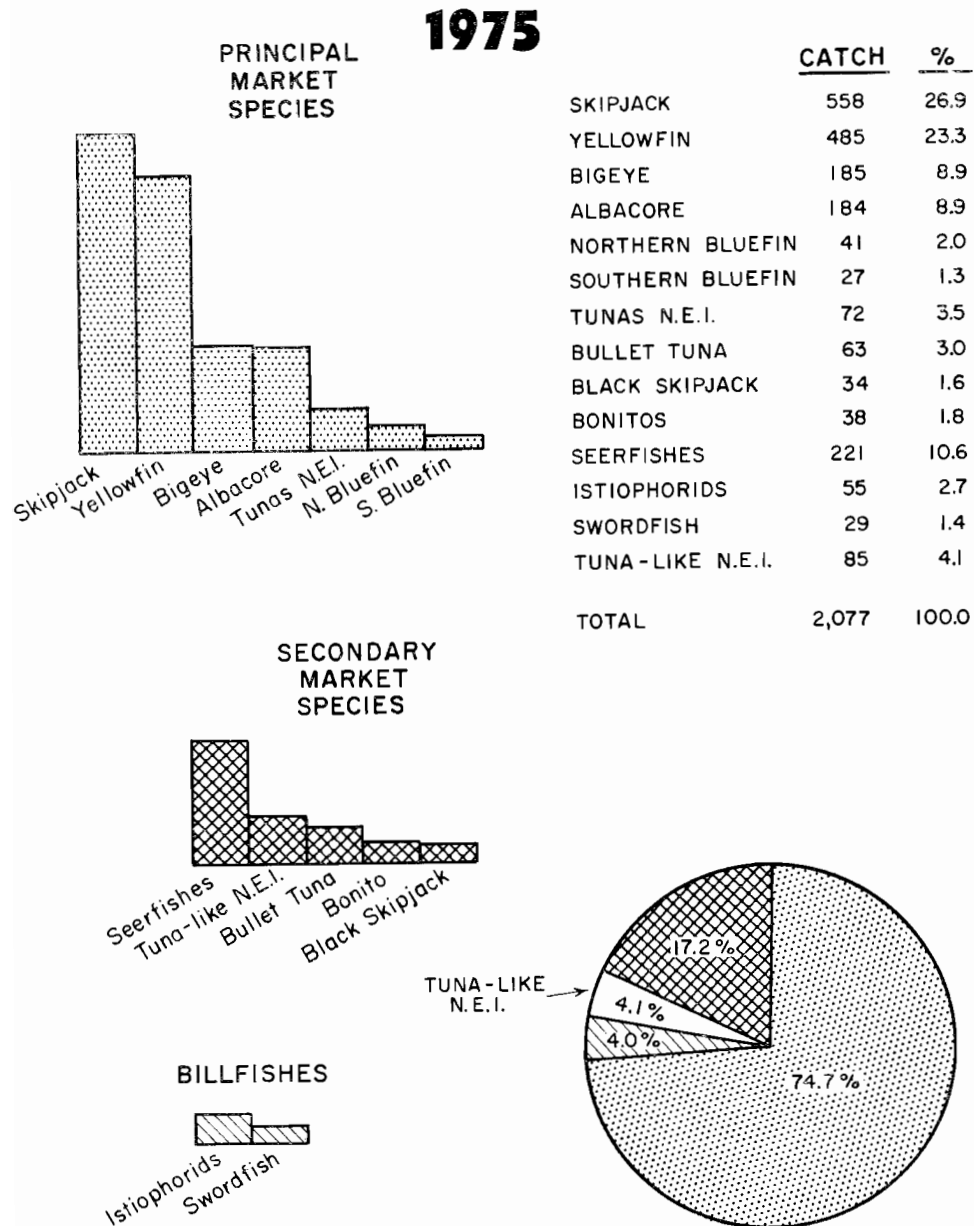
**FIGURE 2.** Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean in 1977 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.

**FIGURA 2.** Capturas de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental en 1977, por zonas de 1 grado correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.



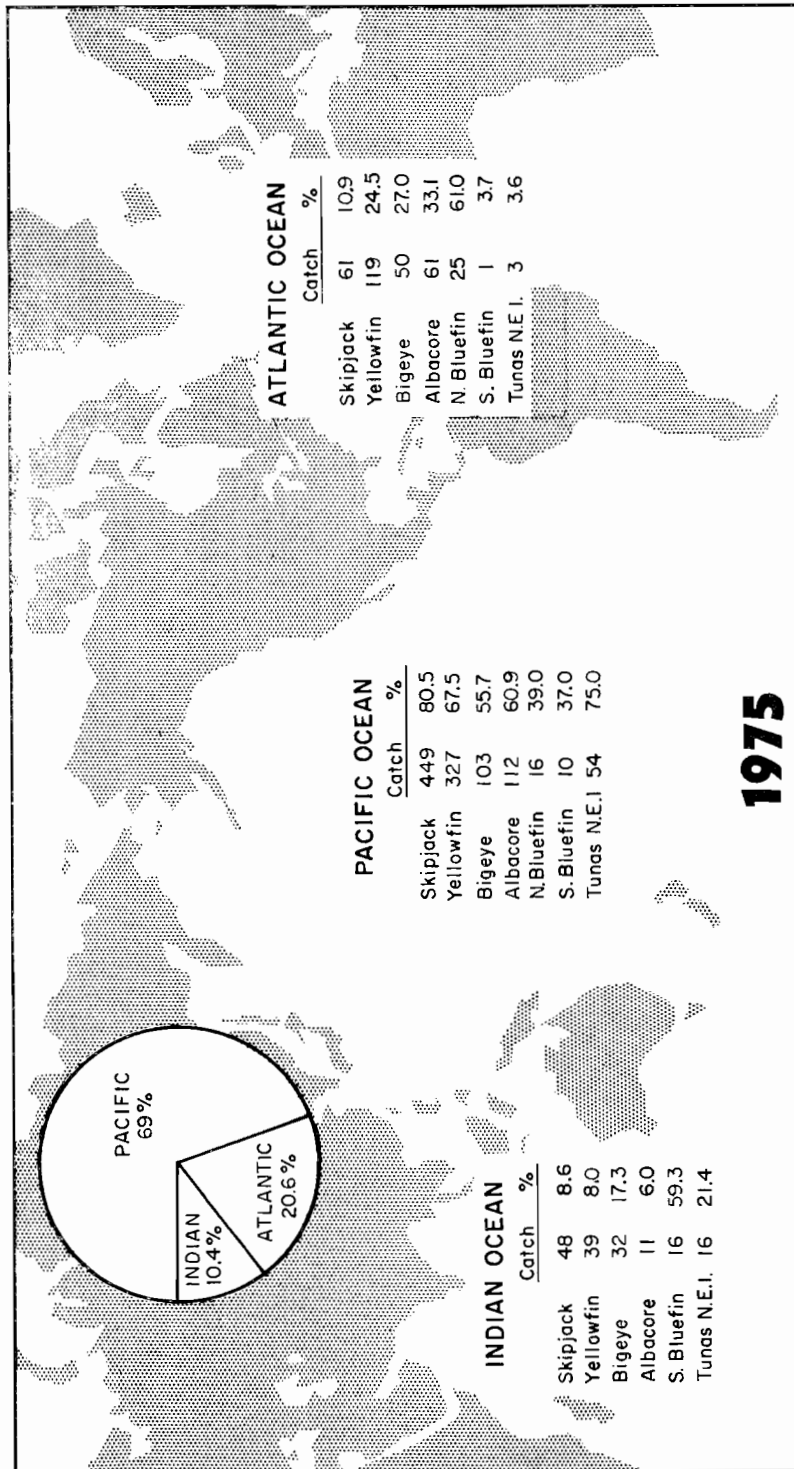
**FIGURE 3.** Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean in 1977 by 1-degree areas for all trips for which usable logbook data were obtained.  
**FIGURA 3.** Capturas de barrilete en el Océano Pacífico oriental en 1977, por zonas de 1 grado, correspondientes a todos los viajes de los que se obtuvieron datos útiles de bitácora.





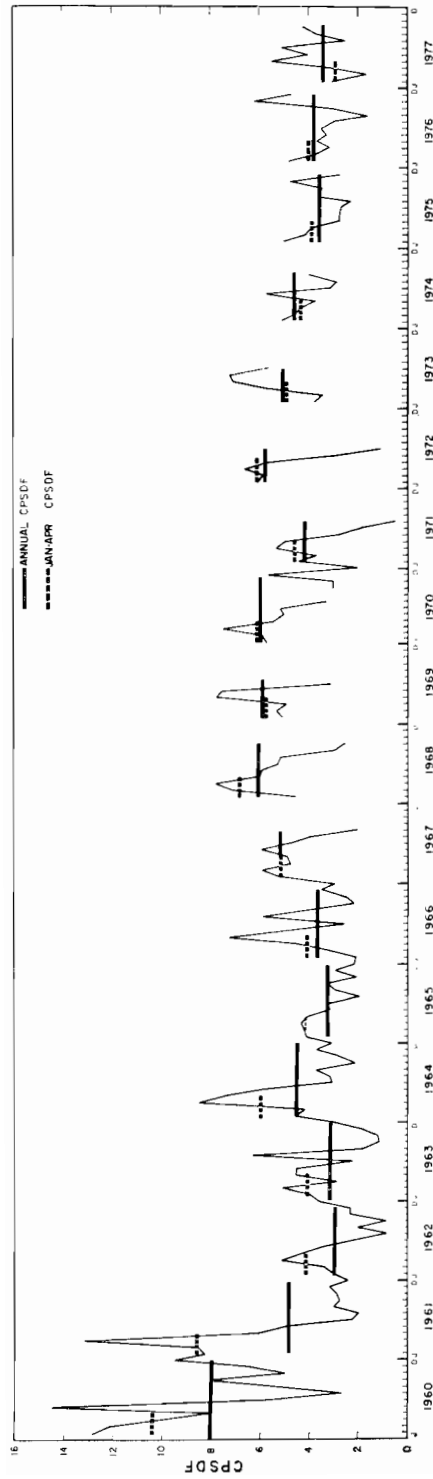
**FIGURE 4.** Total estimated world catch of tunas and tuna-like fishes, 1975, by major groups and species in thousands of metric tons. (N.E.I. indicates "not elsewhere included.")

**FIGURA 4.** Captura mundial total estimada de atunes y peces afines, 1975, por grupos principales y especies, en millares de toneladas métricas. (N.E.I. "Not elsewhere included" quiere decir que no se encuentran incluidas en ninguna otra parte.)



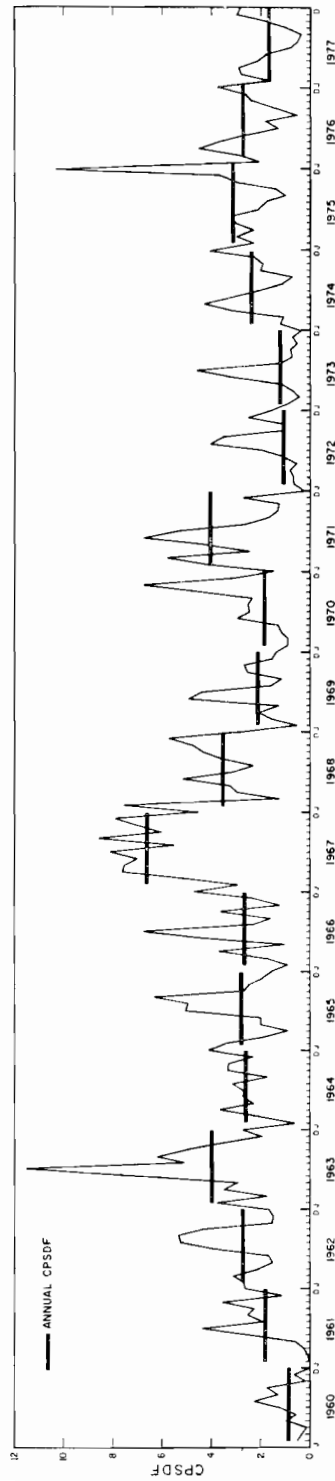
**FIGURE 5.** Total estimated world catches of the principal market species of tunas, 1975, by oceans and species, in thousands of metric tons. (N.E.I. indicates "Not elsewhere included.")

**FIGURA 5.** Captura mundial total estimada de las principales especies atuneras de consumo, 1975, por especies y océanos, en millares de toneladas métricas. (N.E.I. "Not elsewhere included" quiere decir que no se encuentran incluidas en ninguna otra parte.)



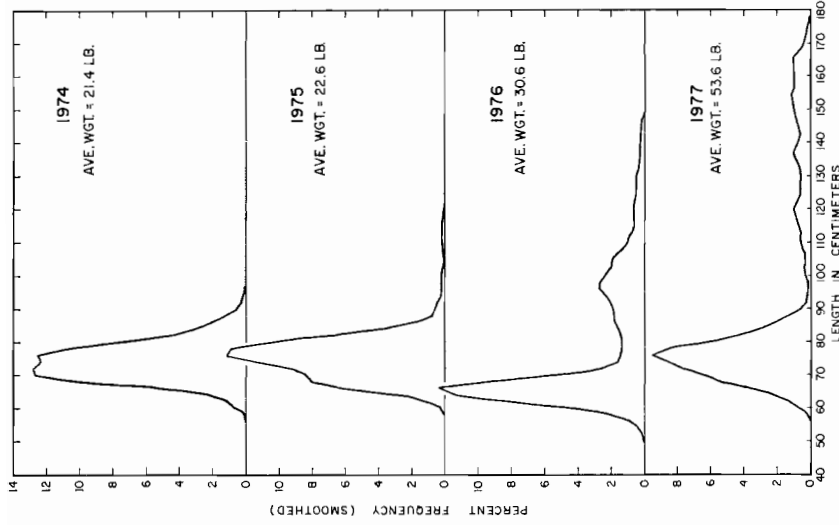
**FIGURE 6.** Catch per standard day's fishing for yellowfin, in Class-3 purse-seine units in the CYRA during 1960-1977. Only the data from unregulated trips are used. The values for 1977 are preliminary.

**FIGURA 6.** Captura por día normal de pesca de aleta amarilla, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1977. Solo se usaron los datos de viajes sin reglamentar. Los valores de 1977 son preliminares.



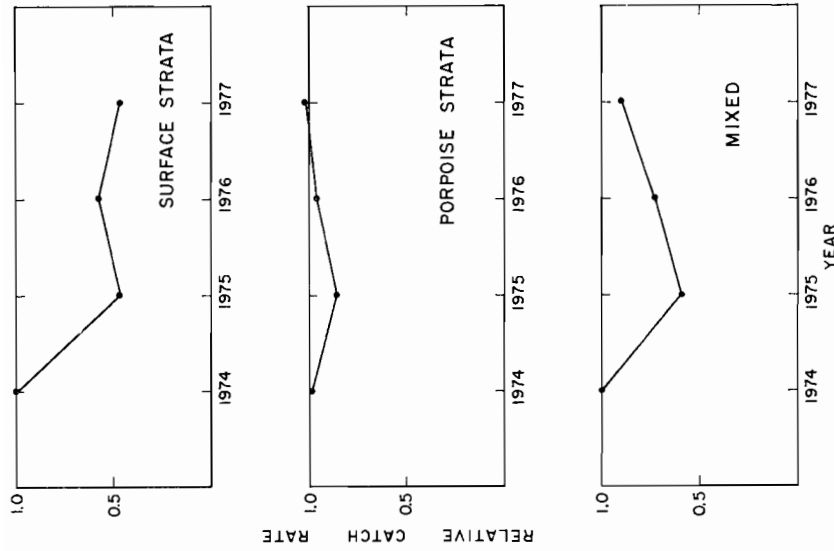
**FIGURE 7.** Catch per standard day's fishing for skipjack, in Class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1977. The values for 1977 are preliminary.

**FIGURA 7.** Captura por día normal de pesca de barrilete, en unidades de la clase 3 de arqueo de barcos cerqueros en el ARCAA durante 1960-1977. Los valores de 1977 son preliminares.



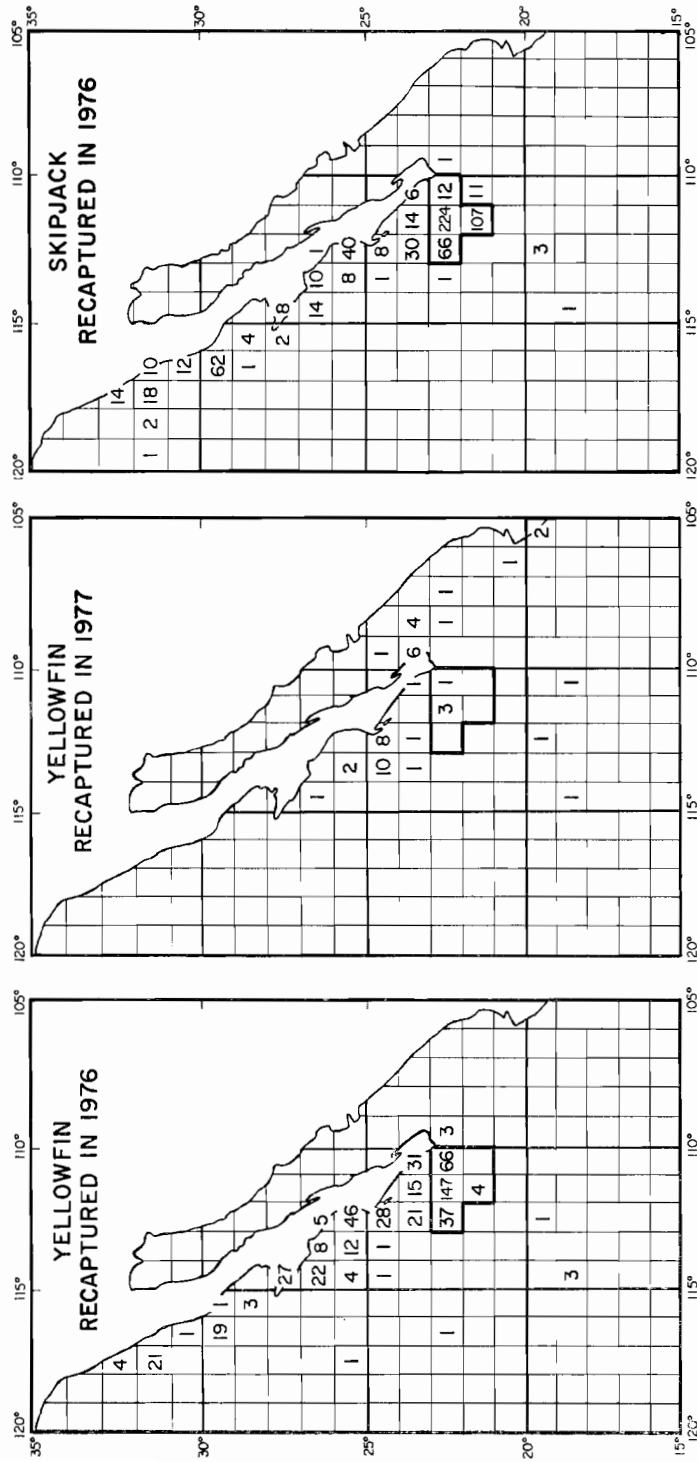
**FIGURE 9.** Length-frequency distributions of bluefin tuna sampled in the CYRA, 1974-1977.

**FIGURA 9.** Distribución frecuencia-longitud del atún aleta azul muestreado en el ARCAA, 1974-1977.



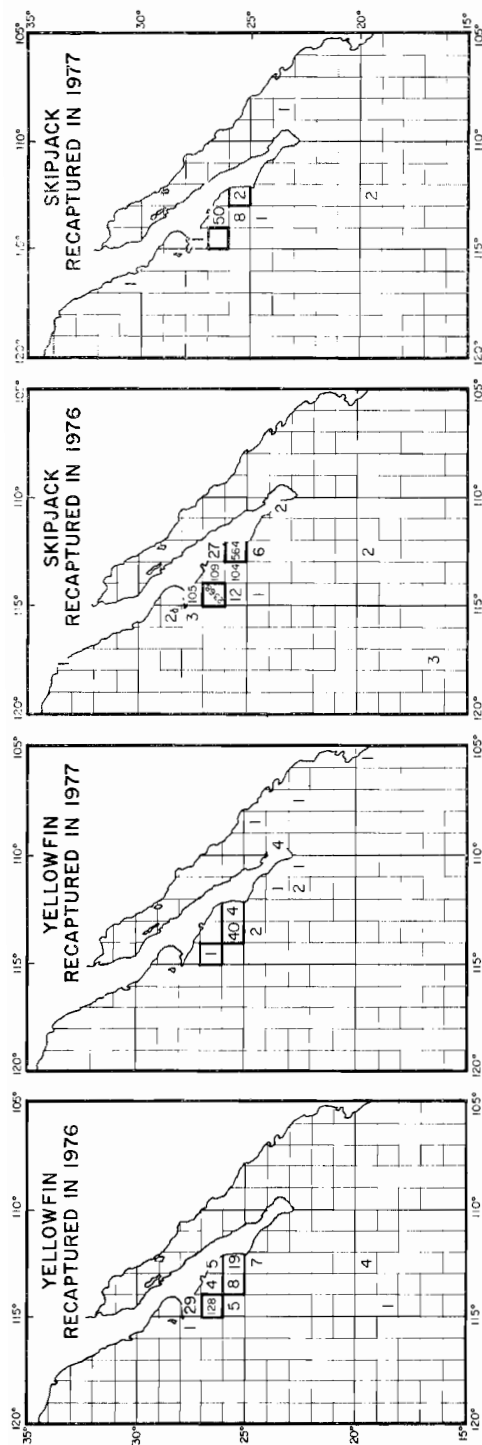
**FIGURE 8.** Catch rates for yellowfin for each stratum type relative to 1974.

**FIGURA 8.** Indices de captura del aleta amarilla por cada tipo de estrato referente a 1974.

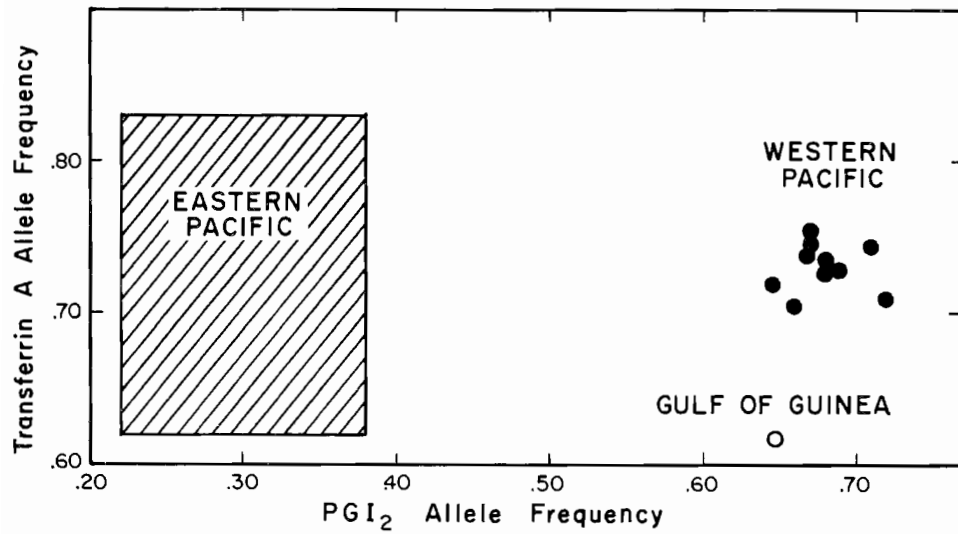


**FIGURE 10.** Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for fish released off Baja California in June 1976.

**FIGURA 10.** Zonas de liberación (zonas diseñadas con líneas gruesas) y zonas de recaptura (zonas con cifras) de peces liberados a la altura de Baja California en junio de 1976.



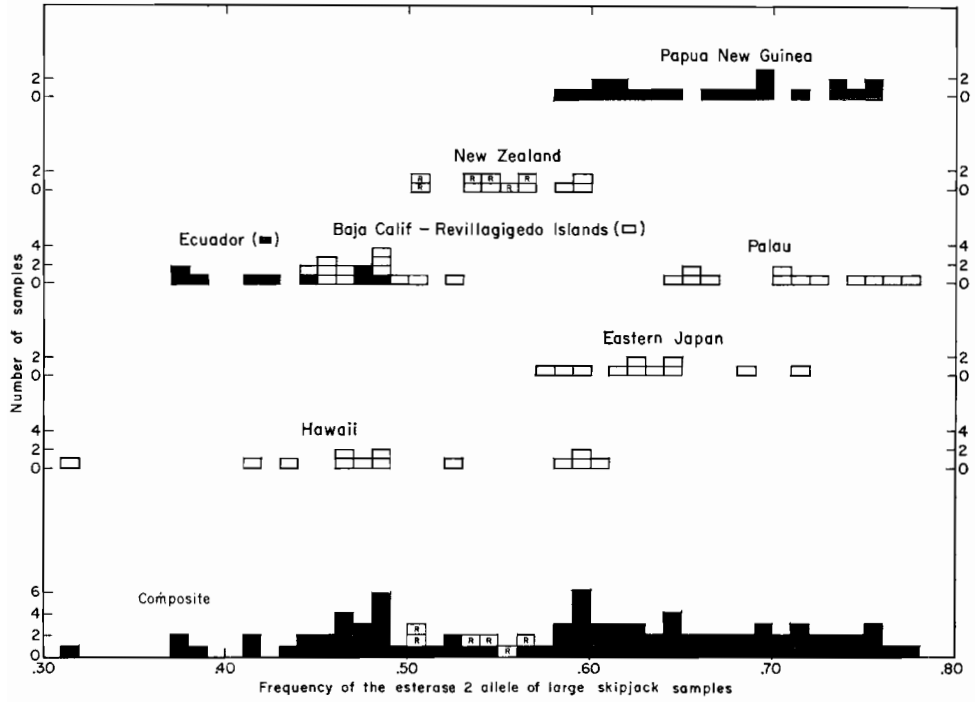
**Figure 10 (continued)**  
**FIGURE 10.** Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for fish released off Baja California in October 1976.  
**Figura 10 (continuación)**  
**FIGURA 10.** Zonas de liberación (zonas diseñadas con líneas gruesas) y zonas de recaptura (zonas con cifras) de peces liberados a la altura de Baja California en octubre de 1976.



**FIGURE 11.** Allele (PGI 2) frequencies of western Pacific yellowfin compared to those of the eastern Pacific.

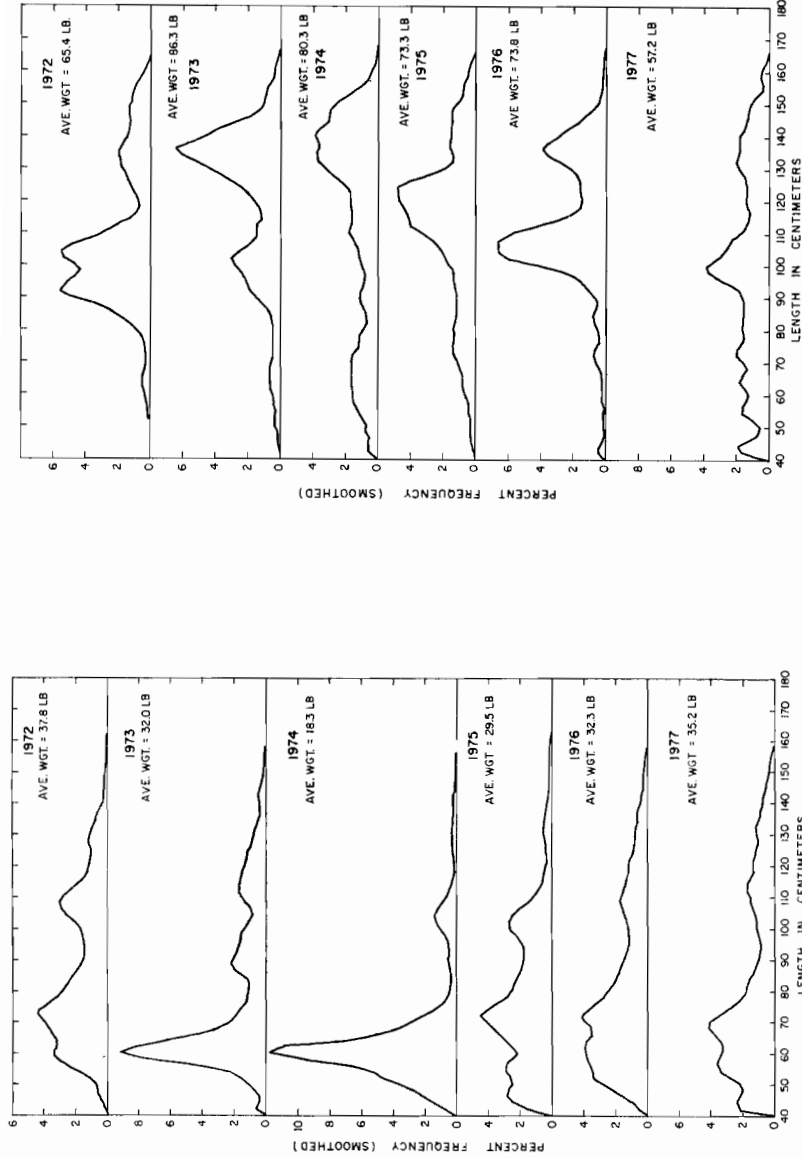
**FIGURA 11.** Frecuencia del alele (IFG2) del atún aleta amarilla en el Pacífico occidental, comparada con la del Pacífico oriental.





**FIGURE 12.** Distributions of the skipjack serum esterase frequencies from relatively large samples, by sampling area.

**FIGURA 12.** Distribución por zona de muestreo de la frecuencia del esterase del suero del barrilete en muestras relativamente grandes.



**FIGURE 13.** Length-frequency distributions of yellowfin sampled in the CYRA 1972-1977.

**FIGURA 13.** Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado en el ARCAA 1972-1977.

**FIGURE 14.** Length-frequency distributions of yellowfin sampled between the CYRA boundary and 150°W, 1972-1977.

**FIGURA 14.** Distribución frecuencia-talla del aleta amarilla muestreado entre el limite del ARCAA y los 150°W, 1972-1977.

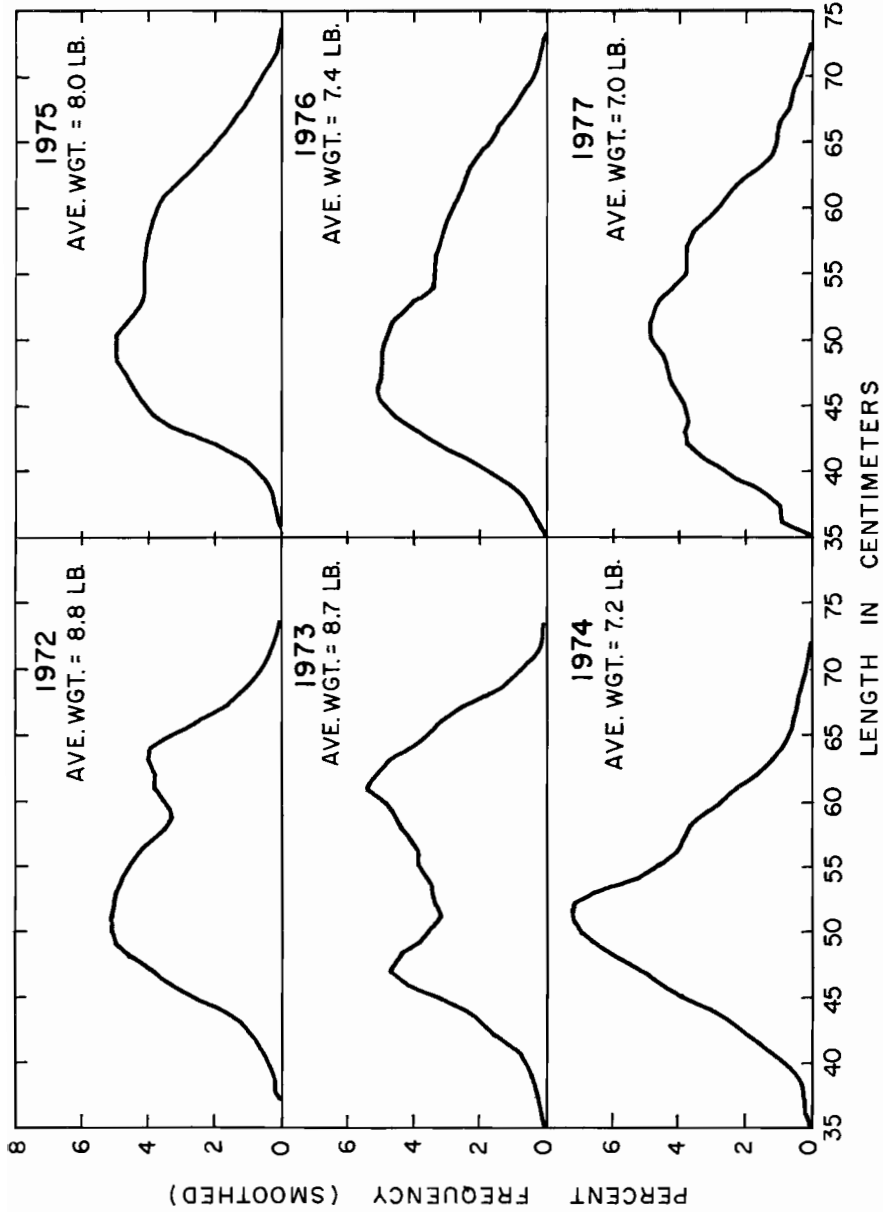
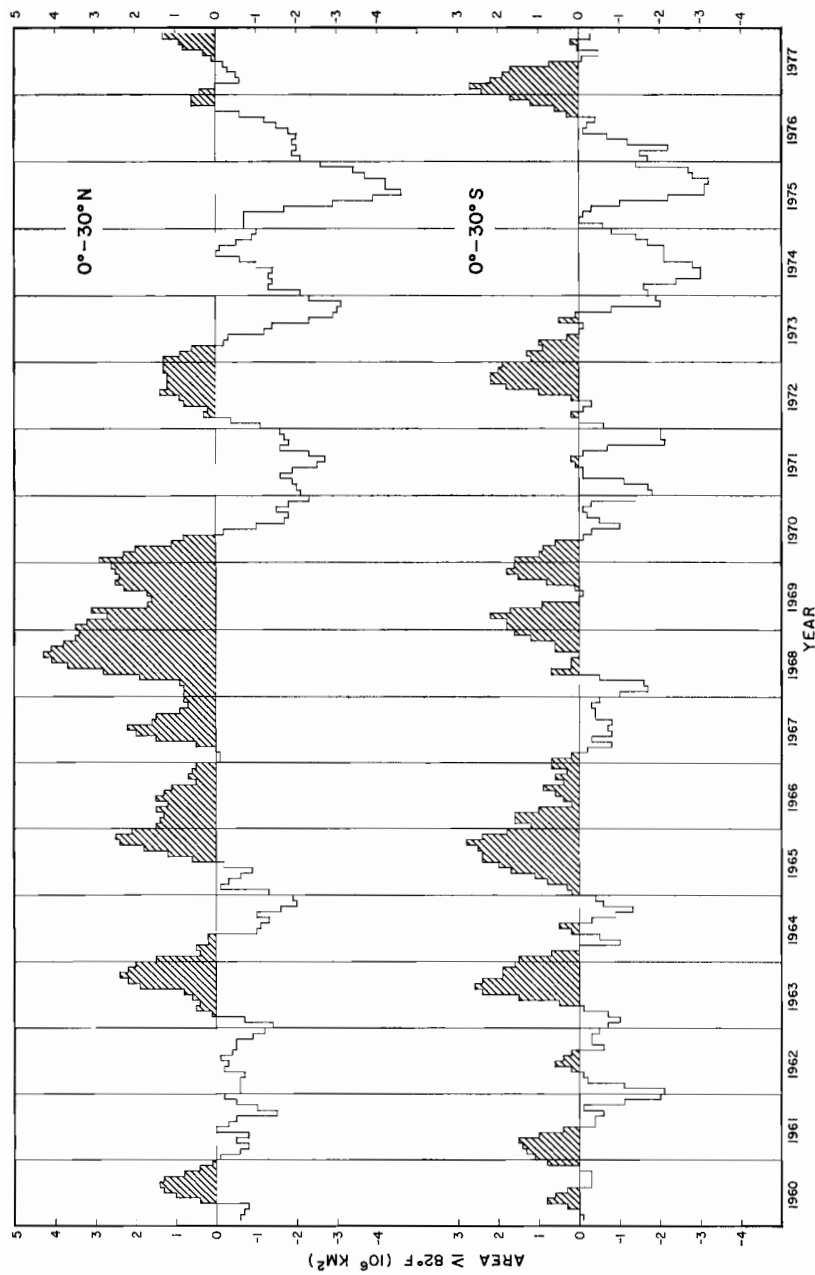


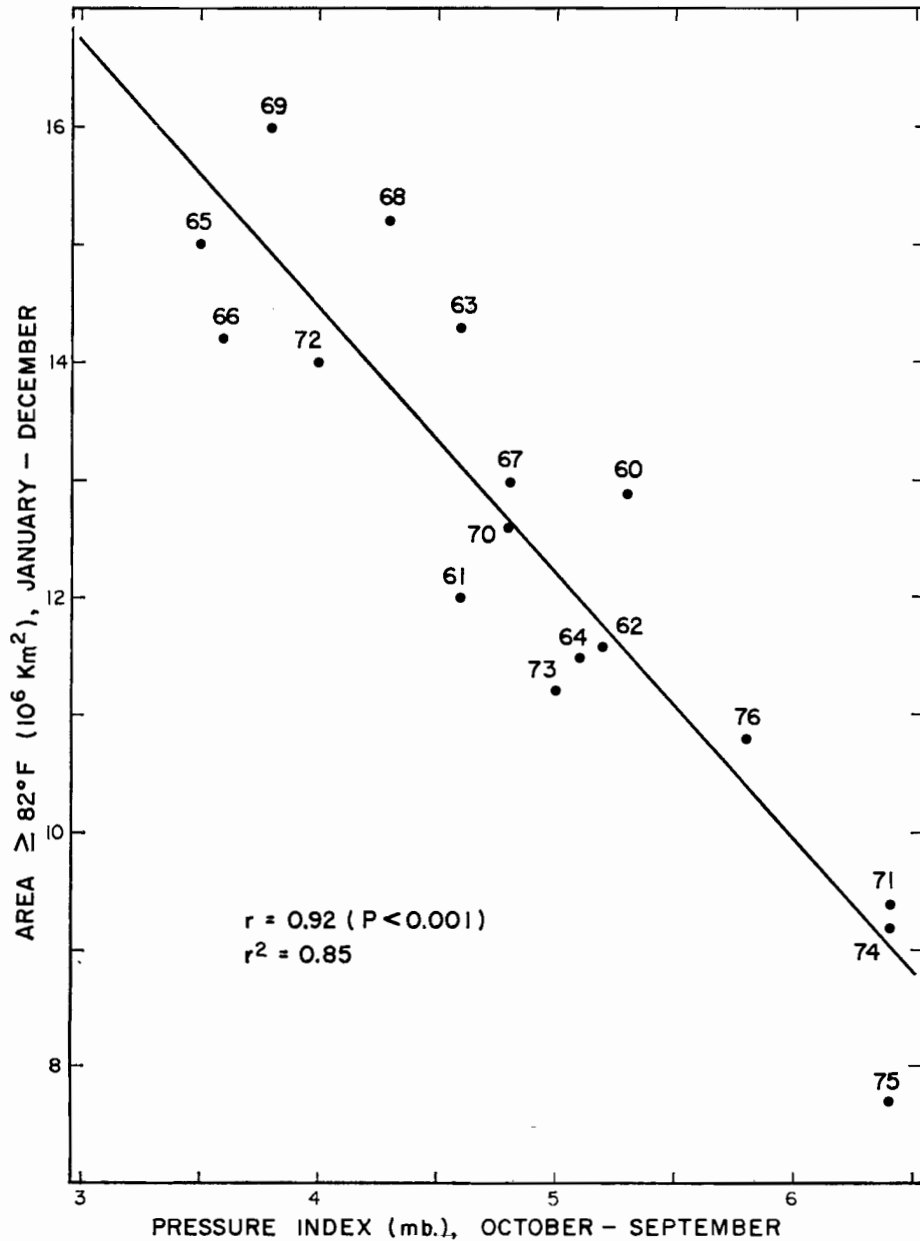
FIGURE 15. Length-frequency distributions of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean 1972-1977.

FIGURA 15. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental 1972-1977.



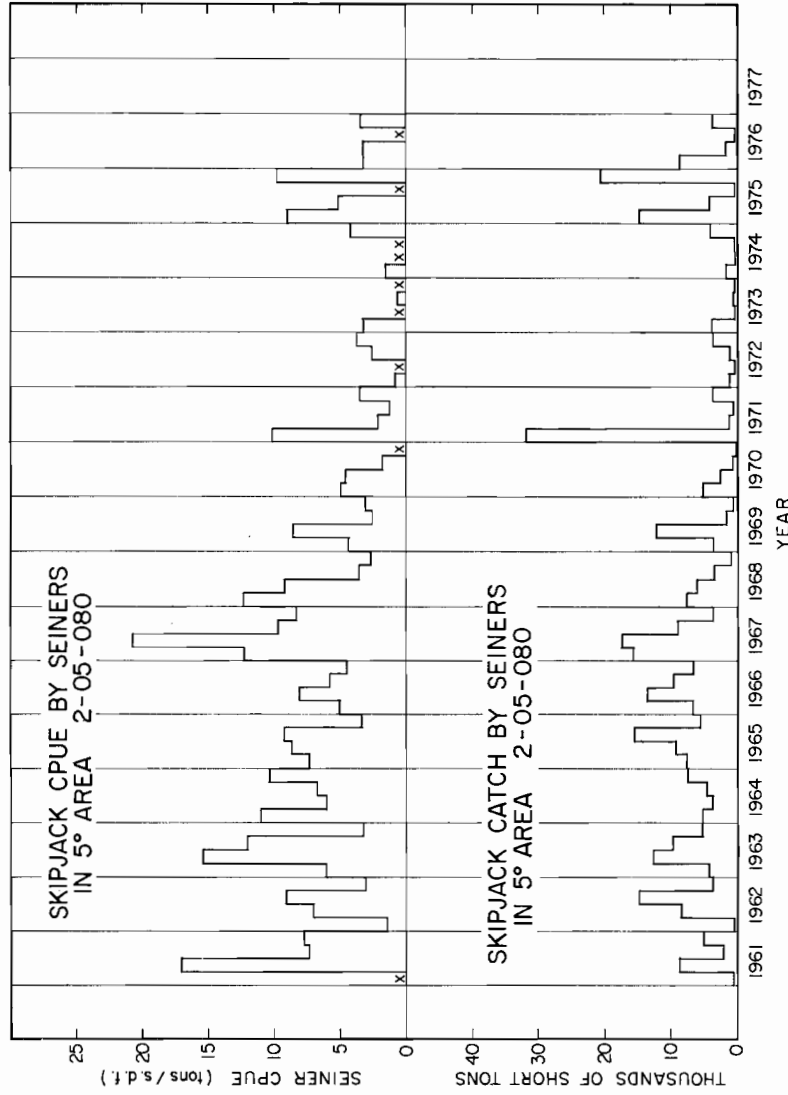
**FIGURE 16.** Three-month running mean of deviations from the 17-year monthly means of areas with sea-surface temperatures  $>82^{\circ}\text{F}$  in the central Pacific between  $180^{\circ}$  and  $130^{\circ}\text{W}$ , from  $0^{\circ}$  to  $30^{\circ}\text{N}$  (upper panel), and from  $0^{\circ}$  to  $30^{\circ}\text{S}$  (lower panel) from 1960 to 1977 (in millions of  $\text{km}^2$ ).

**FIGURA 16.** Media móvil de tres meses de las desviaciones de las medias mensuales de 17 años, de zonas con temperaturas superficiales del mar de  $>82^{\circ}\text{F}$  en el Pacífico central entre los  $180^{\circ}$  y  $130^{\circ}\text{W}$ , desde los  $0^{\circ}$  a los  $30^{\circ}\text{N}$  (recuadro superior), y desde los  $0^{\circ}$  a los  $30^{\circ}\text{S}$  (recuadro inferior) de 1960 a 1977 (en millones de  $\text{km}^2$ ).



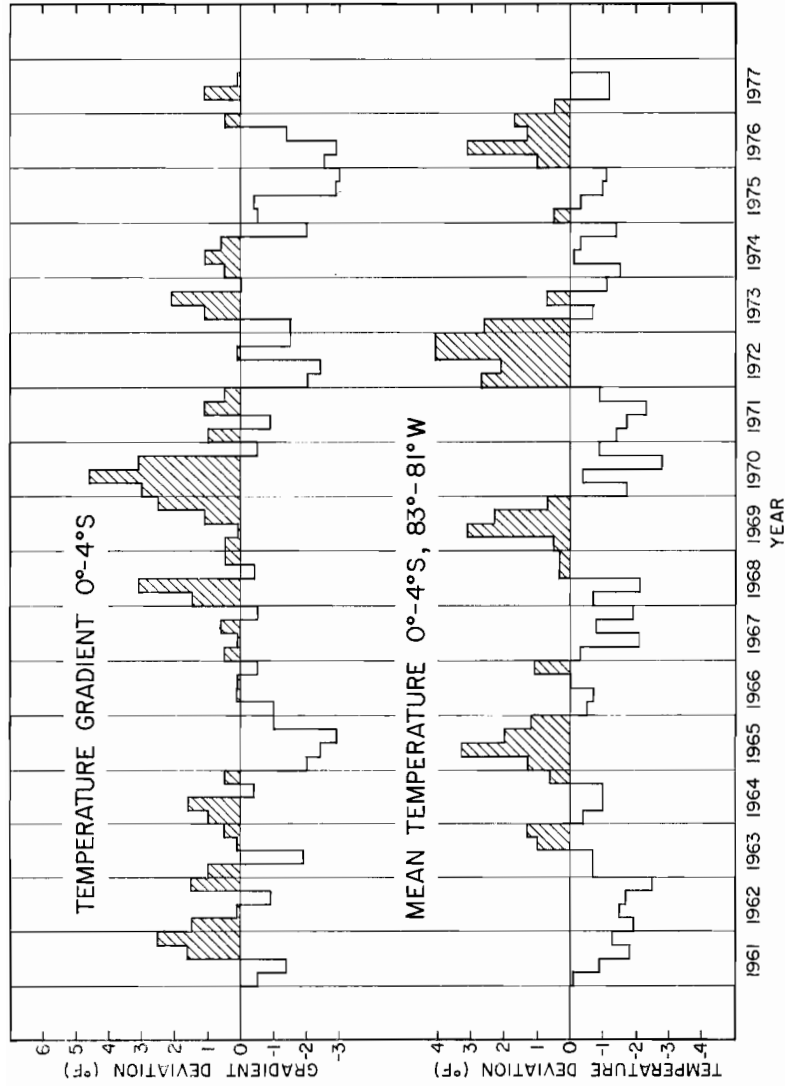
**FIGURE 17.** Plots of mean annual area of sea-surface temperatures  $>82^{\circ}\text{F}$  in the central Pacific between  $180^{\circ}$  and  $130^{\circ}\text{W}$ , and  $30^{\circ}\text{N}$  to  $30^{\circ}\text{S}$ , from 1960 to 1976 and the index of sea-level atmospheric pressure lagged 3 months earlier (12-month mean of the average of Hilo and Tahiti minus Darwin for October-September).

**FIGURA 17.** Gráficos de la media anual de las temperaturas de la superficie del mar  $>82^{\circ}\text{F}$  en la zona del Pacífico central entre los  $180^{\circ}$  y  $130^{\circ}\text{W}$ , y desde los  $30^{\circ}\text{N}$  a los  $30^{\circ}\text{S}$ , de 1960 a 1976, y el índice de la presión atmosférica del nivel del mar con un desfase anterior de tres meses (media de 12 meses del promedio de la presión de Hilo y Tahití menos Darwin, de octubre a septiembre).



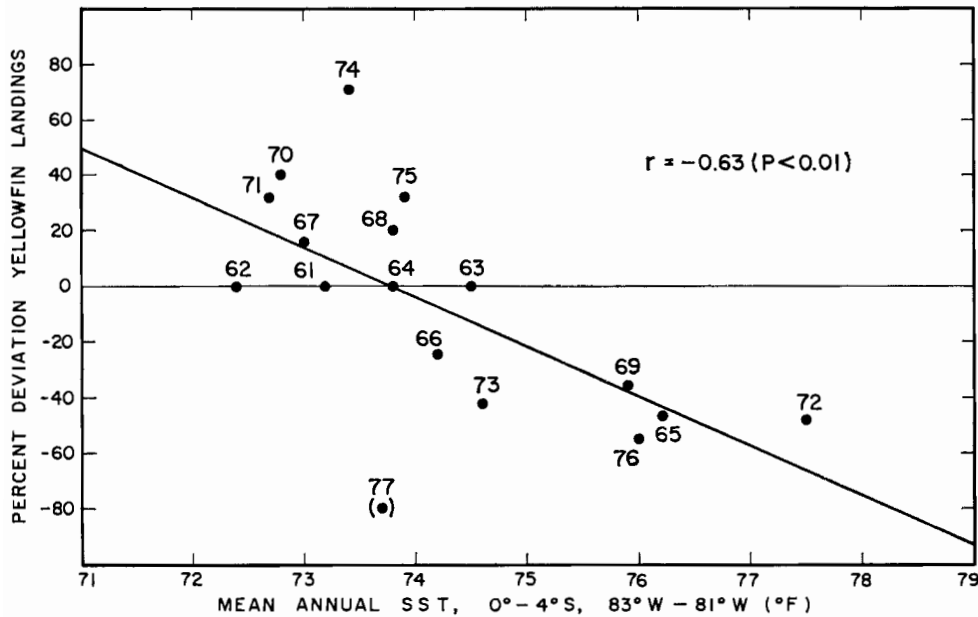
**FIGURE 18.** Quarterly logged catch of skipjack by high seas monitored purse-seiners in the Gulf of Guayaquil area (5-degree area 2-05-080) for the period 1961-76 (lower panel); and quarterly skipjack catch-per-unit-of-effort (CPUE) by seiners for the same area (upper panel); X's represent insufficient data for computing CPUE).

**FIGURA 18.** Captura de barrilete registrada trimestralmente por embarcaciones cerqueras de altura, observadas en la zona del Golfo de Guayaquil (zona de 5 grados 2-05-080) durante el periodo de 1961-76 (recuadro inferior) y captura de barrilete por unidad de esfuerzo (CPUE) trimestral de embarcaciones cerqueras en la misma zona (recuadro superior); las X indican que no hubo suficientes datos para calcular la CPUE).



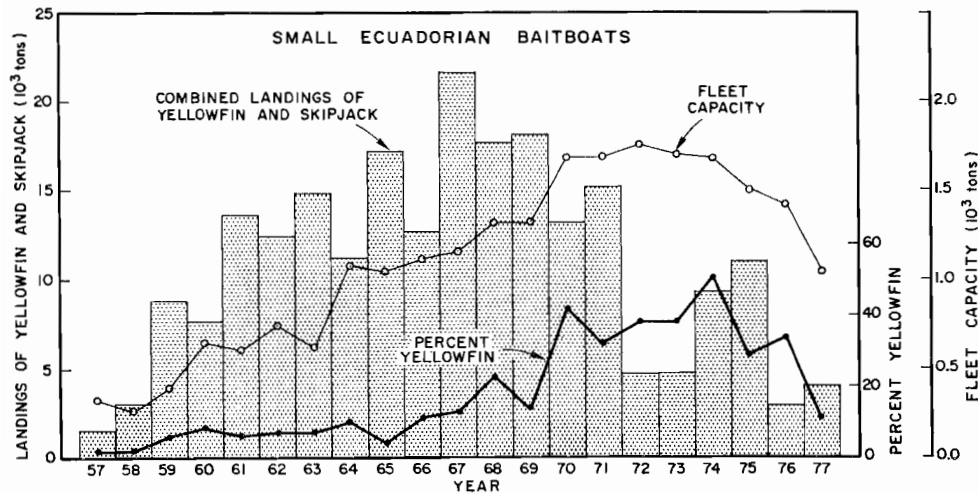
**FIGURE 19.** Deviations of quarterly sea-surface temperature from quarterly means for the 1961-76 period in the areas 0°-4°S, 83°-81°W, in degrees Fahrenheit (lower panel); and deviations of quarterly sea-surface temperature gradients between 0° and 4°S along 83°W and 81°W (upper panel).

**FIGURA 19.** Desviaciones en grados Fahrenheit de las temperaturas trimestrales de la superficie del mar según las medias trimestrales del período de 1961-76 en las zonas de 0°-4°S, 83°-81°W, (recuadro inferior) y desviaciones de los gradientes de las temperaturas trimestrales de la superficie del mar entre los 0° y 4°S a lo largo de los 83°W y 81°W (recuadro superior).



**FIGURE 20.** Plots of the percent deviation from the trend of annual catches of yellowfin by small Ecuadorian baitboats, and mean annual SST from 0° to 4°S, and from 83°W to 81°W for the 1961-1977 period. Numbers indicate years.

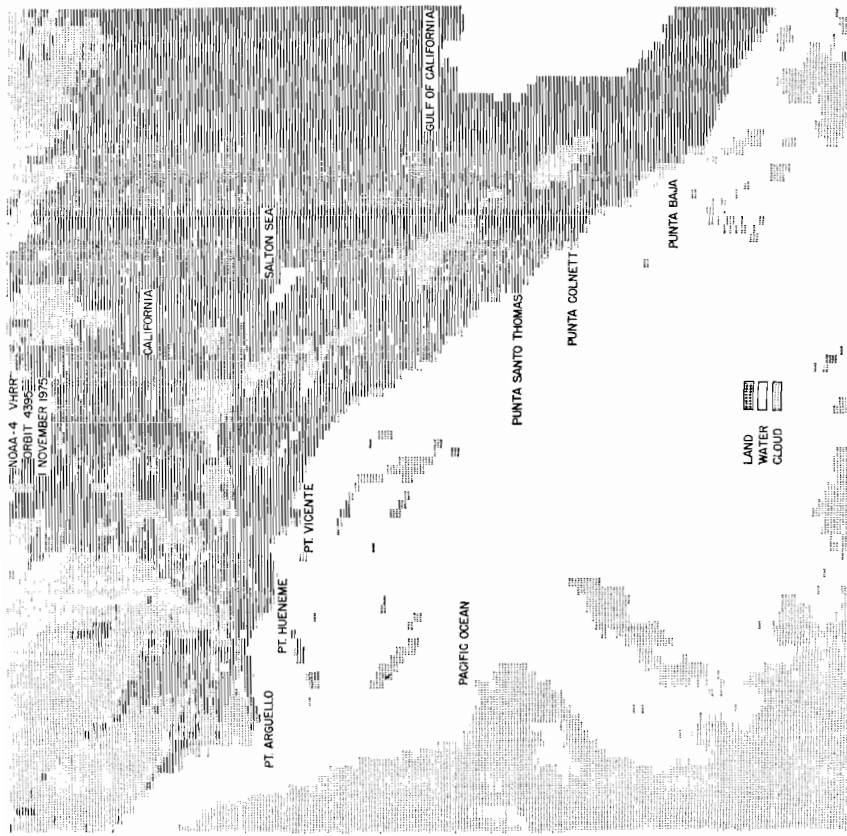
**FIGURA 20.** Gráficos del porcentaje de desviación según la línea de tendencia de las capturas anuales de aleta amarilla obtenidas por pequeñas embarcaciones de carnada ecuatorianas, y la media anual de la TSM desde los 0° a 4°S, y desde los 83°W a los 81°W durante el período de 1961-1977. Las cifras indican los años.



**FIGURE 21.** Combined annual catches of yellowfin and skipjack by small Ecuadorian baitboats, fleet capacity, and percent yellowfin for the 1957-1977 period.

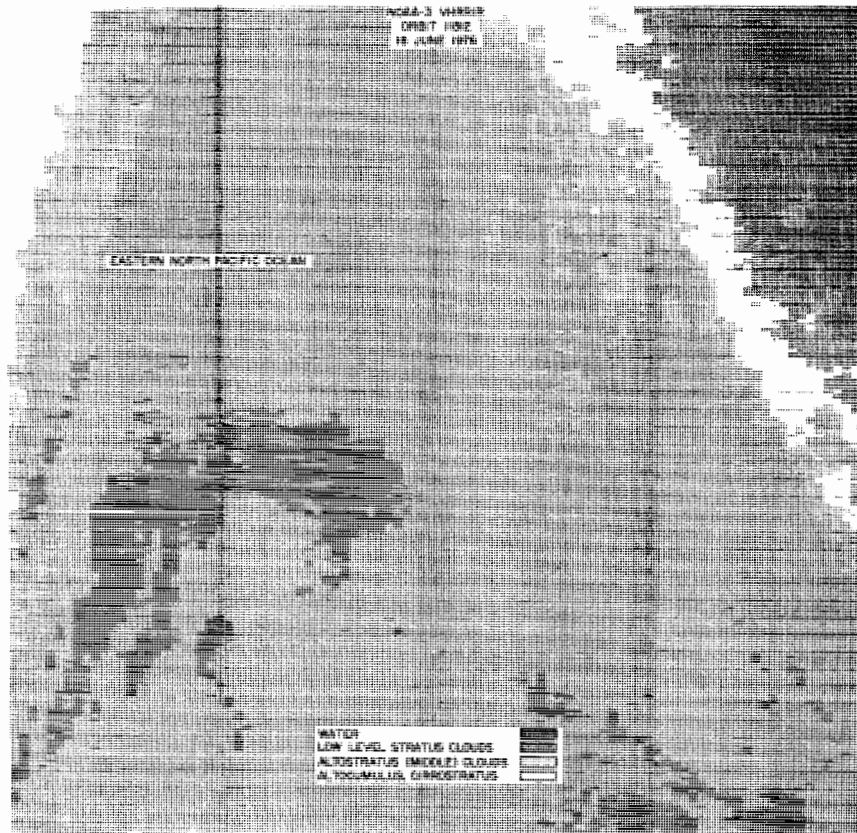
**FIGURA 21.** Capturas anuales combinadas de atún aleta amarilla y barrilete obtenidas por pequeñas embarcaciones de carnada ecuatorianas, capacidad de la flota y porcentaje de aleta amarilla en el período de 1957-1977.





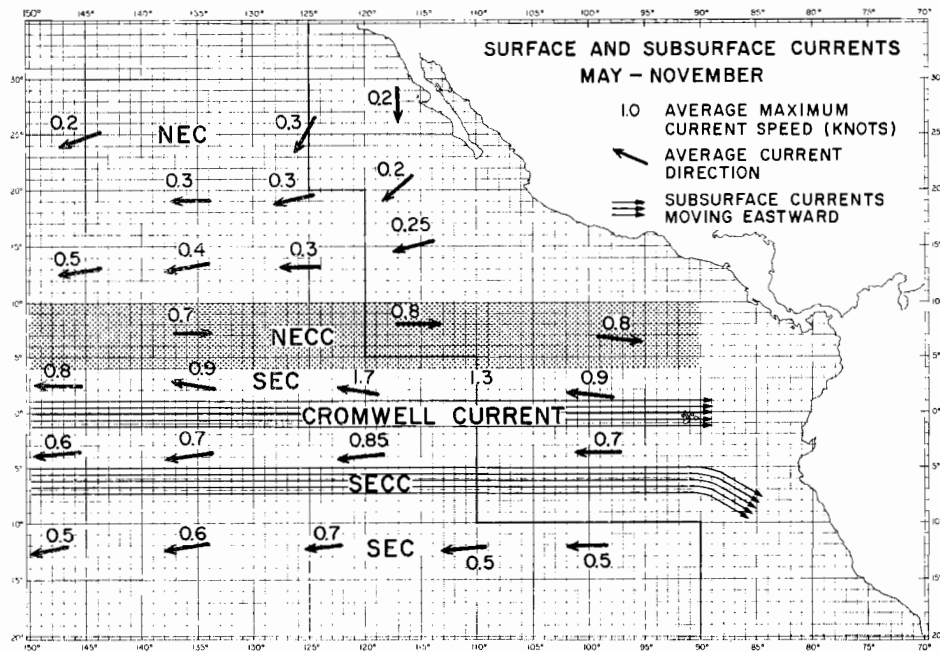
**FIGURE 22.** Digital imagery of the southern California area on 1 November 1975, derived from a very high resolution radiometer on the NOAA-4 satellite.

**FIGURA 22.** Imagen digital de la zona meridional de California el 1 de noviembre de 1975, producida por el radiómetro de alta resolución en el satélite NOAA-4.



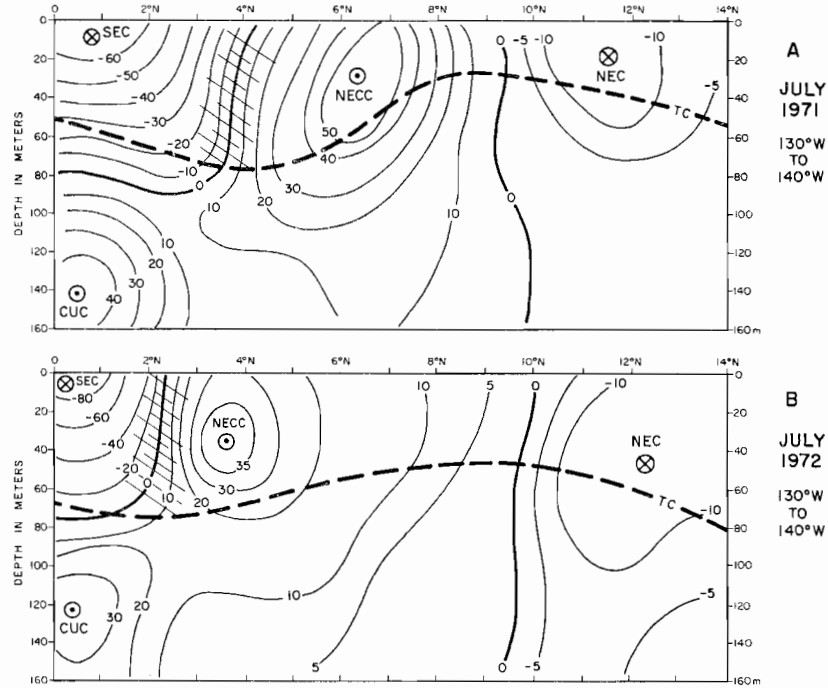
**FIGURE 23.** Digital imagery of the eastern north Pacific Ocean on 16 June 1976, derived from the thermal infrared channel of the NOAA-3 satellite.

**FIGURA 23.** Imagen digital del Océano Pacífico nororiental el 16 de junio de 1976, producida por el canal termal infrarrojo del satélite NOAA-3.



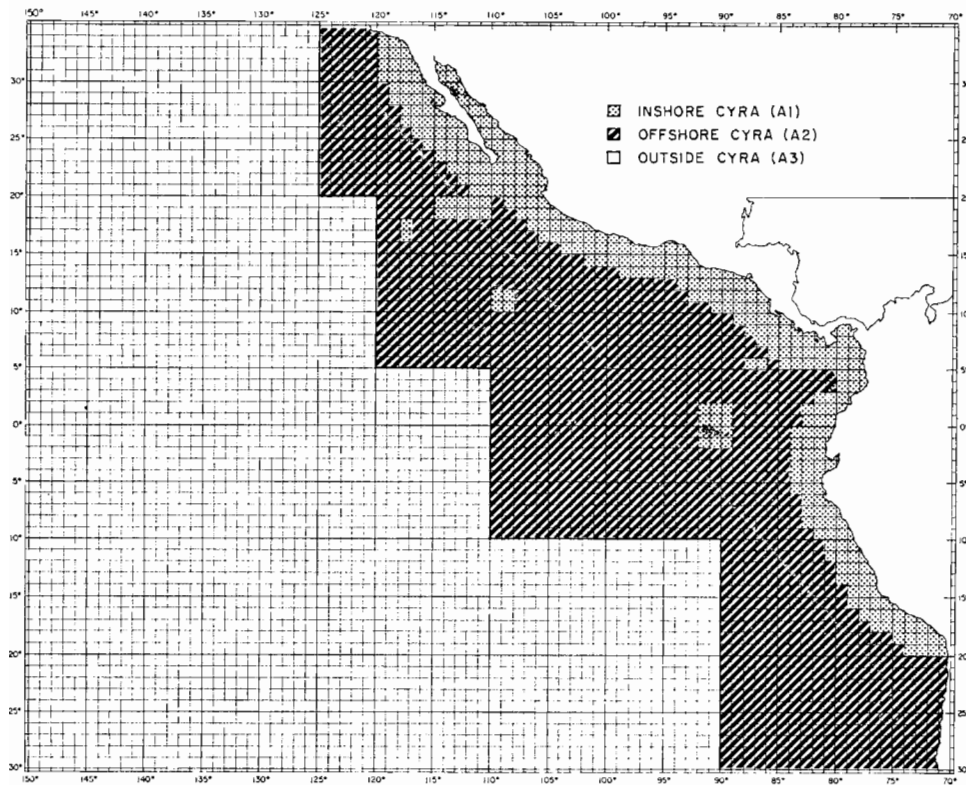
**FIGURE 24.** Schematic representation of surface and subsurface currents in the eastern tropical Pacific between May and November when the North Equatorial Counter Current (NECC) reaches the sea surface. NEC and SEC are the North Equatorial Current and South Equatorial Current, respectively. Prevailing surface current directions are shown with arrows. Average maximum current speeds are in knots.

**FIGURA 24.** Representación esquemática de la corriente superficial y subsuperficial del Pacífico oriental tropical, entre mayo y noviembre, cuando la Contracorriente Ecuatorial del Norte (CCEN) alcanza la superficie. La CEN y la CES son la Corriente Ecuatorial del Norte y la Corriente Ecuatorial del Sur, respectivamente. La dirección prevaleciente de la corriente superficial se indica mediante flechas. La velocidad máxima promedio de la corriente se indica en nudos.



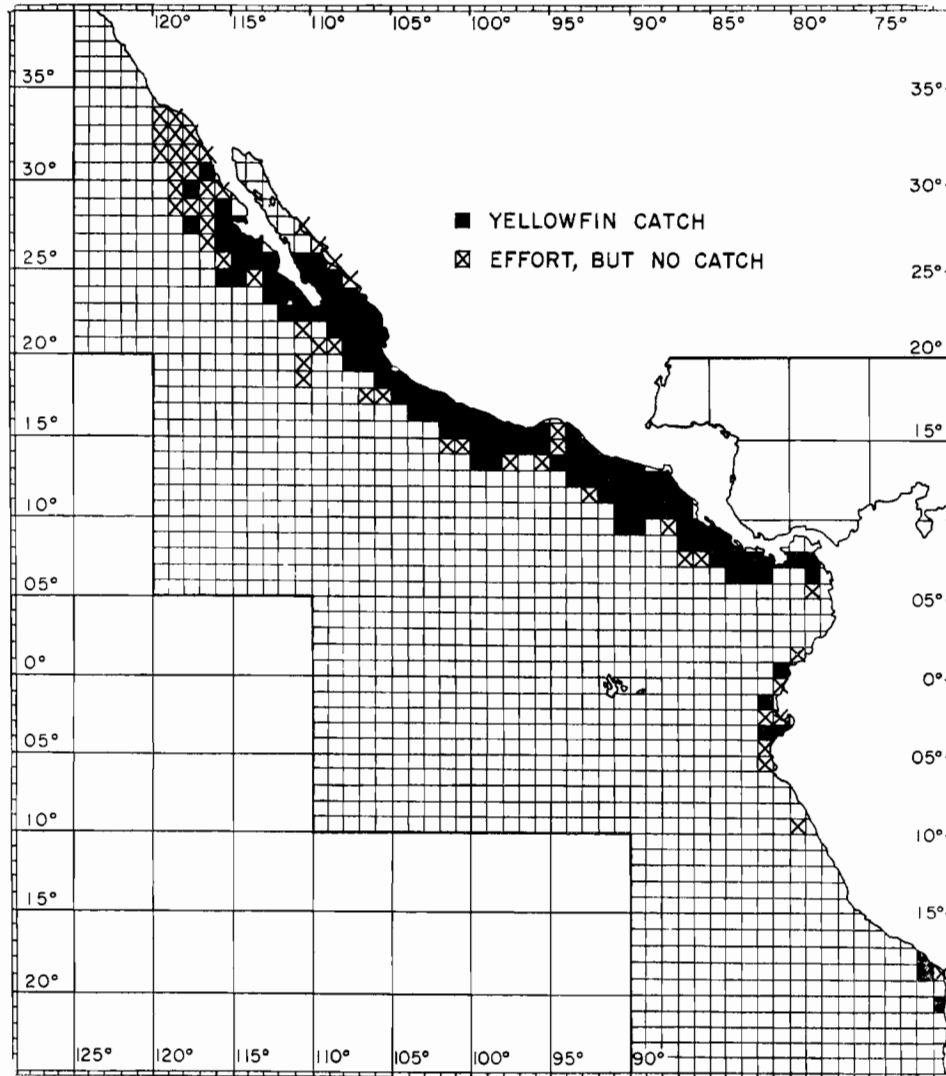
**FIGURE 25.** Vertical sections of east-west components of geostrophic current speeds in cm/sec averaged between 130°W and 140°W for July 1971 (Panel A) and July 1972 (Panel B). Circled X's represent the cores of westward currents, and circled dots the cores of eastward currents. Hatched areas indicate convergence zones and heavy dashed lines denote the top of the thermocline.

**FIGURA 25.** Las secciones verticales de los componentes este-oeste de la velocidad de la corriente geostrofica en cm/seg, calculada según el promedio de la velocidad entre los 130°W y 140°W en julio de 1971 (recuadro A) y julio de 1972 (recuadro B). Las X rodeadas por un círculo representan los núcleos de las corrientes que se dirigen al oeste y los puntos dentro de los círculos, los núcleos de las corrientes que se dirigen hacia el este. Las zonas con líneas transversales, indican zonas de convergencia y las líneas gruesas a puntos indican el máximo de la termoclina.



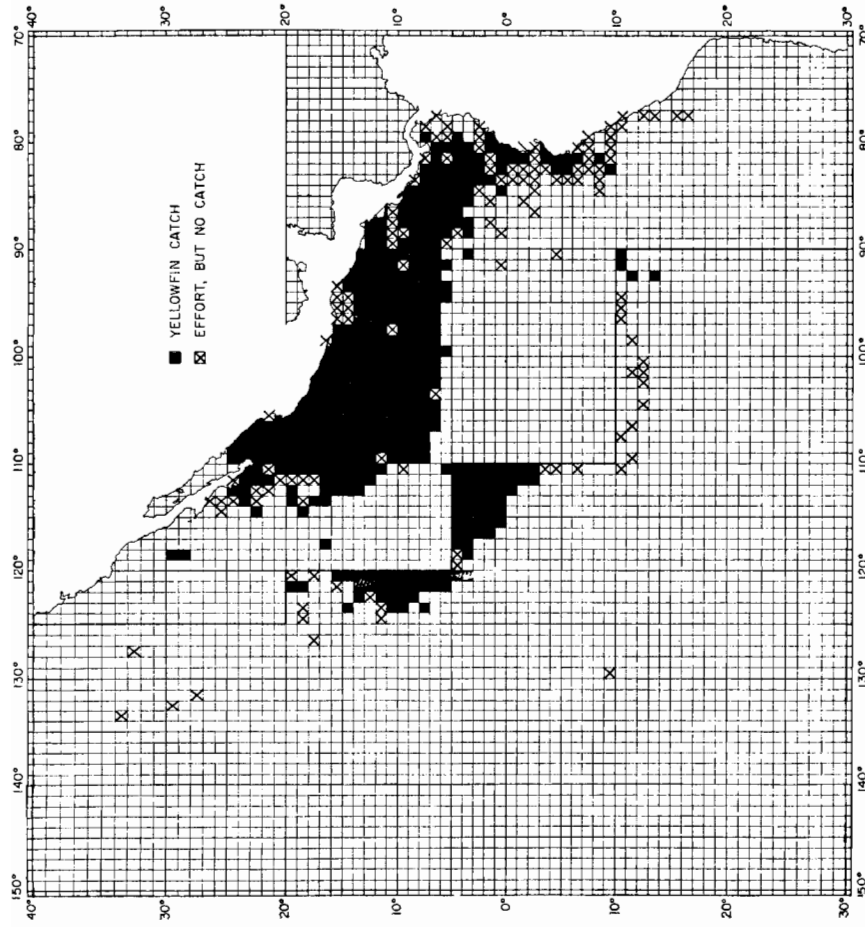
**FIGURE 26.** The eastern Pacific Ocean, showing the historical area of the fishery for yellowfin, A1, the more recently fished area within the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), A2, and the area outside the CYRA, A3.

**FIGURA 26.** 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 Area Reglamentaria de la Comisión de Aleta Amarilla (ARCAA) denominada A2 y la zona exterior del ARCAA, referida como zona A3.



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

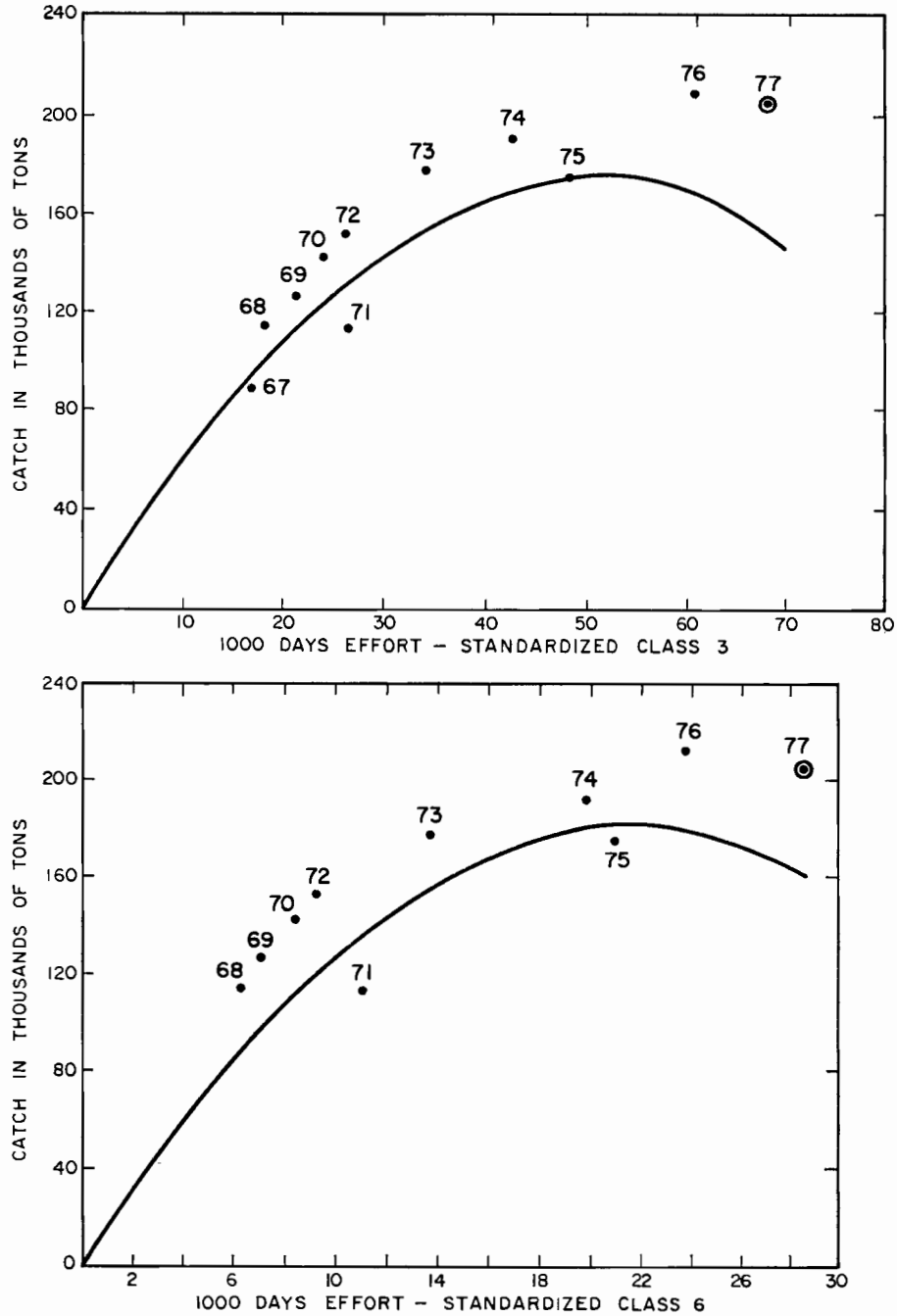
**FIGURA 27.** Zonas de un grado en donde las embarcaciones cerqueras capturaron atún aleta amarilla en 1960.



**FIGURE 28.** One-degree areas where yellowfin were captured by purse-seine vessels during 1969.

**FIGURA 28.** Zonas de un grado en donde las embarcaciones cerqueras capturaron atún aleta amarilla en 1969.

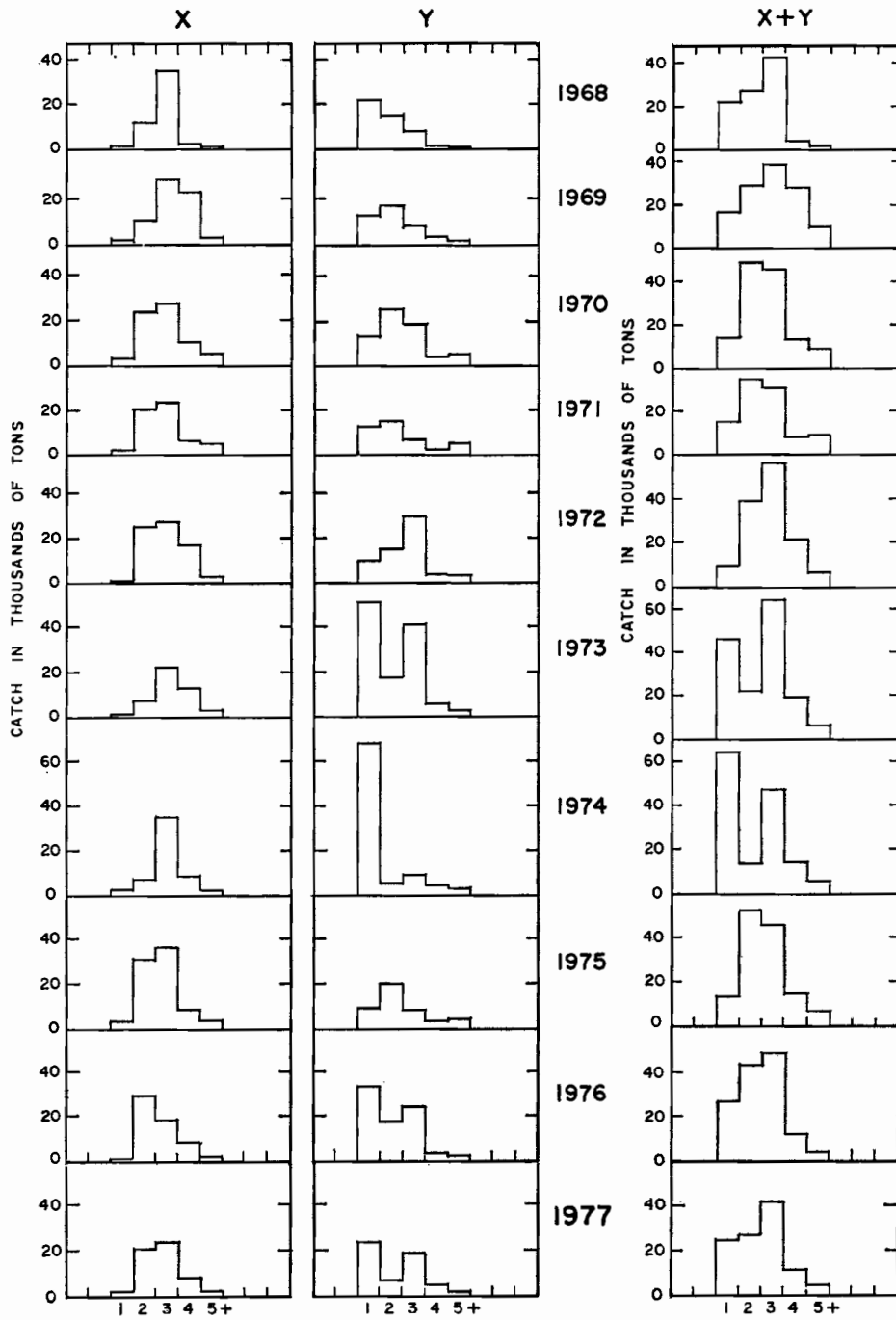
TUNA COMMISSION



**FIGURE 29.** Relationship between effort and catch for the yellowfin fishery inside the CYRA, 1967-1977, standardized to Class-3 purse-seine vessels (upper panel) and 1968-1977, standardized to Class-6 purse-seine vessels (lower panel).

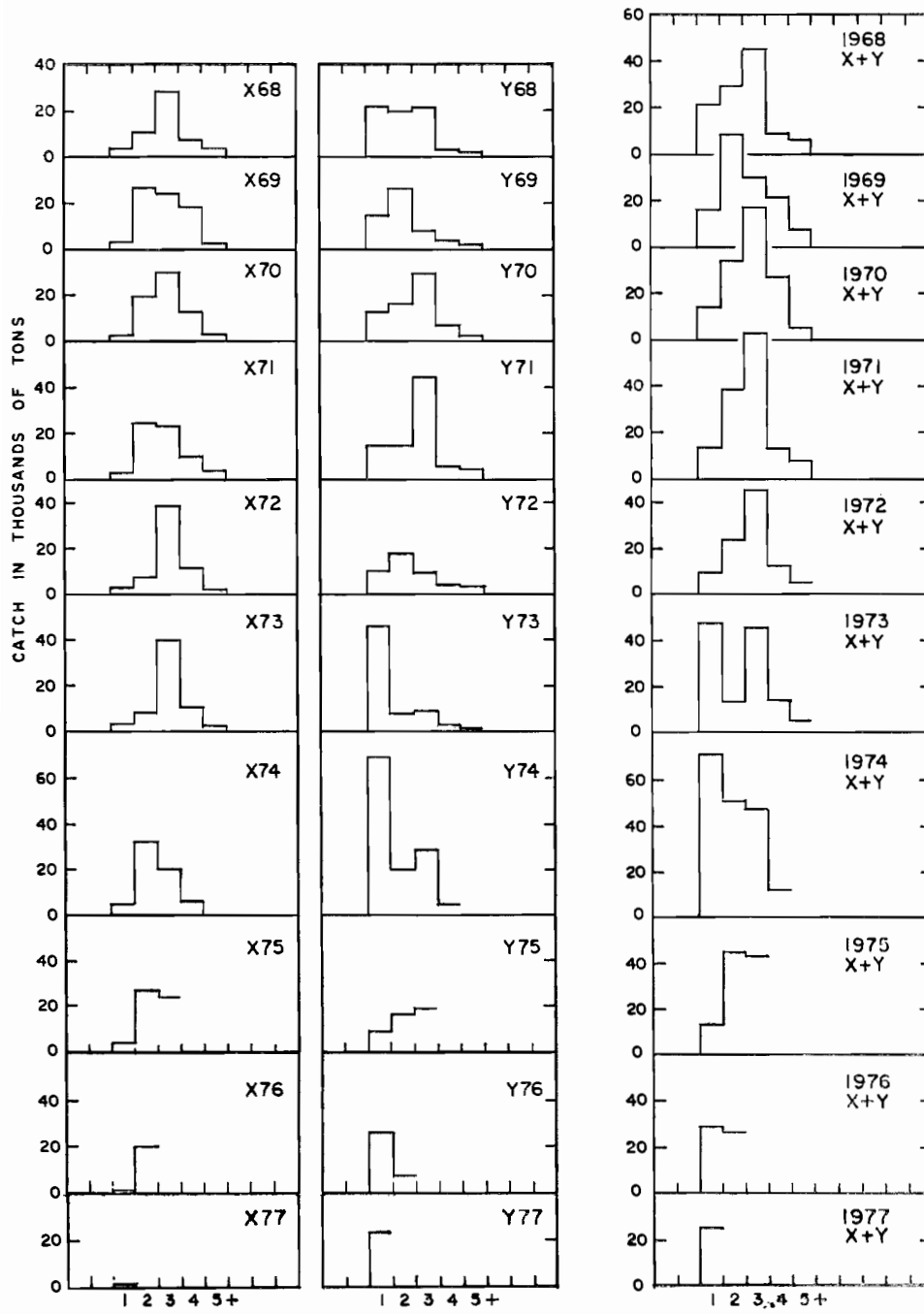
**FIGURA 29.** Relación entre el esfuerzo y la captura de la pesca de atún aleta amarilla en el ARCAA, 1967-1977, normalizado a la clase 3 de arqueo de embarcaciones cerqueras (recuadro superior) y 1968-1977, normalizado a la clase 6 de arqueo de embarcaciones cerqueras (recuadro inferior).





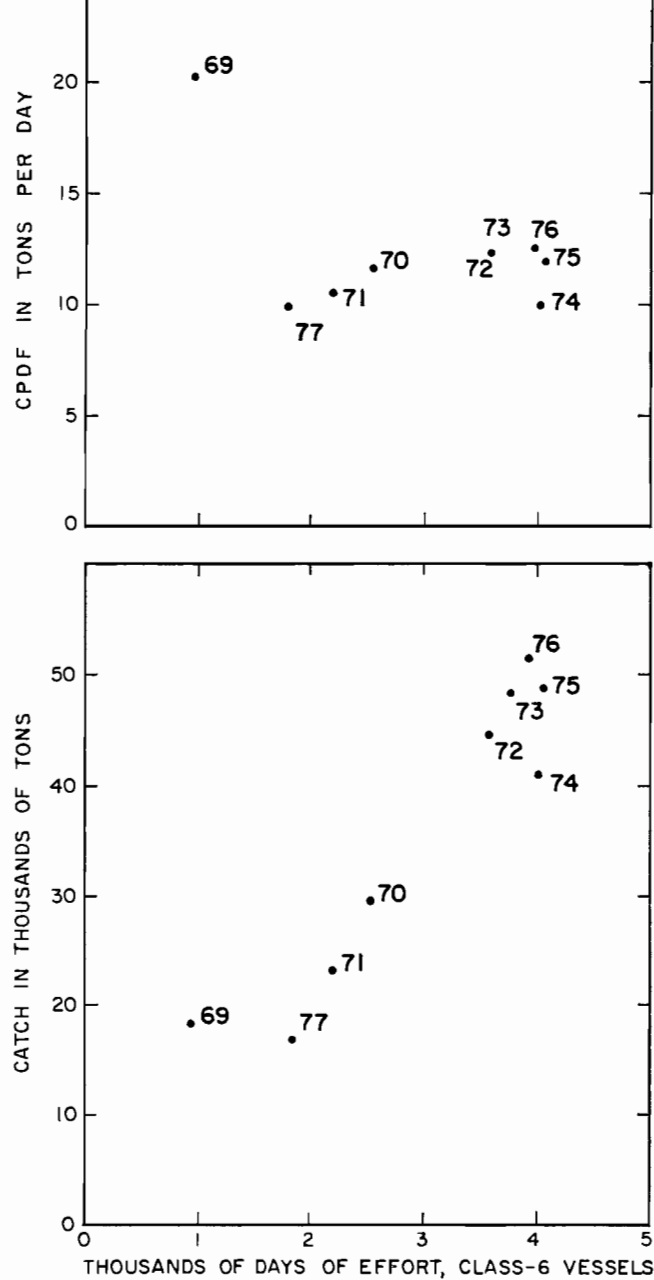
**FIGURE 30.** Estimated weights of fish of ages 1 through 5+ in the first-and second-quarter purse-seine catches of 1968 through 1977, by X and Y groups.

**FIGURA 30.** Peso estimado de peces de 1 año de edad a 5+ en los dos primeros trimestres en las capturas cerqueras de 1968 a 1977, por grupos X e Y.



**FIGURE 31.** Estimated weights of fish of the 1968 through 1977 cohorts at ages 1 through 5+ in the 1968 through 1977 catches, by X and Y groups.

**FIGURA 31.** Peso estimado de los peces de las generaciones de 1968 a 1977 de 1 año de edad a 5+ en las capturas de 1968 a 1977, por grupos X e Y.



**FIGURE 32.** Relationship between catch per days fishing (CPDF) and effort (upper panel) and between catch and effort (lower panel) for yellowfin in the area outside the CYRA, 1969-1977.

**FIGURA 32.** Relación entre la captura por día de pesca (CPDP) y el esfuerzo (recuadro superior) y entre la captura y el esfuerzo (recuadro inferior) de atún aleta amarilla en la zona exterior del ARCAA, 1969-1977.

data for outside the CYRA do not.

**TABLA 1.** Capturas de atún aleta amarilla y barrilete (toneladas americanas) en el ARCAA y al oeste de esta zona. Los datos del ARCAA incluyen capturas palangreras, pero no los datos fuera del ARCAA.

Year Año	Total CYRA catch Yellowfin Skipjack Total Captura total en el ARCAA Aleta amarilla Barrilete Total			Total catch outside CYRA Yellowfin Skipjack Total Captura total fuera del ARCAA Aleta amarilla Barrilete Total		
	1958	74,225	80,550	154,775		
1959	70,242	87,060	157,302			
1960	122,166	51,484	173,650			
1961	115,117	74,851	189,968			
1962	87,051	77,994	165,045			
1963	72,674	106,042	178,716			
1964	101,941	65,313	167,254			
1965	90,043	86,122	176,165			
1966	91,157	66,527	157,684			
1967	89,650	132,489	222,139			
1968	114,613	77,684	192,297	1,207	3	1,210
1969	126,899	64,140	191,039	19,217	980	20,197
1970	142,627	55,247	197,874	30,679	6,458	37,137
1971	113,886	114,529	228,415	22,758	1,005	23,763
1972	152,535	35,486	188,021	44,768	1,248	46,016
1973	177,828	46,964	224,792	49,506	1,444	50,950
1974	191,281	83,975	275,256	41,065	2,776	43,841
1975	176,400	135,405	311,805	47,507	2,128	49,635
1976	209,400	140,558	349,958	50,725	1,076	51,801
1977*	204,476	91,148	295,624	16,946	2,742	19,688

\*preliminary — preliminar

**TABLE 2.** 1977 CYRA catch by flag of vessel and country of landing of yellowfin and skipjack (short tons). Preliminary, as of April 1, 1978.

**TABLA 2.** Captura de atún aleta amarilla y barrilete (toneladas americanas) en 1977 en el ARCAA por bandera de embarcación y país de desembarque. Con fecha del 1 de abril de 1978, esta captura es preliminar.

Country	Yellowfin		Skipjack	
	Tons	Percent	Tons	Percent
Pais	Aleta Amarilla		Barrilete	
	Toneladas	Porcentaje	Toneladas	Porcentaje
	<b>Catch — Captura</b>			
Bermuda	3,663	1.79	3,222	3.54
Canada	4,835	2.36	1,943	2.13
Ecuador	6,778	3.31	10,603	11.63
Japan	1,043	0.51	0	
Mexico	18,734	9.16	4,089	4.49
Panama	15,756	7.71	5,219	5.72
Peru	3,569	1.75	2,717	2.98
Spain	5,899	2.89	3,785	4.15
U.S.A.	121,865	59.60	53,047	58.20
Colombia, Congo, Costa Rica, Netherlands Antilles, New Zealand, Nicaragua, Senegal, Venezuela	22,334	10.92	6,523	7.16
<b>Total</b>	<b>204,476</b>		<b>91,148</b>	
	<b>Landings — Desembarques</b>			
Ecuador	10,475	5.10	13,937	14.67
France	732	0.36	193	0.20
Italy	7,747	3.77	233	0.25
Japan	1,043	0.51	0	
Mexico	6,971	3.39	1,991	2.10
Peru	2,866	1.39	2,114	2.22
Spain	2,830	1.38	711	0.75
U.S.A.	153,528	74.72	67,163	70.70
Canada, Colombia, Costa Rica, Portugal, Venezuela	19,267	9.38	8,657	9.11
<b>Total</b>	<b>205,459</b>		<b>94,999</b>	

**TABLE 3.** Logged yellowfin and skipjack tuna catches by major areas of the CYRA, in thousands of short tons, 1973-1977.**TABLA 3.** Capturas de atún aleta amarilla y barrilete registradas por zonas principales de pesca en el ARCAA, en millares de toneladas americanas, 1973-1977.

Area of catch Zona de captura	1973		1974		1975		1976		1977*	
	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R
<b>Yellowfin — Aleta Amarilla</b>										
North of 20°N	3.0	5.9	11.4	8.4	14.9	7.2	3.9	9.5	13.0	0.9
15°N—20°N	10.8	3.0	11.4	2.3	15.2	1.8	11.8	1.3	10.7	0.6
10°N—15°N	18.0	1.6	50.2	4.9	24.7	1.3	28.5	2.1	21.5	1.7
5°N—10°N	69.8	8.4	38.1	8.5	38.0	1.7	33.5	5.8	39.3	2.3
0°—5°N	10.4	2.1	9.8	2.8	9.0	2.1	8.8	1.1	10.8	1.3
South of 0°	11.8	4.7	4.3	7.3	13.5	14.0	29.7	6.4	12.4	4.3
Total	123.8	25.7	125.2	34.2	115.3	28.1	116.2	26.2	107.7	11.1
<b>Skipjack — Barrilete</b>										
North of 20°N	0.8	5.8	2.1	3.3	5.7	7.5	4.7	11.2	5.5	2.2
15°N—20°N	0.6	0.6	1.6	0.6	1.7	3.1	1.0	0.3	0.9	0.0
10°N—15°N	0.1	0.0	17.9	1.8	3.5	1.9	31.7	2.5	7.4	0.9
5°N—10°N	6.7	4.0	19.6	7.7	12.0	5.1	18.3	6.7	14.0	1.0
0° — 5°N	3.6	7.8	7.7	3.7	14.9	4.0	4.0	2.2	7.0	0.7
South of 0°	4.5	0.8	1.7	4.6	20.6	24.8	9.7	9.6	7.2	4.0
Total	16.3	19.0	50.6	21.7	58.4	46.4	69.4	32.5	42.0	8.8

NR = non-regulated — no reglamentada

R = regulated — reglamentada

\* = preliminary — preliminar

TABLE 4. Estimated world catches (in metric tons) of tunas and tuna-like fishes in 1975, by species, ocean and major ocean areas.

TABLA 4. Estimación de la captura mundial (toneladas métricas) de atunes y especies afines en 1975, por especie, océano y zonas principales oceánicas.

Species Especies	Total global 21	AREA			ZONA			Total Atlantic Atlántico			AREA			ZONA			Total Pacifico		
		27	31	34	37	41	47	51	57	61	67	71	77	81	87	87	87	87	
Skipjack	558,262	159	2,837	58,146	6	...	38	61,277	40,803	6,713	47,516	135,497	—	177,612	126,864	6,003	3,493	449,469	
Barrilete	183,815	847	30,475	5,513	7,209	500	5,668	11,047	61,259	4,981	5,834	10,815	47,176	19,641	17,003	11,420	16,352	149	
Albacora	484,684	515	1,815	7,103	104,974	/	1,654	2,599	118,660	26,079	12,545	38,624	35,628	—	61,618	212,406	10,102	7,646	
Yellowfin	1,085	/	/	1,079	/	6	/	1,085	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	
Aleia amarilla	27,467	/	/	/	/	4	1,479	1,483	4,300	12,139	16,439	/	/	/	/	9,540	5	9,545	
Aleia negra	185,063	1,176	2,639	1,110	34,689	/	1,714	8,626	49,981	15,644	16,054	31,698	13,103	—	27,334	46,422	12,776	3,739	
Southern bluefin	40,789	3,103	3,653	1,021	5,971	11,147	2	24,899	/	/	/	/	6,883	—	6	9,001	/	15,890	
Aleia azul del sur	15,270	/	/	/	/	/	/	/	/	...	3,500	3,500	...	—	11,770	/	...	11,770	
Patudo	55,665	—	—	—	—	338	—	1,500	1,838	12,057	20	12,077	22,499	—	19,196	55	—	41,750	
Northern bluefin	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Aleia azul del norte	62,888	9	32	...	6,048	1,486	...	7,611	14,195	4,060	18,255	15,682	—	21,231	99	10	...	37,022	
Longtail	34,279	3	5	2	315	83	...	408	4,245	4,890	9,135	...	/	24,132	592	...	12	24,736	
<i>Thunnus tonggol</i>	1,649,257	5,812	38,710	18,665	217,388	13,560	9,075	25,291	328,501	122,304	65,755	188,059	276,468	19,641	359,902	406,859	54,783	15,044	
Skipjack & tunas	37,965	74	2,109	1,053	3,693	5,542	200	5	12,676	...	...	1,500	...	150	17,602	150	5,887	25,289	
Barrilete y atunes	220,618	72	4,137	479	...	7,824	39	22,155	20,309	22,854	43,163	71,763	—	76,930	4,308	20	2,279	155,300	
Bonitos	28,807	2,140	3,042	290	2,460	2,406	612	864	11,814	686	925	1,611	9,193	—	817	2,702	2,067	603	
Steridas	55,270	60	2,064	1,832	...	949	245	5,152	3,586	4,826	8,412	19,349	—	5,674	13,374	2,388	921	41,706	
Fez espada	84,077	2,200	3,044	2,354	4,292	2,406	1,561	1,109	16,966	4,272	5,751	10,023	28,542	—	6,491	16,076	4,455	57,088	
Istiophoridae	85,223	258	1,786	4,527	20,732	2,799	116	4,072	34,290	16,734	18,429	35,163	5,409	—	9,562	762	37	—	
Bilfishes	2,077,140	8,416	45,653	40,336	246,584	24,307	18,776	30,516	414,588	163,619	112,789	276,408	383,682	19,641	453,035	445,607	59,445	24,734	
Atunes	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Atunes afines	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Principal market	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Especies principales de consumo	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Frigate and bullet	62,888	9	32	...	6,048	1,486	...	7,611	14,195	4,060	18,255	15,682	—	21,231	99	10	...	37,022	
Mevas y botellitas	34,279	3	5	2	315	83	...	408	4,245	4,890	9,135	...	/	24,132	592	...	12	24,736	
Black skipjack	1,649,257	5,812	38,710	18,665	217,388	13,560	9,075	25,291	328,501	122,304	65,755	188,059	276,468	19,641	359,902	406,859	54,783	15,044	
Barrilete negro	37,965	74	2,109	1,053	3,693	5,542	200	5	12,676	...	...	1,500	...	150	17,602	150	5,887	25,289	
Tunas—Atunes	220,618	72	4,137	479	...	7,824	39	22,155	20,309	22,854	43,163	71,763	—	76,930	4,308	20	2,279	155,300	
Bonitos	28,807	2,140	3,042	290	2,460	2,406	612	864	11,814	686	925	1,611	9,193	—	817	2,702	2,067	603	
Steridas	55,270	60	2,064	1,832	...	949	245	5,152	3,586	4,826	8,412	19,349	—	5,674	13,374	2,388	921	41,706	
Fez espada	84,077	2,200	3,044	2,354	4,292	2,406	1,561	1,109	16,966	4,272	5,751	10,023	28,542	—	6,491	16,076	4,455	57,088	
Istiophoridae	85,223	258	1,786	4,527	20,732	2,799	116	4,072	34,290	16,734	18,429	35,163	5,409	—	9,562	762	37	—	
Bilfishes	2,077,140	8,416	45,653	40,336	246,584	24,307	18,776	30,516	414,588	163,619	112,789	276,408	383,682	19,641	453,035	445,607	59,445	24,734	
Atunes	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Atunes afines	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Principal market	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Especies principales de consumo	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Frigate and bullet	62,888	9	32	...	6,048	1,486	...	7,611	14,195	4,060	18,255	15,682	—	21,231	99	10	...	37,022	
Mevas y botellitas	34,279	3	5	2	315	83	...	408	4,245	4,890	9,135	...	/	24,132	592	...	12	24,736	
Black skipjack	1,649,257	5,812	38,710	18,665	217,388	13,560	9,075	25,291	328,501	122,304	65,755	188,059	276,468	19,641	359,902	406,859	54,783	15,044	
Barrilete negro	37,965	74	2,109	1,053	3,693	5,542	200	5	12,676	...	...	1,500	...	150	17,602	150	5,887	25,289	
Tunas—Atunes	220,618	72	4,137	479	...	7,824	39	22,155	20,309	22,854	43,163	71,763	—	76,930	4,308	20	2,279	155,300	
Bonitos	28,807	2,140	3,042	290	2,460	2,406	612	864	11,814	686	925	1,611	9,193	—	817	2,702	2,067	603	
Steridas	55,270	60	2,064	1,832	...	949	245	5,152	3,586	4,826	8,412	19,349	—	5,674	13,374	2,388	921	41,706	
Fez espada	84,077	2,200	3,044	2,354	4,292	2,406	1,561	1,109	16,966	4,272	5,751	10,023	28,542	—	6,491	16,076	4,455	57,088	
Istiophoridae	85,223	258	1,786	4,527	20,732	2,799	116	4,072	34,290	16,734	18,429	35,163	5,409	—	9,562	762	37	—	
Bilfishes	2,077,140	8,416	45,653	40,336	246,584	24,307	18,776	30,516	414,588	163,619	112,789	276,408	383,682	19,641	453,035	445,607	59,445	24,734	
Atunes	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Atunes afines	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Principal market	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Especies principales de consumo	1,552,090	5,800	38,673	18,663	210,989	11,991	9,075	25,291	320,482	103,864	56,805	160,669	260,786	19,641	314,539	406,168	54,773	15,032	
Frigate and bullet	62,888	9	32	...	6,048	1,486	...	7,611	14,195	4,060	18,255	15,682	—	21,231	99	10	...	37,022	
Mevas y botellitas	34,279	3	5	2	315	83	...	408	4,245	4,890	9,135	...	/	24,132	592	...	12	24,736	
Black skipjack	1,649,257	5,812	38,710	18,665	217,388	13,560	9,075	25,291	328,501	122,304	65,755	188,059	276,468	19,641	359,902	406,859	54,783	15,044	
Barrilete negro	37,965	74	2,109	1,053	3,693	5,542	200	5	12,676	...	...	1,500	...	150	17,602	150	5,887	25,289	
Tunas—Atunes	220,618	72	4,137	479	...	7,824													

**TABLE 5.** Number and carrying capacity (short tons) of fishing vessels operating in the eastern Pacific Ocean by flag, gear and size class in 1977.

**TABLA 5.** Número y capacidad de acarreo (toneladas americanas) de las embarcaciones pesqueras que maniobraron en 1977 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					2	3	5	2,496
Canada	Seiner						5	5	4,360
Congo	Seiner						1	1	
Costa Rica	Seiner			1	1	1	3	6	3,843
Ecuador	Seiner		6	14	5			25	3,603
	Baitboat	26	1					27	834
	Bolichera	3						3	87
Japan*									
Mexico	Seiner				4	6	14	24	13,798
Netherlands	Seiner						4	4	4,560
New Zealand	Seiner						1	1	
Nicaragua	Seiner						2	2	3,800
Panama	Seiner		2		1		5	8	6,978
Peru	Seiner			4	2	3	2	11	4,182
Senegal	Seiner						3	3	2,258
Spain	Seiner						6	6	4,609
U.S.A.	Seiner		9	12	7	6	108	142	116,217
	Baitboat	9	28	14	1			52	4,857
	Jig	25	2					27	772
Venezuela	Seiner						3	3	3,032
Total of Congo and New Zealand									3,153
All flags	Seiner		17	31	20	18	160	246	176,862
	Baitboat	35	29	14	1			79	5,421
	Bolichera	3						3	87
	Jig	25	2					27	772
Total all gear		63	48	45	21	18	160	355	183,142

#### CAPACITY OF VESSELS BY SIZE CLASS

#### CAPACIDAD DE LAS EMBARCACIONES POR CLASE DE ARQUEO

GEAR — ARTE	1	2	3	4	5	6	Total
Seiner		1,358	4,709	5,055	6,441	159,299	176,862
Baitboat	1,135	2,120	1,920	246			5,421
Bolichera	87						87
Jig	665	107					772
Total	1,887	3,585	6,629	5,301	6,441	159,299	183,142

\*The number of Japanese longliners operating in the CYRA each month during 1977 varied between 19 and 60. Information concerning their capacity is not available.

\*El número de embarcaciones palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1977 fluctuó entre 19 y 60. No se dispone de la información sobre su capacidad.



**TABLE 6.** Catch per ton of carrying capacity by vessel size class for the international eastern Pacific Ocean purse-seine fleet.**TABLA 6.** Captura por tonelada de capacidad de acarreo por clase de arqueo de las embarcaciones cerqueras que forman la flota internacional del Océano Pacífico oriental.

Year Año	Species Especie	Size class — Clase de arqueo								All Todas
		3	4	5	6	7	8	9	10	
1969	YF	3.38	2.67	2.75	3.11	3.27	2.43	1.79		2.81
	SJ	.99	.92	1.10	.87	.75	.92	.82		.92
	other	1.15	.49	.15	.03	.08	.03	.01		.22
	all	5.52	4.08	4.00	4.01	4.10	3.38	2.62		3.95
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	.03
	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	1.43	1.22	1.33	.95	1.60	.84	1.32	1.22	1.25
	SJ	.99	.63	.57	.44	.63	.43	.52	.57	.55
	other	.93	.89	.90	.29	.14	.09	.05	.04	.16
	all	3.35	2.74	2.80	1.68	2.37	1.36	1.89	1.83	1.96

\*preliminary — preliminar

**TABLE 7.** Analyses of variance (frequency weights) for standardization of catch rates.**TABLA 7.** Análisis de la varianza (frecuencia del peso) para normalizar los índices de captura.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F
Origen	Suma de los cuadrados	gl	Media cuadrada	F
Mean	63	1	63	46
Stratum type (S)	148	2	74	54
Capacity (C)	5	2	3	2
Age (A)	0	1	0	0
Year (Y)	153	3	51	37
SxC	58	4	14	11
SxY	109	6	18	13
CxA	14	2	7	5
Age and CxA	14	3	5	3
Speed	41	1	41	30
Sea Temp	143	1	143	105
Net length	11	1	11	8
Error	10172	7490	1.4	
Total about mean	10950	7513		

**TABLE 8.** Sampling location, date, numbers and relative frequencies of the transferrin A allele and the four PGI alleles for the western Pacific samples. Eastern Pacific average values are shown at the bottom of the table for comparative purposes.**TABLA 8.** Localidad del muestreo, fecha, cantidad y frecuencia relativa del alelo de la transferina A y de los cuatro alelos de la IFG de las muestras del Pacífico occidental. Para fines de comparación se indica el promedio de los valores del Pacífico oriental al pie de la tabla.

Sample	Location	Date	Number of individuals	TfnA	PGI <sub>1</sub>	PGI <sub>2</sub>	PGI <sub>3</sub>	PGI <sub>4</sub>
Muestra	Localidad	Fecha	Número de ejemplares	TfnA	IFG <sub>1</sub>	IFG <sub>2</sub>	IFG <sub>3</sub>	IFG <sub>4</sub>
ZPA1	2°N 152°E	6 Aug. 76	60	.617	.017	.664	.311	.008
ZPA2	0°N 139°E	16 Aug. 76	130	.735	.012	.681	.307	0
MEB	0°S 141°E	5 Aug. 76	200	.720	.015	.645	.34	0
ZPD1	2°S 141°E	18 Sept. 76	55	.745	0	.710	.29	0
ZPD2	2°S 141°E	19 Sept. 76	111	.739	.013	.670	.317	0
MEF	1°S 139°E	21 Aug. 76	112	.732	.018	.679	.313	0
ZPH	3°N 148°E	9 Oct. 76	198	.705	.020	.659	.312	0
MEE	1°S 138°E	13 Aug. 76	198	.732	.018	.687	.296	0
ZPI	1°N 149°E	12 Oct. 76	109	.748	.005	.674	.321	0
ZPJ	2°N 154°E	16 Oct. 76	127	.713	.020	.720	.256	.004
John F	3°S 150°E	2 Dec. 75	216	.755	.002	.667	.326	.002
Western Pacific — Average (1,519)				.749	.013	.674	.312	.001
Eastern Pacific — Average (10,321)				.734*	.102	.304*	.593	.001
			range	.62-.83	.00-.14	.22-.38	.51-.68	0-.008

\*mean values of statistically heterogeneous data

\*media de los valores de los datos estadísticos heterogéneos

**TABLE 9.** Indices of abundance of yellowfin inside the CYRA, 1968-1977. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered, but the CPDF data are not.

**TABLA 9.** Indices de la abundancia del aleta amarilla en el ARCAA, 1968-1977. Se ajustan los datos de la CPDNP para compensar el aumento de las pescas positivas al capturar cardúmenes de peces que se encuentran pero no los datos de la CPDP.

Year	CPSDF (Class 3)	CPDF (less than 41 tons)	CPDF (greater than 400 tons)	Ratio Column 3 to Column 2
Año	CPDNP (Clase 3)	CPDP (menos de 401 toneladas)	CPDP (más de 400 toneladas)	Proporción de Columna 3 a la Columna 2
1968	6.06	9.07	18.11	2.00
1969	5.87	9.28	17.77	1.91
1970	6.00	8.76	16.90	1.93
1971	4.18	4.90	9.75	1.99
1972	5.97	5.20	17.00	3.27
1973	5.17	4.57	12.63	2.72
1974	4.56	6.89	9.70	1.41
1975	3.67	5.61	8.20	1.46
1976	3.68	4.31	9.15	2.12
1977*	3.41	3.83	7.26	1.90

\*preliminary — preliminar

**TABLE 10.** Quotas, catches, CPSDFs (Class-3 purse seiners), and CPDFs (Class-6 purse seiners) for yellowfin in the eastern Pacific Ocean, 1967-1977. The quotas and catches are in thousands of short tons, and the CPSDFs and CPDFs in short tons. The CPSDF data are adjusted to compensate for increased success in capturing schools of fish that are encountered.

**TABLA 10.** Cuotas, capturas, CPDNP (clase 3 de cerqueros) y CPDP (clase 6 de cerqueros) para el aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, 1967-1977. 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	Inside CYRA			Outside CYRA		Total Catch
	Quota	Catch	CPSDF	Catch	CPDF	
Año	En el ARCAA			Area exterior del ARCAA		Total Captura
	Cuota	Captura	CPDNP	Captura	CPDP	
1967	84.5	89.6	5.1	0.0	—	89.6
1968	93	114.6	6.1	1.2	—	115.8
1969	120	126.5	5.9	19.2	20.4	145.7
1970	120	142.7	6.0	29.8	11.7	172.5
1971	140 + (2x10)*	113.5	4.2	23.4	10.6	136.8
1972	120 + (2x10)	152.4	6.0	44.8	12.5	197.2
1973	130 + (3x10)	178.2	5.2	48.8	13.0	227.0
1974	175 + (2x10)	191.3	4.6	41.1	10.2	232.4
1975	175 + (2x10)	177.2	3.7	47.3	12.2	224.5
1976	175 + (2x10)	209.4	3.7	50.7	12.7	260.1
1977**	175 + (20+15)	201.4	3.4	18.2	10.2	219.6

\*\*+ (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 de los valores anuales

