
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1973

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

**La Jolla, California
1974**

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	5
COMMISSION MEETINGS.....	5
ADMINISTRATION.....	7
Budget.....	7
Financial statement.....	7
Inter-agency cooperation.....	10
Field offices.....	11
PUBLICATIONS AND REPORTS	12
THE FISHERY IN 1973.....	13
Résumé.....	13
Statistics of catch and landings.....	14
The international tuna fleets.....	16
Reorganization of the catch and effort data system	17
RESEARCH IN 1973.....	18
Success of fishing, abundance of tunas and population dynamics.....	18
Vital statistics, migrations and population structure.....	28
Other aspects of tuna biology.....	39
Oceanography and tuna ecology.....	41
STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1973 AND OUTLOOK FOR 1974.....	47
Yellowfin.....	47
Skipjack.....	54

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	57
REUNIONES DE LA COMISION.....	57
ADMINISTRACION.....	59
Presupuesto.....	59
Declaración financiera.....	59
Colaboración entre entidades afines	62
Oficinas regionales.....	63
PUBLICACIONES E INFORMES	64
LA PESCA EN 1973.....	65
Resumen.....	65
Estadísticas de captura y desembarques.....	67
Flota internacional atunera.....	69
Reorganización del sistema de los datos de captura y esfuerzo	70
INVESTIGACION EN 1973.....	72
Captura por día, abundancia de atunes y dinámica de población	72
Estadísticas vitales, migraciones y estructura de población.....	83
Otros aspectos de la biología atunera	95
Oceanografía y ecología del atún.....	97
CONDICION DE LAS EXISTENCIAS DE LOS ATUNES EN 1973 Y PERSPECTIVAS PARA 1974.....	104
Atún aleta amarilla.....	104
Barrilete.....	112
APPENDIX I — APENDICE I	
STAFF — PERSONAL.....	114
APPENDIX II — APENDICE II	
FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS.....	117

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

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

COSTA RICA

Virgilio Aguiluz1950-1965
José L. Cardona-Cooper1950-
Victor Nigro1950-1969
Fernando Flores1958-
Milton H. López1965-
Eduardo Beeche T.1969-1971
Francisco Terán Valls1971-

UNITED STATES OF AMERICA

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

PANAMA

Miguel A. Corro1953-1957
Domingo A. Díaz1953-1957
Walter Myers, Jr.1953-1957
Juan L. de Obarrio1958-
Richard Eisenmann1958-1960
Gabriel Galindo1958-1960
Harmodio Arias, Jr.1961-1962
Roberto Novey1961-1962
Carlos A. López-Guevara1962-
Dora de Lanzner1963-1972
Camilo Quintero1963-1972
Arquimedes Franqueza1972-
Federico Humbert, Jr.1972-

MEXICO

Rodolfo Ramirez G.1964-1966
Mauro Cárdenas F.1964-1968
Héctor Chapa Saldaña1964-1968
María Emilia Téllez B.1964-1971
Juan Luis Cifuentes L.1967-1970
Alejandro Cervantes D.1968-1970
Amin Zarur M.1968-
Arturo Díaz R.1970-
Joaquin Mercado1970-
Pedro Mercado S.1970-

CANADA

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

JAPAN

Tomonari Matsushita1971-1973
Shoichi Masuda1971-
Fumihiko Suzuki1971-1972
Seiya Nishida1972-
Kunio Yonezawa1973-

FRANCE

Serge Garache1973-
Robert Letaconnoux1973-

NICARAGUA

Gilberto Bergman Padilla1973-
Antonio Flores Arana1973-

*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

‡Murio en servicio activo el 18 de diciembre de 1968

§Deceased in service May 5, 1973

§Murió en servicio activo el 5 de mayo de 1973

ANNUAL REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1973

INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission operates under the authority and direction of a convention originally entered into by the Republic of Costa Rica and the United States of America. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision Panama adhered in 1953, Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968, Japan in 1970, and France and Nicaragua in 1973. In 1967, Ecuador gave notice of her intent to withdraw from the Commission, and her withdrawal 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 23rd year. The results of its research are published by the Commission in its Bulletin series in English and Spanish, its two official languages. Reviews of each year's operations and activities are reported upon in its annual report, also in two languages. Other studies are published in outside scientific journals, and general articles are written for trade and other periodicals in North, Central, and South America, as well as in countries of Europe and Asia with an interest in the fishery. By the end of 1973, the Commission's staff had published 103 bulletins, 132 articles in outside journals and 22 annual reports. All scientific and annual reports have been given world-wide distribution, and thus have been made available for the critical scrutiny of a wide section of the world's scientific community.

COMMISSION MEETINGS

The Commission held its 29th meeting on November 12, 13, 14 and 16, 1973, in Washington, D. C., U. S. A.

All member countries, with the exception of Panama, were represented by two or more regular commissioners throughout the entire meeting.

Panama was represented by a designated alternate. Chile, Ecuador, Peru, Spain, the Republic of China, Honduras, the Republic of Korea, Guatemala, the Netherlands Antilles, the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Finance Corporation were represented by observers.

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

1. Opening of the Meeting
2. Welcome to New Members
3. Consideration and Adoption of Agenda
4. Review of Current Research
5. The 1973 Fishing Year
6. Condition of the Yellowfin Stock and the Quota for 1974
7. A Discussion of the Present System of Closing the Fishery
8. The Porpoise-Tuna Relationship and Associated Problems
9. Recommended Research Program and Budget for FY 1975-1976
10. Discussion of Annual Report
11. Renaming the Commission
12. Place and Date of Next Meeting
13. Election of Officers
14. Other Business
15. Adjournment

The Commission took the following actions:

- (1) Provisionally agreed to an austerity budget in the sum of \$928,314 for FY 1975-1976.
- (2) Agreed to vote on the approval of the Annual Report for 1973 by mail after April 1, 1974, and further agreed to do this on a routine basis in future years.
- (3) Elected Mr. E. Blyth Young of Canada as chairman for 1974 and voted the office of secretary to Panama.
- (4) Agreed to hold the 1974 meeting of the Commission in Canada, between October 28 and November 2, 1974.

The scientific staff of the Commission recommended the continuation of the experimental fishing program in 1974, with a quota of 130,000 short tons of yellowfin, and further recommended that the Director of Investigations be authorized to increase this amount to the level of catch in 1973,

by successive increments of about 10,000 tons each if in his opinion this action would not endanger the yellowfin stock. The staff further recommended that if the annual catch rate is projected to fall below 3 tons per standard day's fishing, unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield.

Action by the Commission on this recommendation of the staff was not taken, but deferred until some later date, after the inter-governmental group agrees on and submits to the Commission recommendations concerning methods of implementing the yellowfin conservation program during 1974.

ADMINISTRATION

BUDGET

At its meeting held in Ottawa, Canada, in 1970, the Commission instructed the Director of Investigations to prepare two budgets in the future. The first should be a recommended version which indicates the needed research, regardless of the probability of obtaining such funding, while the second should be an austerity version designed to maintain the research at current or slightly augmented levels. The latter budget would be used by government officials when presenting the budget for government approval if the former (recommended) budget was unacceptable. In keeping with these instructions, two budgets were prepared for the fiscal year (FY) 1973-1974.

The recommended research program, estimated to cost \$1,271,517, included a comprehensive tagging program directed primarily toward yellowfin tuna and secondarily toward skipjack tuna. A total of \$520,000 was allotted in this budget for the charter of vessels to carry out the tagging program.

The austerity research program, the version approved by the Commissioners, would have cost \$739,048, an increase of \$19,534 over the austerity budget for FY 1972-1973. The increase was needed to match an impending U. S. government pay raise and in-grade increases.

At the end of this report year (December 31, 1973) the Commission had not yet been informed of the amount of the U. S. contribution to the Commission's budget for FY 1973-1974.

FINANCIAL STATEMENT

The Commission's financial accounts were audited four times during the year by the Public accountant firm of John W. Sutliff, San Diego, California. Copies of the accountant's report were sent to the Chairman and to the Depository Government (U. S. A.). A summary of the year-end account for FY 1972-1973 follows:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Sources and Disposition of Funds

July 1, 1972 to June 30, 1973

U. S. DOLLAR ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended Balance (including unliquidated obligations) July 1, 1972	\$142,058.61*
U. S. A.	481,500.00
Mexico	17,280.00
Canada	6,155.00
Japan	11,654.00
Costa Rica	3,812.55
Panama	500.00
Other receipts	9,060.73
TOTAL	\$672,020.89

*The unexpended balance includes \$34,349.78 of unpaid commitments

Disposition of Funds

Advances	\$ 43,264.52
Project expenditures	
1) By projects	
A. Administrative expenses	\$113,815.00
B. Research on bait species	—
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	105,437.50
D. Tuna biology	206,468.26
E. Oceanography	13,667.36
F. Tuna tagging	39,822.64
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	51,028.01
2) By budget projects	
01—Salaries	407,211.03
02—Travel	23,982.90
03—Transportation of things	1,057.87
04—Communications	3,254.14
05—Rents and utilities	1,288.00
06—Printing and binding	6,252.27
07—Contractual services	18,028.47
08—Supplies and materials	9,661.22
09—Equipment	1,190.90
13—Rewards for tags	635.00
15—Employer's contribution to U. S. Social Security	15,446.01
16—Life Insurance	276.17
17—Employer's contribution to Pension Plan.....	23,283.96
18—Disability insurance	703.31
19—Employer's contribution to Group Insurance	4,719.25
21—Workmen's Compensation	1,500.00
22—Unemployment Insurance	9,166.43
23—A D & D Insurance	2,581.84
	\$530,238.77
Purchase of Soles (for operations in Peru)	5,500.00
Purchase of Sucres (for operations in Ecuador)	3,500.00
Cash in bank	89,684.03
Cash on hand	150.00
	89,834.05

Less Reserves		
Pension	+	634.93
Group Insurance	—	57.14
California Insurance	—	1,319.24
Deposits	—	741.45
		\$ 89,092.60
		425.00
TOTAL		\$672,020.89

COSTA RICAN COLON ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1972	₡	637.21
Cash in bank	₡	637.21
TOTAL	₡	637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended balance July 1, 1972	S/.	18,495.21
Purchase of Sucres with Dollars		87,790.98
TOTAL		106,286.19

Disposition of Funds

Project Expenditures		
1) By project		
G. Rapid Collection of catch statistics		
for regulation	S/	86,854.34
2) By budget objects		
01—Salaries		86,844.34
07—Contractual services		10.00
Cash in Bank		19,431.85
TOTAL		106,286.19

PERUVIAN SOL ACCOUNT**Sources of Funds**

Unexpended Balance July 1, 1972	S/o.	98,689.38
Purchase of Soles with Dollars		238,590.00
TOTAL	S/o.	337,279.38

Disposition of Funds

Advances	S/o.	15,600.00
Project expenditures		
1) By projects		
G. Rapid collection of catch statistics		
for regulation	S/o.	258,129.52
2) By budget object		
01—Salaries		168,086.00
02—Travel		35,894.08
04—Communications		2,289.27
05—Rents and utilities		24,000.00
06—Printing and binding		26.40
07—Contractual services		4,623.43
08—Supplies and materials		730.50
15—Employer's contributions to		
Social Security		22,479.84
Cash in bank		63,549.38
TOTAL	S/o.	337,279.38

INTER-AGENCY COOPERATION

Over the years the Commission's scientific staff has maintained close working relationships with a number of local, national and international bodies throughout the world. This is particularly necessary because of the international nature of the tuna resources, as well as the highly international nature of the fisheries. Such inter-agency cooperation is likewise necessary if the staff is to stay abreast of the rapid development taking place in fisheries science and oceanography. A few of the Commission's activities along these lines are highlighted below.

The close professional relationship which was developed over the years with the Escuela Superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, at Ensenada, Mexico, was maintained during 1973. During 1973 the staff continued its seminar series on fisheries biology, population dynamics, mathematics and oceanography presented to the students and faculty of the Universidad, and this series is to continue in 1974.

During the year the Commission continued to maintain its contacts and, in many cases, its close working relationship with the fisheries agencies and institutes throughout Latin America. In particular a number of field programs were carried out in cooperation with scientists from Ecuador. One study, involving about 3 months of field and laboratory studies of the Gulf of Guayaquil, was a joint program with the scientists of the Instituto Nacional de Pesca in Ecuador and the Commission, and was supported by the Organization of American States.

The very cordial and productive relationship which has existed between the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas and this Commission continued during 1973. As a result of this cooperation there has been a mutually beneficial exchange of ideas and information.

During the year the Commission received a number of visiting scientists from various nations for periods ranging from a few weeks to more than a year. A scientist from the Fisheries Agency of Japan who joined the Commission staff during 1972 remained throughout most of 1973. A cooperative study with Commission scientists and the visiting Japanese scientist on the analysis of the Japanese longline fishery for tunas and billfishes within the eastern Pacific was nearly completed. Also during 1973 a Commission scientist was assigned to work at the Far Seas Fisheries Research Laboratory in Shimizu, Japan, for about a year. He will conduct a cooperative study with Japanese scientists of the yellowfin fishery on a Pacific-wide basis, particularly the interaction between longline gear and surface gear.

The Commission's headquarters are located on the campus of Scripps Institution of Oceanography in La Jolla, California, one of the major world centers for the study of marine sciences and the headquarters for many

state and federal agencies involved in fisheries, oceanography and ancillary sciences. This provides the scientific staff of the Commission an excellent opportunity to maintain daily contact with scientists of the many organizations in the area. Such contact has resulted in a mutual exchange of information and ideas and provides a most productive milieu for carrying forward the Commission's research.

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

FIELD OFFICES

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

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

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

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

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

For some years the Commission has kept track of the movement of tuna vessels through the Panama Canal from reports of a ship agent in Panama. However these operations are increasing rather substantially, since many more vessels are being stationed in Puerto Rico and hence pass through the Canal to fish in the Pacific. Also many of the Pacific-based vessels pass through the Canal to fish off West Africa, and others use Panama as a base for transshipment. The logbook records of a substantial

number of seiners which pass through the Canal are not normally accessible to our staff on a current basis because these vessels do not frequently enter ports readily accessible to Commission personnel. In view of these factors, the Commission hired a technician in Panama in 1973 to take advantage of the increasing opportunities to get fishing information and logbooks there on a current basis.

PUBLICATIONS AND REPORTS

The prompt and complete publication of research results is one of the most important elements of the Commission's program of scientific investigations. By this means the member governments, the scientific community, and the public at large are currently informed of the research findings by the Commission's scientific staff. The publication of basic data, methods of analysis, and the conclusions therefrom affords an opportunity for critical review by other researchers, and thus insures the soundness of the conclusions reached by the Commission's staff as well as enlisting the interest of other scientists in the Commission's research.

The Commission publishes the research of its staff, and of cooperating scientists, in its Bulletin series. During 1973, one additional publication was issued in this series, in English and Spanish:

Vol. 15, No. 6—Materials and methods for tagging purse seine- and baitboat-caught tunas, *by* William H. Bayliff.

One additional Commission internal report was also prepared in 1973: Internal Report, Number 7—Observations on the growth of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *by* William H. Bayliff.

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

127. Sharp, Gary D. 1973. An electrophoretic study of hemoglobins of some scombroid fishes and related forms. *Comp. Biochem. and Physiol.*, Vol. 44 (2B), 381-388.
128. Joseph, James. 1973. Tropical tuna management in the eastern Pacific. *Fish. News Intern.*, 12 (2): 12-17.
129. Stevenson, M. R., and F. R. Miller. 1973. Application of high resolution infrared and visual data to investigate changes in and the relationship between sea-surface temperatures and cloud patterns over the eastern tropical Pacific. (Final Report, U. S. Office of Naval Research Contract No. N00014-72-C0360). Processed, 101 pp.
130. Stevenson, M. R., F. Pesantes V., and J. Santoro de Y. 1973. Resultados del crucero de reconocimiento de las mediciones de la corri-

- ente, julio 18-23, 1970. Inst. Nac. Pesca Ecuador, Bol. Cien. Techn., 2 (3): 1-75.
131. Stevenson, M. R., and B. Wyatt. 1973. STD measurements off the Oregon coast, August 1972. Univ. of Wash., Report 9, Ref. M73-28. 77 pp.
 132. Joseph, James. 1973. La Commission Inter-Americaine du Thon Tropical (I. A. T. T. C.). La Peche Maritime, Juin 1973: 452-453.

THE FISHERY IN 1973

RESUME

During 1973 vessels of 14 nations (Bermuda, Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, France, Japan, Mexico, Netherlands Antilles, Panama, Peru, Spain, U. S. A. and Venezuela) fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. These vessels captured primarily yellowfin and skipjack tuna, along with small quantities of other tunas. The three primary types of gear used to make the catches, in order of importance, were purse seine, pole and line and longline.

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

At its 21st meeting, held in March 1969, the Commission implemented a 3-year experimental fishing program designed to ascertain empirically the average maximum sustainable yield of yellowfin from the CYRA. The experimental program called for an annual catch of 120,000 short* tons of yellowfin to be taken in 1969, 1970 and 1971. On the basis of the apparently successful progress of the 3-year experimental program the Commission continued the program during 1972. A quota of 120,000 tons, with a provision for increasing this amount by two successive increments of 10,000 tons each, was established.

At its 28th meeting, held in December 1972, the Commission expressed again its desire to continue the experimental management program. It established a quota of 130,000 tons of yellowfin, and made provisions for increasing this amount by three successive increments of 10,000 tons each if such action would afford no substantial danger to the stock. The Commission also again established a special allowance of 6,000 tons for small vessels, a 15% incidental catch allowance, and a 6,000 ton allowance for newly-constructed vessels of countries which met certain criteria as outlined in its resolution for the conservation of yellowfin tuna.

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

From 1965 through 1972 the aggregate capacity of the international fleet fishing for tuna in the CYRA increased from about 46,000 to 116,000 tons, and by the end of 1973 this had increased to 138,000 tons. During 1973 this fleet captured 175,888 tons of yellowfin and 47,443 tons of skipjack from the CYRA. The catch of yellowfin, the largest taken from the CYRA in the history of the fishery, exceeded the desired quota of 160,000 tons for 1973 by more than 15,000 tons. This overage was due primarily to error in estimating 1) the tonnage of yellowfin that would be taken during the last unregulated trips of the season and 2) the catches resulting from the special allocations. The 1973 skipjack catch, on the other hand, was about 12,000 tons greater than that of 1972, but nearly 20,000 tons below the average catch during the previous 5 years. In addition to the catch from the CYRA, purse-seine vessels from five nations fishing west of the CYRA and east of 150°W caught 49,882 tons of yellowfin, 1,443 tons of skipjack and 141 tons of bigeye. Also in 1973 about 32 vessels which had participated in the CYRA fished in the Atlantic Ocean and caught 3,952 tons of yellowfin and 24,108 tons of skipjack.

As required by Commission resolution, unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CYRA is terminated at such time as the amount of yellowfin already taken, plus the expected catch by vessels which are in port or at sea with permission to fish without restriction, reaches the quota for the year, minus the portion reserved for the 15% incidental catch and special allocations for small boats and newly constructed vessels. The closure date during 1973 was at 0001 hours on March 8. The corresponding dates from 1966 through 1972 were September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969, March 23, 1970, April 9, 1971 and March 5, 1972.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

The annual catches (the amounts captured by tuna vessels during the calendar year regardless of the year of unloading) of yellowfin and skipjack tunas from the CYRA during 1968-1973 are shown in Table 1 and Figure 2. The preliminary estimate of the yellowfin catch in 1973 is 351.8 million pounds (175,883 tons), the highest catch ever made in the CYRA. This catch is 47.1 million pounds greater than the 1972 catch and 92.0 million pounds greater than the average annual catch during the previous 5 years. Included in this catch are 21.3 million pounds (10,666 tons) captured in the experimental area (E-1) (Fig. 1). Yellowfin fishing was allowed in this area on an experimental basis during the 1973 closed season for yellowfin in hopes that it would induce exploration of this unexploited region and thus perhaps provide information concerning the yellowfin and skipjack found there. The tuna vessels entered this area during the early months of 1973 because inclement weather was restricting fishing operations in the major fishing areas to the north. These vessels captured about 5,768 tons of yellowfin in this area during trips in the non-regulated season and some 4,898 tons of yellowfin during regulated trips. The preliminary estimate

of the 1973 skipjack catch from the CYRA is 94.9 million pounds (47,443 tons), which is 23.5 million pounds greater than the 1972 catch but 43.9 million pounds below the average catch during the previous 5 years. The 1973 catch of skipjack in the CYRA includes 1,388 tons captured in the area E-1, of which 931 tons were taken during non-regulated fishing trips and 457 during regulated trips. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1973 was 446.7 million pounds (223,331 tons), which is 53.4 million pounds above the 1972 catch and 48.1 million pounds above the average catch of the combined species during the previous 5 years.

In addition to the catch from within the CYRA, purse-seine vessels from five nations (Canada, Mexico, Netherlands Antilles, Panama and the United States) fished west of CYRA but east of 150°W. The catch from outside the CYRA area was 99.8 million pounds (49,882 tons) of yellowfin, 2.9 million pounds (1,443 tons) of skipjack and 0.3 million pounds (141 tons) of bigeye. U. S.-flag seiners captured about 97.3% of the tunas taken in this area. The above catches from outside the CYRA do not include catches by longline vessels. The catch of yellowfin and skipjack from the CYRA by flag of vessel, in terms of percent of the total catch during 1973, was as follows:

<u>FLAG</u>	<u>YELLOWFIN</u>	<u>SKIPJACK</u>
Canada ✓	3.9	6.9
Ecuador ✓	2.7	10.2
Japan ✓	1.0	0.9
Mexico ✓	8.1	5.6
Panama ✓	3.2	5.0
Peru ✓	0.9	5.0
U. S. A. ✓	72.5	62.3
Bermuda, Colombia, Costa Rica, France, Netherlands Antilles , Spain and Venezuela ✓	7.7	4.1

The 1°-areas within and outside the CYRA that were fished by purse seiners during 1973 are shown in Figures 3 and 4. In Figure 3 are shown the areas which produced yellowfin during non-regulated trips inside the CYRA, in E-1 during non-regulated and regulated trips, and outside the CYRA during regulated trips. The major yellowfin catches during 1973 were made in the area off Colombia, Panama and Costa Rica. Purse-seine logbook records show that the 22 1°-areas in this fishing area, shown as solid shading in Figure 3, produced about 49,392 tons of yellowfin and 8,552 tons of skipjack, which is about 26% of the annual yellowfin and skipjack catch from the CYRA. The yellowfin catch from outside the CYRA was concentrated, as in previous years, between 120°-125°W, but during 1973 the fishery expanded slightly northward and southward near 120°W.

About 21% of the yellowfin and about 41% of the skipjack captured outside the CYRA was logged as being taken between 120°-121°W.

The catch of skipjack by seiners during all fishing trips in 1973 for which the Commission has logbook data is shown by 1°-areas in Figure 4. Skipjack production was very restricted north of 10°N; the catches in this area were probably the smallest in the history of the fishery. The only areas which produced substantial catches were those between Colombia and Costa Rica, which was also the major yellowfin area in 1973, and the Gulf of Guayaquil region. It is interesting to note that about 11.5% of the tuna catch from area E-1 was skipjack.

The landings (the amount of tunas unloaded during the calendar year regardless of the year of catch) of yellowfin and skipjack from the CYRA during 1945-1973 are shown in Table 1. The preliminary estimates of the 1973 landings are 352.3 million pounds (176,161 tons) of yellowfin and 93.6 million pounds (46,786 tons) of skipjack. The amount of tunas captured in one calendar year and delivered the next year has been small during the past several years, since in most cases the vessels leave port with empty wells at the start of the new fishing year to take best advantage of the unregulated fishing season. The landings to California ports by U. S.-flag vessels of tunas taken from the CYRA during 1973 amounted to about 76,186 tons of yellowfin and 14,216 tons of skipjack. Of these amounts, about 4.5% of the yellowfin and 45.5% of the skipjack were taken by bait-boats and jig boats, while the remainder was taken by purse-seine vessels. The jig-boat fleet, which is based mainly in California ports, reduced its fishing effort in the yellowfin and skipjack fishing areas during 1973, so that it delivered only about 20 tons of yellowfin and 13 tons of skipjack to California ports during 1973.

The catch of bigeye tuna by the surface-fishing fleets within the CYRA during 1973 is estimated to be about 1,788 tons, very close to that of 1972. Most of the catch was recorded from the Peru-Ecuador region, while minor amounts were captured around the Galapagos Islands.

THE INTERNATIONAL TUNA FLEETS

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

The vessels are classified by size (carrying capacity in short tons) as follows: Class 1, 0-50 short tons; Class 2, 51-100; Class 3, 101-200; Class 4, 201-300; Class 5, 301-400; and Class 6, 401 tons or greater. New vessels are classified according to information given by the owner or builder. Annually, the Commission reviews the landing records of each vessel and

revises the records of fish-carrying capacity if this is indicated. For the small Ecuadorian baitboats and bolicheras the capacity stated by owners or captains is used; if this information is unavailable an estimated capacity of 25 tons is used. The carrying capacities of individual vessels are confidential records of the Commission.

Vessels which sink or are removed from fishing in the CYRA after making one or more landings are included in Commission records of the fleet for that year. Vessels changing flag are listed under the new flag if one or more trips are made under the new flag.

The size of the international fleet of tuna vessels (exclusive of those noted above) which fished in the CYRA during 1965-1973 is listed below:

<u>YEAR</u>	<u>NUMBER OF VESSELS</u>	<u>CAPACITY (SHORT TONS)</u>
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	355	95,229
1972	373	115,737
1973	355	138,152

The tuna fleet during 1973 is shown in Table 3 by flag, gear, size class and carrying capacity. During 1973, vessels from 14 nations operated in the CYRA. Vessels from the Netherlands Antilles and Venezuela entered the fishery for the first time. Vessels from all of the other 12 nations had fished also during 1972. The 1973 tuna fleet (in terms of capacity) was composed of 93.5% seiners, 5.1% baitboats, 0.5% jig boats and 0.9% bolicheras. In terms of number of vessels, seiners made up 56.6% of the fleet, baitboats 29.3%, jig boats 7.9% and bolicheras 6.2%. The fleet capacity in 1973 increased by 22,415 tons over that of 1972. The purse-seine capacity in 1973 was about 21% over that of 1972. The annual increase in fleet capacity is continuing, and several new seiners are expected to enter the fleet during 1974.

REORGANIZATION OF THE CATCH AND EFFORT DATA SYSTEM

A considerable portion of the Tuna Commission's research consists of studies of the effect of the fishery on the abundance of the tropical tunas. Such studies have involved the computation of the following basic statistics: current catch at weekly intervals; catches by species, area, country of registry and country of landing; catch per day's fishing and catch per day's absence; catch per set and successful set ratios; and characteristics of the vessels of the international fleet. The basic types of information routinely collected to assist the staff in preparing these statistics are as follows:

1. Characteristics of each vessel in the international fleet (country of registry, capacity, gear type, dimensions of net, etc.)
2. Estimated catch of vessels which are currently at sea
3. Hailed catches of the vessels which are arriving in port to unload
4. Weights of fish unloaded at the canneries and freezer vessels
5. Daily activities of the vessels obtained from their logbooks

The Commission has for many years used automatic data processing equipment to summarize and make preliminary calculations for these reports. The system now used has been developed and updated as the computer systems available to the Commission have been modernized. The weekly catch reports are maintained almost entirely by desk calculators. The annual catch statistics have been maintained by hand and summarized by computer at the end of the year. The catch and effort reports and the single-set studies have involved greater use of computers for summarization, but the logbook data require considerable hand processing and preparation before a computer is used to process the individual vessel records. A portion of the logbook data, such as time sets were begun and ended, sea-surface temperatures, weather conditions, reasons for not fishing, arrivals and departures from ports, etc., have not been incorporated into either of these systems.

During 1973 the staff made major plans to renovate and update the data system to make better use of the Burroughs 6700 computer at the University of California at San Diego. A system is being designed so that all five types of information collected can be entered directly into the computer for complete processing.

The development of the system has been divided into three phases. By late 1973, the weights of fish landed were prepared and keypunched for 1970-1973. The computer program has been tested using 1973 data to summarize the landings, catches and catch rates by country of registry, gear, species, and a variety of tuna vessel characteristics. During 1974 the system will be expanded to include the at-sea information and in-port hauls, making it possible for the computer program to prepare the weekly catch statistics. The third phase in the development will be the expansion of the system to include the daily activities of the vessels, obtained from the logbooks. We anticipate that the use of this system will make the compilation of the current standard reports more efficient, and will make feasible studies which to the present could not be conducted due to the inaccessibility of the data.

RESEARCH IN 1973

SUCCESS OF FISHING, ABUNDANCE OF TUNAS AND POPULATION DYNAMICS

Recent trends in the catch per standard day's fishing

The Commission uses the catch per standard day's fishing (CPSDF) as an index of the relative apparent abundance of the tunas. The data with

which the CPSDF is computed are collected from logbook records from most of the vessels fishing for tuna in the eastern Pacific Ocean. Since 1960, the major share of the yellowfin and, since 1961, the major share of the skipjack has been captured by purse-seine vessels, which cover the fishing areas more completely than do other types of vessels. Therefore trends in the CPSDF are examined for data from these vessels. The CPSDF is influenced to some degree by temporal and spatial changes in the availability and catchability of the fish, as well as variability in the behavior of the fishermen, but it does, nevertheless, serve as a reasonably good index of relative apparent abundance.

The CPSDF for yellowfin and skipjack by months for 1960-1973 is shown in Figures 5 and 6. The indices are standardized to Class-3 purse-seine days.

Yellowfin CPSDF

For 1960-1965 there was no restriction on yellowfin fishing. Starting in 1966 when regulations were put into effect, only data from unregulated trips were used to compute the CPSDF and, since 1962, the CPSDF has been adjusted for changes in the successful set ratio. The annual estimates of CPSDF are represented by solid horizontal lines.

The yellowfin CPSDF was highest, for the period of years shown, in early 1960. Following heavy fishing pressure it declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962, when it reached the lowest point of the series of years shown. The CPSDF remained low in 1963, but the fishing effort decreased and the catch was lower than the equilibrium catch. As a result the stock size apparently increased, as reflected by the increase in CPSDF in the early part of 1964. In the latter half of 1964 the CPSDF declined to a level not greatly above that of mid-1963. Effort and catch increased substantially in 1964, and the CPSDF in 1965 dropped to a level just slightly above that of 1962-1963. In 1966, the first year of regulation, the CPSDF began to increase, and this upward trend continued in 1967 and 1968. In 1968, 1969 and 1970 the CPSDF remained fairly constant at a high level; this was followed by a sharp decline in 1971. In 1972 the CPSDF increased sharply over the previous year and remained near the 1968-1970 level for the first 4 months of the year. In 1973 the CPSDF was much lower in the first 2 months of the year than it had been in the 1968-1972 period, but the index increased sharply in March and April and remained high through May, by which time most unregulated trips had been completed. The annual CPSDF for 1973 falls about mid-way between those of 1971 and 1972.

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

Therefore it is likely that the annual abundance is overestimated in the regulated years, as compared with the years before regulation. To examine this we have computed the CPSDF for the first 4 months of each year; these are shown as the horizontal dashed lines in Figure 5. The January-April values for the CPSDF are substantially higher than the annual CPSDF in the unregulated years, 1960-1965. In the regulated years the two measures of CPSDF are much closer together, and in 1969 and 1973 the annual value was slightly higher than the 4-month values. The 4-month and the annual CPSDF demonstrate the same trends over the 14-year period.

Skipjack CPSDF

The monthly CPSDF of skipjack is shown in Figure 6 for 1960-1973. Since 1966 the data from regulated and unregulated trips have been combined to compute the index.

In the area north of 15°N (Fig. 6, upper panel) the CPSDF is typically very low in the first part of the year, with the highest values occurring in the late summer and early fall. In 1973 the CPSDF was very low all year long. On an annual basis the CPSDF in 1973 was the lowest since 1961.

The CPSDF for skipjack in the area south of 15°N is shown in the middle panel of Figure 6. In the south, although there has been less of a seasonal pattern than in the north, the higher values have tended to occur in the middle of the year. In 1973 the CPSDF was low all year, with the exception of May and June. A second peak occurred in November, but this was at a very low level of effort and catch. On an annual basis the CPSDF for 1973 was higher than that of 1972, but was one of the three lowest for the years of the series.

The fluctuations in apparent abundance for the entire CYRA (lower panel, Fig. 6) conform quite closely, in most years, to those in the southern area because the catch there is usually much larger than in the north. This was especially true in 1973, as can be seen by comparing the CPSDF in the middle and lower panels of Figure 6. On an annual basis the CPSDF for 1973 was the third lowest in the 1960-1973 period.

The annual values of catch per unit of effort for skipjack in the CYRA were plotted against the catches per unit of effort for December, for November-December, and for October-December of the preceding year to determine whether the indices of abundance at the end of a year have any predictive value for the following year. For the first attempt data for the entire CYRA were used; subareas will be examined subsequently. Only the data since 1956 were used, as the earlier data are not compiled by months. The baitboat data showed no significant correlations, but the effort in the 1-, 2- and 3-months periods was judged insufficient in most years to obtain reliable estimates of abundance. Significant correlations were not found for

the seiner data either; after 1966 in some years there was very little effort in December because most of the large seiners were fishing outside the CYRA or in port preparing for the opening of the season. Landings by small Ecuadorian baitboats that fish mostly for skipjack were also examined for the period 1958-72, but no significant correlations were found.

Standardization of fishing effort

The problem of modifying the presently-used method of standardizing fishing effort of different sizes of vessels was discussed in the Commission's 1972 annual report. These investigations were continued in 1973. To briefly summarize, the problem lies with the change in size composition of the purse-seine fleet. When investigations began on standardizing fishing effort in the early 1950's, most of the purse seiners were in Class 3 (101-200 tons carrying capacity); therefore, this class was selected as the standard size class. It was fairly representative of the fleet for many years. In recent years, however, the size composition of the fleet has changed drastically; a flood of new vessels has entered the fishery, almost all of which fall into Class 6 (401+ tons carrying capacity). Since most of the new vessels range in carrying capacity from about 500 tons to over 2,000 tons, it was decided to divide Class 6 into several new size classes and to select a new standard size class from among them.

The old Class 6 was divided into new size classes as follows: Class 6, 401-600; Class 7, 601-800; Class 8, 801-1000; Class 9, 1001-1200; and Class 10, 1201 and greater. Class 7 was tentatively selected as the new standard size class because the yellowfin catch per day's fishing, over the years studied, did not increase with increase in size of vessel above that of Class 7. Also, vessels of this class have been present in the fishery since 1962, and there are so many new vessels in this class that the number of vessels in Class 7 should not diminish greatly for many years.

The yellowfin catch per day's fishing for individual size classes for 1960-1972 is shown in Figure 7. The catch per day's fishing of the smaller vessels, Classes 3, 4 and 5 (Fig. 7, upper panel), is fairly close in most years, and the changes from year-to-year are moderate except for Classes 4 and 5 between 1960 and 1961. There appears to be a sharp increase in efficiency of the Class-6 and -7 vessels between 1967 and 1968 (Fig. 7, lower panel). This was at a time when new vessels started entering this size class and these vessels began to exploit tuna associated with porpoises far offshore. In the early 1960's the larger vessels fished mainly inshore south of 10°N. Because of these changes the catch per day's fishing of Class 6 and 7 may not be comparable between the early and late 1960's.

Size-class efficiency factors, using the geometric mean of the ratio to the standard class (7) method, were calculated for Classes 3 through 10 for 1962-1972. Because of the apparent change in efficiency of the vessels of the standard size class in 1967-1968, it was decided to use the average of

the 1969-1972 efficiency factors to standardize the fishing effort of Classes 3 through 6 for 1960-1968. For 1969-1972 the annual size-class efficiency factors for each size class were used. The results are shown in Figure 8, where the catch per standard day's fishing (CPSDF) for yellowfin, standardized to Class 7, is compared to the CPSDF standardized to purse-seine Class 3 (the old standard class). In all years the CPSDF, in Class-7 units, is higher than the CPSDF in Class-3 units, as was to be expected. The CPSDF, in Class-7 units, shows a much sharper increase in the period 1967-1968 than does the CPSDF standardized to Class 3; however, the drop in CPSDF for Class-7 units in 1971 is much steeper than for the CPSDF in Class-3 units. The CPSDF for 1972, in Class-3 units, is 5.97, which indicates that the apparent abundance is about midway between what it was in 1960 (7.99) and 1961 (4.83). The CPSDF for 1972 in Class-7 units is 9.31 which indicates that the apparent abundance is slightly lower in 1972 than it was in 1961 (10.00).

These investigations are continuing, and other methods of standardization are being investigated. The variation in catch per day's fishing of individual vessels within size classes will also be investigated.

Bluefin tuna

The northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) occurs seasonally off Mexico and the United States, where it supports a significant fishery during the summer and early fall for purse-seine vessels of a number of nations. Catches have ranged between 4,000 and 17,000 tons during recent years.

The bluefin caught in the eastern Pacific are apparently only a portion of a larger population which migrates across the Pacific Ocean. A number of bluefin tagged off Mexico and Southern California have been recovered subsequently off Japan and vice versa.

During their first few years of life bluefin support sizeable surface fisheries around Japan and Taiwan. These fish are apparently from the same population which supports the surface fishery in the eastern Pacific, which also depends upon relatively young fish. As they become older and larger the fish are caught in the longline fishery of the northwestern Pacific Ocean. At one time the longline fishery for this species was of considerable importance, but in recent years the catches have declined to very low levels. Thus the total catch of bluefin taken by the three fisheries has declined. It is important to determine whether this decline is related to exploitation by man or to trends in natural abundance. In the eastern Pacific fishery the catch history reveals considerable fluctuations, but these so far cannot be related to the effects of fishing or environmental conditions.

Because of the importance of this international fishery, a preliminary investigation of the dynamics of bluefin has been initiated. The staff has collected logbook records since 1952 on the activities of vessels fishing for

bluefin. These records are being examined in an attempt to estimate fishing effort and to formulate indices of bluefin abundance. Market sampling was commenced on a limited scale during 1973, but will be intensified in the future. These data will be used to study the size composition of the catch and to examine year-class strength, among other things.

The Commission staff has also initiated studies of the distribution and abundance of bluefin tuna larvae. The results of these studies will be used to examine possible relationship between environmental factors in the spawning area and fluctuations in year-class abundance. The same techniques which are being used for our skipjack studies of this type are being used for bluefin.

Gross earnings per ton of carrying capacity and per vessel for purse seiners of different size classes

In past and continuing studies the Commission staff has investigated the efficiency of different size classes of tuna vessels by comparing their catches per day's fishing and per day's absence. These studies have been aimed primarily at obtaining efficiency factors for each size class which are used to standardize fishing effort and thus increase the precision of our measure of catch per unit of effort. Another way to compare performance of different size classes, and one more suited to comparing economic efficiency, is to compute the catch per ton of carrying capacity (CPTCC) for each size class.

The data used for this study were the landings of California- and Puerto Rico-based purse seiners for 1963-1973. These vessels were divided into size classes, based on carrying capacity of tunas, as follows: Class 3, 101-200 tons; Class 4, 201-300 tons; Class 5, 301-400 tons; Class 6, 401-600 tons; Class 7, 601-800 tons; Class 8, 801-1000 tons; Class 9, 1001-1200 tons; Class 10, 1201 tons and over.

To calculate the CPTCC for each size class, the total catches of each species from all sources, *i.e.* non-regulated trips in the CYRA, regulated trips in the CYRA, trips in the Pacific outside the CYRA, and trips in the Atlantic, were divided by the total carrying capacities of each size class for each year.

The results are shown in the upper panel of Table 5. In all but 3 years Class 3 had the highest CPTCC of all size classes. The CPTCC of Classes 6 and 7 increased between 1965 and 1967, and the CPTCC of Class 7 continued to increase at a lesser rate through 1971 and has declined since. The trend of the CPTCC has been downward since 1968 for all size classes except 3 and 7, however, there are not enough years of data for Classes 9 and 10 to analyze annual fluctuations.

The CPTCC for each species was then multiplied by the dollars per ton paid for each species to obtain estimates of the average gross earnings

per ton of carrying capacity for each size class and year. The results are shown in Figure 9 and in the middle panel of Table 5 (Classes 3, 4, and 5 have been combined in the figure). The average gross earnings per ton of capacity of the smaller vessels (Classes 3, 4 and 5) have remained fairly constant since 1966. The gross earnings per ton of capacity of Classes 6 and 7 were lower than those of the smaller vessels until 1968-1969. There was a steady upward trend in gross earnings per ton for Class 6 until 1971 and for Class 7 until 1972. The gross earnings per ton of capacity for Classes 8, 9 and 10 have tended to be lower than those of the smaller size classes over the limited series of years for which data are available for these size classes.

The gross earnings per ton of capacity for each size class were multiplied by the average capacity per vessel for the size class to obtain an estimate of the average gross earnings per vessel. The results are shown in the lower part of Table 5 and in Figure 10 (Classes 3, 4 and 5) are combined in the figure). The average gross earnings per vessel increase with vessel size up to Class 8. The average gross earnings for vessels of Classes 7, 8 and 9 have been very close for the years 1970-73. The average gross earnings for Class-10 vessels were substantially higher than those of vessels in all other size classes in 1971, 1972 and 1973, the only years for which data are available for Class-10 vessels.

Biomass indices from purse-seine observations

Development of biomass indices for yellowfin and skipjack tuna from purse-seine fishing records is complete. The procedure attempts to account for changes in efficiency of the fleet, variations in available search time due to changes in tuna abundance and associated time spent in sets, and spatio-temporal variations in tuna distribution. Analysis of records from 1960-1971 has been completed, and a manuscript reporting the methodology and application has been reviewed by outside experts. Preliminary analysis of more recent records has been completed for the 1972 fishing season. A brief summary of major findings follows:

- 1) Class-3 and Class-6 vessels have increased cruising speed over the period, thereby increasing their searching power.
- 2) The probability of setting successfully on sighted porpoise schools and perhaps mixed school fish has increased among all size classes of vessels.
- 3) The time required to bring catches on board has been reduced by all size classes.
- 4) Class-3 and perhaps Class-4 vessels stop to capture smaller schools than Class-5 and Class-6 vessels. Class-5 and Class-6 vessels do not appear to select differentially for school size between themselves.

- 5) Class-6 vessels retain a greater proportion of schools successfully set upon than Class-5 vessels in recent years. Class-6 vessels began as inferior to Class-5 vessels in this regard but have improved over the years. Class-6 vessels are probably more effective than Class-3 and Class-4 vessels, but the difference in strategy among the size classes makes absolute comparison impossible. However, it does appear that Class 3, 4, and 5 have been static in relation to one another in proportion of schools retained, while Class 6 has improved.
- 6) Yellowfin abundance was greatest in 1960, declined rapidly over the next 2 years, and remained at a low level until it began to recover around 1967. It reached a maximum in 1968 and on the average declined thereafter.
- 7) Skipjack abundance was indexed in three subareas. In the north, abundance increased during the early years, and fluctuated at a low level thereafter. In the south, the Gulf of Guayaquil exhibited a general decline, interrupted by three major increases in 1961, 1963 and 1967. The decline in average annual biomass was due to intensification of the fishery, and need not reflect decreased recruitment. Abundance in the central region was low in all years.

Computer simulation studies

TUNPOP, a computer simulation model of the yellowfin tuna population and the surface fishery of the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), was briefly described in the Commission's 1972 annual report. The basic structure of the model was not changed in 1973, but it was used in some additional facets of the Commission's research.

The model consists of the following constants and variables: recruitment, growth, mortality (fishing, natural and total), vulnerability (catchability), availability and effort.

Two groups of fish, X and Y, are recruited to the fishery each year, the former during the first half of the year and the latter during the second half of the year. From length-at-age data, length-frequency data for 1966-1971 were converted to age-frequency data (including X and Y groups). Then, with the aid of catch data, the quarterly catches, in numbers of fish, of each age group were estimated. Assuming the availability, ρ , to be equal to 1, the Murphy method was used with the catch data and corresponding effort data to estimate the recruitment of each year class (divided into X and Y groups) and the coefficients of annual total mortality, Z , during each quarter for each year class and group. The coefficient of annual natural mortality, M , is assumed to be 0.8, and subtraction of this from the estimate of Z gives an estimate of the coefficients of annual fishing mortality, F , during each quarter for each year class and group. Division of the estimates

of F by the corresponding values of fishing effort gives estimates of the coefficients of catchability, q .

For the computer simulations the estimates of the constants and variables were combined in various ways to obtain estimates of the catches in numbers and weight and the average weights of fish in the catches for comparison with the actual values. In these simulations the recruitment was assumed to be knife-edge, the fish of the X group appearing at the beginning of the first quarter at 40 cm and those of the Y group appearing at the same length at the beginning of the third quarter. Estimates of 1 and 0.8 were still used for ρ and M , respectively.

For the first simulation the mean age-specific values (*i.e.* averaged for the six year classes) of q for the X and Y groups were used in combination with the individual observed values of fishing effort to produce quarterly estimates of age-specific F . For the second simulation mean age-specific values of F were used. The catches in numbers and in weight and the average weights of the fish in the catches are shown in Figures 11, 12 and 13. For the catches in numbers and in weight the second simulation produced results closer to the observed values, but for the average weights of fish in the catch the first simulation produced better results. From the output of these simulations it appears that to improve the model, better estimates of the effort for yellowfin must be obtained, *i.e.* a better method for partitioning yellowfin and skipjack effort must be developed, and time- and age-specific availability factors must be incorporated into the model.

Secondly, an analysis was performed to estimate the sensitivity of the model output to systematic changes in input parameters and independent variables. Three output variables were used, annual catch in numbers, annual catch in weight, and annual average weight of the fish in the catch. The results of the analysis are presented in Table 6. In the general vicinity of the values of the model input variables and parameters used in Simulation 2, the output, in particular the catch in weight, is much more sensitive to changes in recruitment, natural mortality and availability than it is to changes for a similar magnitude in age-specific catchability or fishing effort. For instance, a 10% decrease in availability produces a 17% greater decrease in catch in terms of weight than does a 10% decrease in fishing effort. Also, a 10% change in natural mortality produces a change greater than 10% in the catch in weight. Finally, in the vicinity of the values of the model input values and parameters used in Simulation 2, the catch is more sensitive to changes in catchability of 3-year-old fish than of those of any other age group.

Thirdly, TUNPOP was used to investigate further several hypotheses concerning the basic structure of the yellowfin tuna population and its effects on development of the fishery during the past 10 years. This work is described in a later section of this report (page 51).

Fourthly, TUNPOP was employed in a multiple sub-population (X and Y groups) yield-per-recruitment analysis which indicated that under the average age-specific fishing mortality rates estimated to be in operation on X and Y cohorts recruited between 1966 and 1971, the yield per recruitment of yellowfin tuna could not be significantly increased in the CYRA simply by increasing the fishing effort. To increase the yield per recruitment a significant change in age-specific fishing mortality would have to take place, *i.e.* the catch of smaller fish would have to be reduced.

Finally, TUNPOP was used as the basis for a model which simulates the theoretical flow of energy through the yellowfin population in the eastern Pacific. This was accomplished by coupling the population simulator of TUNPOP with energetics parameters in the form of empirical relations with best-guess estimates for energy-consuming processes, resulting in the simulator ENSIM. This is a model of the exploited population of yellowfin within the size range of 40 to 145 cm, encompassing at least 92% of the catch in the CYRA during the 1964 to 1972 period. The energetics relations for growth, metabolic stasis, and swimming for the purpose of feeding and respiration were obtained from published and unpublished estimates. A manuscript describing these relations is in preparation.

The three processes, growth, metabolic stasis and swimming, represent the continuous demand processes in the biology of tunas. Spawning and migration are poorly understood from the standpoint of energy consumption in tunas, and have therefore been omitted from the energy simulation. This limits the energy utilization estimates to minimum daily expenditures. These energy expenditures are size-related functions. The energy expended in calories is converted to mass of food in terms of the percent body weight of the fish consumed per day. In Figure 14 are shown the results of these conversions as a function of length. The values for the smaller sizes (below 60 cm) compare well with the amounts of food required by tuna-like fishes held in large live tanks by the NMFS in Honolulu. In Figure 15 are shown estimates obtained by ENSIM of the average annual biomass of the exploited population during the 1964-1972 period. It can be seen that the biomass estimates have increased from the early period and have remained relatively stable during the later years. In Figure 16 are shown the energy expenditure estimates of the biomass in Figure 15.

These minimal estimates of energy utilization can be used as rough checks on the estimates of biomass in the population. There are sufficient data on the primary productivity from various oceanographic cruises so that the energetic model output can be checked against the available energy resources to see that there is no great discrepancy between the available calories and the minimum expenditure requirements. There are certainly many species comprising a significant biomass competing with the yellowfin for the forage, so any very close relation between available calories and the simulated energy consumption would probably indicate an overestimate

of the biomass of yellowfin in the CYRA. The primary productivity in the CYRA averages approximately 2,340 calories per square meter per day. The standing stock of forage is equivalent to approximately 1,200 calories per square meter. These values represent the available calories in the water column down to about 200 meters. The estimate of the average biomass of the unexploited yellowfin population (before fishing was instigated) from ENSIM is nearly 600,000 metric tons. If this biomass consumes the equivalent of 10% of its mass per day, the average caloric requirements per meter square in the CYRA would be approximately 4.25 calories. This value is small as compared to either the primary productivity or forage caloric values. The major question presenting itself is the turnover rates from primary productivity calories to forage of tuna on a continuous basis. No good estimates are available for these processes to date.

Development of models of the nature of the two described, TUNPOP and ENSIM, is a step toward developing testable hypotheses in studies of complex problems, as exemplified by the yellowfin tuna fishery and its management. The models are used to evaluate, comparatively, the relative rates of exploitation of the stocks while the effort and population size are changing. The interpretation of the results of the modeling is speculative, but they are useful for better understanding effects such as those of changes in fishing effort on the size of the stock and the average size of the fish in the catch. Thus such modelling techniques are powerful tools for fisheries management.

Computer programs

During 1973 a series of programs dealing with statistics and population dynamics was adapted to the Burroughs 6700 computer which the Commission uses through contractual arrangements with the University of California at San Diego. Commission personnel also began preparation of a computer program manual to acquaint interested researchers with techniques of statistical analysis being used by the Commission and instructions concerning the use of the programs. This will largely replace the original manual, prepared in 1966, which has become partially obsolete. The programs were adapted from various sources and were chosen for their applicability to fisheries. Some of the programs deal with statistical analysis such as analysis of variance, sum of squares of simultaneous test procedure, Student-Newman-Keul's test, test of homogeneity of variance, and Tukey's test of non-additivity. The population dynamics programs deal with sampling, growth, efficiency and abundance, survival, mortality and exploitation, and production models.

VITAL STATISTICS, MIGRATIONS AND POPULATION STRUCTURE

Size composition of the 1973 commercial catch

Length-frequency samples of yellowfin and skipjack have been collected by the Commission from the landings of baitboats and purse-seiners

since 1954. Information obtained from these samples has been used to make estimates of growth rate, mortality, yield-per-recruit and year-class abundance. The results of these studies have been reported on in several Commission bulletins and in previous annual reports.

In 1973, 334 length-frequency samples of yellowfin and 129 samples of skipjack were measured from catches landed in California, Puerto Rico, Peru and Ecuador. Annual length-frequency distributions of yellowfin caught in the CYRA during 1968-1973 are shown in Figure 17. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin in the CYRA for 1973 is 28.3 lb. This is 9.5 lb less than the average weight for 1972 and 0.6 lb more than the average weight for 1971.

In 1973, as in previous years, there was an increase in the average size of the fish with increasing distance off-shore. This is illustrated in Figure 18. The upper two panels show the length-frequency distributions of yellowfin caught in areas 4 and 5 and areas 24 and 25, the inshore and off-shore portions of the central region (between 5°N and 20°N) of the CYRA. (The sampling areas are shown in Figure 19). The lower two panels of Figure 18 show the length-frequency distributions of yellowfin caught in the experimental area (see Fig. 1) to the west of the Galapagos Islands and in the area to the west of the CYRA boundary. The average weight of yellowfin in areas 4 and 5 was 24.5 lb, as compared to 61.0 lb in areas 24 and 25, a difference of 36.2 lb. In previous years the difference in average weight of yellowfin in the two areas was in the range of 5 to 20 lb. The average weight of yellowfin caught to the west of the CYRA (Fig. 18, bottom panel) was 86.3 lb, the highest average weight that has occurred since this area was first fished in 1968. The average weight in previous years ranged from 58.6 lb to 75.7 lb. The average weight of yellowfin from the experimental area west of the Galapagos Islands (Fig. 18, third panel) was 56.2 lb.

The annual length-frequency distributions of all skipjack samples measured from the eastern Pacific Ocean for 1968-1973 are shown in Figure 20. The preliminary estimate of the average weight of skipjack for 1973 is 8.0 lb, very close to the average weights for 1971 (8.7 lb) and 1972 (8.8 lb).

Growth of yellowfin based on modal progressions

In an attempt to define more precisely the parameters of growth of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean another study of length-frequency data has been initiated. Preliminary estimates of the rates of growth have been made by following modal progressions of monthly length-frequency distribution for 1963 through the first half of 1973. The data have been analyzed from a more conservative viewpoint than in previous investigations.

The result of a rather strict selection of data is that only about one-quarter of the modes were available for analysis, but hopefully more confidence can be placed in the conclusions. Indeed, many of the progressions seem to be remarkably linear. The modes used ranged from 49 cm to 136 cm. The number of modes in the progressions ranged from 4 to 13 and the total number of progressions was 58.

Because of the small number of progressions in some of the sampling areas, adjacent areas were combined, after first determining that the mean slopes did not differ greatly. Three main areas resulted: one in the north off the Mexican Coast, the Revillagigedo Islands, and outside the CYRA (mostly between 5° and 15°N); one in the central area off Central America; and one in the south off Peru-Ecuador and the Galapagos Islands. A common slope, or growth rate, was estimated for each main area. The results were as follows:

Main areas	Number of modes	Mean length (cm)	Growth (cm/mo)	95% confidence limits (cm/mo)	
Northern	132	86	3.59	3.49	3.60
Central	112	96	3.04	2.94	3.14
Southern	75	82	4.26	4.11	4.41

The slopes are significantly different, as the 95% confidence limits do not overlap.

It could be argued that the differences in slope are related to mean length differences, because of decreasing growth with size according to the von Bertalanffy growth curve. In an attempt to minimize the mean length differences the slopes were recalculated, excluding all modes less than 80 cm and greater than 120 cm. The slopes remained almost identical, but the mean sizes ranged only from 94 to 101 cm and these differences are considered inconsequential. Since half the data were excluded the confidence limits were broader, and almost overlapped. If the slopes given in the table above actually reflect growth, then this analysis suggests that only a minor portion of the differences are considered to be due to size differences. The remainder, therefore, could be caused by environmental factors such as temperature or food availability or could be due to genetic differences among the areas if such differences exist, or to some combination of these.

Before firm conclusions can be drawn from these preliminary analyses, the data will be subjected to more rigorous statistical analysis. Similar length-frequency data which are available for the period prior to 1963 will be analyzed in the same manner. The results from all of these analyses will be compared with growth estimates from other analyses of modal progressions and tagging data, as well as population information from tagging, morphometric and serological studies.

Schooling habits of yellowfin

In order to better understand the schooling of yellowfin as it relates to variation in fish size within and among schools, Commission personnel are analyzing the size-composition data for the 1969-1970 period, based on samples taken from vessel wells containing fish from single sets and from several sets taken from a single 1°-area.

Consideration was given to two types of possible bias, differences among size classes of vessels and differences among samplers. No effect of vessel size class upon the size composition of the fish in the samples was observed. Some differences among samplers were observed when the fish in the sample were mostly large, but not when they were mostly small. This points out the possibility of error in studies of fish size in which older age groups are included.

The samples were divided into two categories: 1) yellowfin from non-porpoise schools, termed "school fish" (this classification was further divided into schools of pure yellowfin and schools of yellowfin mixed with other species); and 2) yellowfin schools associated with porpoises, termed "porpoise fish."

Sets of school fish are usually made closer to shore than are those made on porpoise fish. The fish in the former types of schools tend to be smaller and more homogeneous in size than those in the latter. The average size of the fish and the homogeneity in size distribution among and within sets varies according to area and time, however, for both types of school. Attempts are being made to relate these variations to movements of the fish and sea-surface temperatures.

Consideration is being given to the possibility of increasing the number of fish in samples taken from schools associated with porpoises so as to have more representative samples of these fish. It is believed that larger samples will provide sufficiently more knowledge of the size distribution, schooling habits and growth to justify the additional expense.

Yellowfin population studies

In 1973, the Commission and the Far Seas Fisheries Research Laboratory of Japan began a 2-year cooperative study of yellowfin population dynamics for the ocean-wide Pacific area. In September 1973 a Commission scientist traveled to Japan, where he will remain for a year working with a counterpart Japanese scientist. At the end of the year the two scientists will travel to La Jolla, and work jointly for another year on the project. Special emphasis is to be given to stock identification and interaction between surface (purse seine) and longline fishing.

Initial efforts have been concentrated on a detailed study of length-frequency data from yellowfin taken in the longline fishery, with the hope of clearly delineating regional populations by discovery of regionally large year classes.

Results are preliminary, but it is clear that longline fishing east of 140°W has produced mostly larger yellowfin (modal size about 140 cm), despite the fact that surface fishing clearly demonstrated that fish from 80 to 140 cm were abundant throughout the area. In contrast, in the central Pacific there were two modes, one at 110 cm and the other at about 125 cm.

The occurrence of strong year classes is indicated by the longline catch data, but regionality has not been clearly established.

Tuna tagging

Tagging has been given considerable emphasis during 1969-1973 because of the recent greatly increased fishing intensity 500 to 1,500 miles offshore and the consequent need to know more about the extent of mixing among the fish of different inshore and offshore areas and between the inshore and offshore fish. Because yellowfin are much more heavily exploited than skipjack in the areas of recent heavier fishing, emphasis is being given to this species. Eleven charter cruises and a number of opportunistic cruises have been conducted during this period.

The returns are nearly completed from the tagging cruises conducted prior to 1973. The results to date of those from which returns were received during 1973 are as follows:

Area of release	Date of release	Yellowfin			Skipjack		
		Released	Returned		Released	Returned	
			Prior to 1973	1973		Prior to 1973	1973
Cruise 1055							
(purse seiner <i>Connie Jean</i>)							
Manzanillo	Oct. 1969	436	49	0	1	0	0
Acapulco	Oct.-Nov. 1969	4,734	434	0	29	0	0
10°N-100°W	Nov. 1969	1,714	109	0	5	0	0
10°N-108°W	Nov. 1969	1,636	89	1	197	0	0
Cruise 1063 (purse seiner <i>J. M. Martinac</i>)							
Central America	Jun. 1971	1,790	88	4	0	—	—
Baja California	Jul. 1971	654	66	4	11	1	0
Cruise 1066							
(purse seiner <i>Marco Polo</i>)							
West of Revilla-							
gigedo Islands	Nov. 1971	222	29	5	0	—	—
8°N-105°W	Nov. 1971	2,968	101	4	0	—	—
Cruise 1068 (purse seiner <i>Mary Antoinette</i>)							
9°N-118°W	Jul.-Aug. 1972	3,599	16	13	0	—	—
Revillagigedo Islands	Aug. 1972	215	2	2	0	—	—

The areas of release and recapture of the fish of Cruise 1068 released in the vicinity of 9°N-118°W are shown in Figure 21. The 11 returns from

the areas of release were all from fish recaptured by the tagging vessel within a few days after release. All but three of the returns from outside the CYRA and two of the remaining three returns from inside the CYRA were from fish recaptured in 1973. The four returns from the fish released in the Revillagigedo Islands were all from fish recaptured inside the CYRA.

Two charter cruises were planned for 1973. The first was to be a baitboat cruise off the west coast of Baja California and the second a purse-seine cruise off Central America. The primary purpose of the first cruise was to determine the extent of mixing of the yellowfin off Baja California with those of the recently-exploited offshore areas. Unfortunately, yellowfin fishing was very poor in this area, so the fleet, including the chartered vessel, caught mostly skipjack. Nevertheless several hundred yellowfin were tagged, and it is anticipated that when the returns have all been received the results will be of considerable value in resolving the above question. In addition, fish were tagged at Hurricane Bank and near Clarion Island, where relatively little tagging has taken place in previous years. Also, nearly 2,000 skipjack were tagged off Baja California. The second cruise was undertaken to obtain additional information about the mixing of yellowfin of this area, where few have been tagged in recent years, with those of other areas inside and outside the CYRA. It was hoped that the tagging could take place east of 95°W, but unfortunately fish could not be located in this area, so most of the tagging was conducted somewhere to the west at about 9°N-100°W. Relatively few fish have been tagged in this area too, however, so it is anticipated that the results of this experiment will be of considerable value.

The results to date from these cruises are as follows:

Area of release	Date of release	Yellowfin		Skipjack	
		Released	Returned*	Released	Returned*
Cruise 1070					
(baitboat <i>Santa Anita</i>)					
Hurricane Bank	May-June 1973	390	42	74	4
Clarion Island	June 1973	13	1	0	—
Baja California	June-July 1973	318	66	1,863	466
Cruise 1071					
(purse seiner <i>Marietta</i>)					
West of					
Revillagigedo Islands	Sept. 1973	127	0	1	0
8°N-105°W	Oct.-Nov. 1973	1,079	10	0	—
* preliminary					

The areas of recapture of the yellowfin were as follows: released at Hurricane Bank, 28 at Hurricane Bank, 12 outside the CYRA, and 2 near 20°N-110°W; released at Clarion Island, 1 at Roca Partida; released off Baja California, 61 off Baja California, 4 at Roca Partida, and 1 unknown. For skipjack the areas of recapture were as follows: released at Hurricane Bank, 4 at Hurricane Bank; released off Baja California, 449 off Baja California, 9 at Roca Partida, 4 outside the CYRA, and 4 unknown.

The areas of release and the areas of recapture by month of the skipjack released off Baja California are shown in Figure 22. The northerly migration from about June to September and the southerly migration thereafter have been noted in the results of previous experiments. The movements of the yellowfin released off Baja California were similar.

One of the most interesting aspects of the data is the temporal distributions of the recaptures of the fish released off Baja California and recaptured in the same area, which were as follows:

	June	July	August	September	October	November	December	Unknown
Yellowfin	9	7	5	1	18	14	2	5
Skipjack	66	111	41	49	100	39	1	42

For previous experiments conducted before the fishery was regulated the temporal decline of the returns was much more precipitous (IATTC Bulletin, 13 (1), Table 14, and 15 (4), Table 3). This is at least partly the result of the fact that in 1973 most of the baitboat fleet was in more northern waters fishing for albacore during July, August and September, but then returned to Baja California to fish for tropical tunas in the fall. When fishing effort data for 1973 are available the results can be studied further. The fact that the recaptures did not decrease precipitously during 1973 justifies anticipation of relatively high numbers of returns during the 1974 season.

A paper dealing with materials and methods for tagging purse seine- and baitboat-caught tunas was published in the Commission's bulletin series. A study of the growth rate of yellowfin in the eastern Pacific Ocean based on tagging data was published as an Internal Report.

The first draft of a manuscript dealing with the rates of mortality of tagged yellowfin released in six areas of the eastern Pacific Ocean, the Gulf of California, the Revillagigedo Islands, Mexico-Central America, the Gulf of Panama, the Galapagos Islands, and the area outside the CYRA, was completed. This report and a previous one which treated data for the Baja California and Gulf of Guayaquil areas include all the available tag return data which are sufficient for estimating the rates of mortality of yellowfin in the eastern Pacific Ocean.

The graphs on semilogarithmic paper of the tag returns per unit of effort plotted against time are very irregular; this is apparently caused principally by temporal variation in the vulnerability of the tagged fish to capture. This, in turn, is principally the result of failure of the tagged and untagged fish to mix completely during the periods of recapture of the former, coupled with uneven distribution of the fishing effort with respect to the distribution of the fish. Thus it is not possible to make good estimates of the rates of total, fishing, and natural mortality. The monthly co-

efficient of natural mortality plus tag shedding appears to be less than 0.2, which is the same result obtained in the previous study.

The coefficients of catchability for the Revillagigedo Islands and Mexico-Central American areas were estimated to be 0.73×10^{-3} and 0.23×10^{-3} , respectively. A combined estimate of this coefficient for those two areas, plus the Baja California and Gulf of Guayaquil areas, is 1.30×10^{-4} . Since most of the major fishing areas in the eastern Pacific Ocean exploited prior to the mid-1960's are included, the estimate for the entire area should not be much lower, perhaps about 1.00×10^{-4} .

A live-tank experiment was initiated to determine the amount of tetracycline required to produce a permanent mark on the bones, spines, and scales of Pacific mackerel. If the amount required is sufficiently small a proportional amount could be administered to tunas at the time of tagging to see if permanent marks would be formed on their bones, spines, and scales. Mackerel were chosen for the initial experiments because they are closely related to tunas and because they are small enough to be confined in a live tank, which was made available by the U. S. National Marine Fisheries Service in La Jolla. When a tagged fish which has been so marked is recaptured several months or years after release, tetracycline marks should appear on the hard parts. The portions of the hard parts outside the marks would be the portions formed after the fish was marked. Thus when a number of tagged yellowfin or skipjack marked with tetracycline have been recaptured the results of examination of their hard parts would be useful for evaluating the contention of some scientists that the hard parts can be used to estimate the ages and growth rates of tunas.

Five groups of 10 mackerel each were tagged and injected with concentrations of 10, 20, 50, 100, and 200 mg of tetracycline per kilogram of fish. (The average weight of the fish had previously been determined from the weights of 11 fish which had died to be 656 g.) So far 43 of the fish have been removed from the tank, and autopsies have been performed on 14 of them. Even the smallest dosage of tetracycline used in the experiments can be readily detected with the aid of ultraviolet light. Unfortunately, however, preliminary observations indicate that the tetracycline is stored in the internal organs and gradually conveyed to the hard parts through the blood stream, so the marks may not be usable for the purpose for which they were intended.

Subpopulation studies

A special study of genetic variability of yellowfin was conducted, using 20 fish 40 to 44 cm in length from a single school. Samples of heart, liver, white muscle, red muscle, and eye tissue and of blood were taken from each fish. In addition to serum esterase and transferrins, which have been found in the past to be variable, 14 other enzyme systems were evaluated by electrophoresis and enzyme substrate staining techniques. In general,

the lack of variability of the intermediary metabolic enzymes is remarkable. The results of these studies are summarized in Table 7.

During the 1973 fishing season 12 more samples were obtained for use in concomitant genetic and morphometric studies. The genetic analyses show that the 25 samples obtained in 1972 and 1973 exhibit heterogeneity similar to that discussed in the Commission's 1971 annual report. The data and analytical results from the samples collected from October 1969 to November 1971 are given in Tables 8 and 9. These tables consist of data from samples whose constituents entered the fishery at 40 cm in the first half (semester A) or second half (semester B) of the year, respectively. These samples consist of fish in their initial year (A_0 or B_0) through their second complete year in the fishery (A_2 or B_2). Therefore size-age variability, but not semester or recruitment variability, is included in each analysis, provided that the growth curve used in assigning ages to these fish is the correct one. The samples collected in 1972 and 1973 were all collected from as narrow a size range as feasible, and from single sets when possible, to insure some measure of probable homogeneity within the samples.

These samples have all been collected in such a manner that morphometric data are available for about 50 of the individuals from which blood samples were taken. In Table 10 are given the basic genetic data for these samples; the analytical results for the data are comparable to those in Tables 8 and 9. No attempt has yet been made to attribute relative recruitment times to these samples, due to some question as to the applicability of the available growth curve to samples collected from diverse areas.

The results of the statistical analyses for Table 8 indicate a distinct heterogeneity of the samples, where sample LB_a is used to generate the best estimate of the "true" or expected gene frequency (0.705) of the transferrin A allele. The corresponding results for Table 9 indicate a lack of heterogeneity within the samples, but a highly significant deviation of the sample from the expected gene frequency of the reference sample LB_a (see Table 8). The statistical analysis of the pooled semester-A and semester-B cohort data indicates the heterogeneity of the samples and the highly significant deviation of the samples from the expected gene frequency generated from the reference sample. The results of the statistical analyses for Table 10 indicate the high significance ($P < 0.005$) of the test of heterogeneity of the samples. The expected transferrin allele frequency was generated from the pooled sample and, as was expected, no significant deviations are observed in the pooled analysis, whereas 5 of the 25 samples conform to the expectations using this expected frequency. This indicates the existence of a higher and lower gene frequency expectation, as has been shown to be the case in previous studies.

One result of the analysis of the genetic data has been the formulation of the hypothesis that large aggregations of fish, such as that seen off Panama and Costa Rica in 1973, generally comprise more than one unit. One can further hypothesize that these components of the population are typically isolated from one another by areal preference. For some unknown reason, perhaps environmental-population pressures, they are displaced so as to effect the overlap and become highly vulnerable to the fishery due to their density. When the groups separate their locations are likely to be different from what they were before the aggregations were formed.

As an example of this effect, the results of the genetic analysis of the transferrin allelic system are presented in the following table. The samples are listed in chronological order of capture, and the size range and corresponding gene frequency (serum transferrin A allele frequency) are given for each sample and its components. The data based on samples of less than 30 fish are enclosed in parentheses.

Sample number	Capture date	Capture area	Range of fork length (cm)	Gene frequency	Sample size	Relative homogeneity
G-203	Mar. 8, 1973	5°N 80°W	45-59	.715	130	pure
G-204	Mar. 31, 1973	6°N 78°W	56-59 (60-67)	.781 (.760)	73 (23)	mix
G-205	Apr. 6, 1973	6°N 82°W	90-103	.665	106	pure
G-207	Apr. 13, 1973	6°N 81°W	55-60 61-64	.705 .740	129 39	mix
G-212	Apr. 13, 1973	7°N 83°W	(84-88) 90-101 (102-104)	(.782) .677 (.813)	16 121 (16)	mix
G-209	May 1, 1973	8°N 83°W	(57-60) 61-66	(.593) .790	(27) 139	mix
G-210	May 9, 1973	8°N 85°W	(45-57) 58-69	(.711) .805	(26) 171	mix
G-211	May 15, 1973	8°N 84°W	55-69	.816	195	pure
G-208	May 16, 1973	6°N 81°W	51-56 57-59 60-63	.817 .740 .785	33 105 72	slight mix

Sample G-203, one of the earliest catches made in this complex aggregation, is homogeneous with respect to genetic criteria (goodness of fit to the Hardy-Weinberg relation under the two-frequency expectation, where the expected frequencies of the transferrin A allele are below 0.717 or above 0.805). This early sample of small fish (45-59 cm) is an example from the low frequency group (0.715). The intrusion of small fish with the high gene frequency can be seen in all the interim samples until mid-May when the high gene frequency predominates, suggesting a shift in population

composition during this period. Fish of larger size (90-103 cm) were included in samples G-205 and G-212. The fish approximately a year older than the small fish have a low gene frequency. There is a possibility that these fish are related to the smaller, low-gene-frequency group, indicating an annual availability of that genetic unit within the area. The replacement of the low-frequency group by a high-frequency group during the 3-month period of heavy fishing in the Panama-Costa Rica area is an event which the genetic data have suggested occurs in Ecuadorian and Baja California areas as well. There appears to be an approximately biannual cycle of replacement of one gene frequency for the other in the northern fishery, which has been attributed to the cycling of fish from the Revillagigedo Islands areas (high gene frequency) and the northern Mexican coastal and offshore region (low gene frequency), which can be seen in the genetic, morphometric, length-frequency, and tagging data. A concerted study of these phenomena is necessary before definitive conclusions can be made.

Twenty sets of morphometric-genetic samples have been analyzed since the 1972 annual report, 6 taken in 1972 (G-159-G-164) and 14 taken in 1973 (G-200-G-215). In the 1973 sampling the two measurements involving the ventral fin were deleted and the distance from the insertion of the second dorsal fin to the insertion of the anal fin was measured, rather than computed.

The samples were analyzed in a fashion similar to that discussed in the 1972 annual report. The following aspects of the results are especially noteworthy:

- 1) Sample G-202, from fish caught in late January 1973 off northern South America, was different from most samples thus far encountered. It appears that these fish had shorter total lengths relative to their other measured body dimensions than did the fish of any other "genetically pure" samples analyzed to date.

- 2) Sample G-160, from fish caught in late August 1973 west of the CYRA boundary, could be split into two groups based upon morphometrics alone. One of these groups resembled sample G-202 (taken off Peru), and the other resembled the fish encountered in 1972 in the northern island segment of the fishery (G-153).

- 3) The morphometric data for the fish of the nine samples (G-203, G-204, G-207, G-208, G-209, G-210, G-211, G-214 and G-215) of small fish (<85 cm) taken off the Central American coast during the period of good catches there (March-June 1973) are very difficult to interpret. It appears from the morphometric data that samples G-203 and G-211 exhibit a degree of homogeneity not found in the other small fish samples taken in this area. This tends to corroborate the results of the genetic analysis. In addition, samples G-204, G-207, G-208, G-209 and G-210 reflect varying degrees of mixing of these two reference samples, again tending to corroborate the

genetic results which indicate a gradual shift in gene frequency in this area over time. Although the conclusions are only tentative, the results are encouraging.

4) The morphometric samples taken in 1973 were, in general, taken over rather narrow ranges of total lengths to facilitate more accurate genetic analyses. This fact precluded a detailed analysis of the within-sample variance-covariance structure by means of principal component analysis.

Finally a series of analyses was performed on three sets of replicate morphometric samples taken both at sea before the fish were frozen and subsequently at the cannery just prior to butchering. All three at-sea samples were taken on tagging cruises aboard the purse seiner *Marietta*, two in 1970 and one in 1973. It is apparent from the analysis of these samples that significant changes in morphometrics take place between the time that the fish are caught and the time that they are unloaded at the dock. These mean changes (in cm) are given in the following table:

	Sample		
	1	2	3
Total length range (cm)	81-93	63-134	60-147
Total length	-2.2***	-1.1***	-1.3***
Snout to insertion of first dorsal fin	0.5***	0.4***	-0.0 ns
Snout to insertion of second dorsal fin	-0.3*	0.0 ns	-0.1 ns
Snout to insertion of anal fin	-0.3 ns	-0.2 ns	-0.8*
Head length	-0.2 ns	-0.0 ns	-0.2***
Insertion of first dorsal fin to insertion of second dorsal fin	-0.8***		
Insertion of first dorsal fin to insertion of anal fin	-0.8***		
Insertion of second dorsal fin to insertion of anal fin	-0.1 ns		
*** = paired t-statistic significant for $\alpha = .01$			
** = paired t-statistic significant for $\alpha = .05$			
* = paired t-statistic significant for $\alpha = .10$			
ns = paired statistic non-significant for $\alpha = .10$			

It is thus concluded that all future measurements should be performed on fresh fish to avoid additional random as well as systematic error in morphometric samples.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

The eastern Pacific longline fishery

Dr. Chiomi Shingu, a biologist with the Far Seas Fisheries Research Laboratory (Fisheries Agency of the Ministry of Agriculture and Forestry) in Shimizu, Japan, worked most of the year with the Commission's staff as a visiting scientist. In cooperation with Commission scientists he analyzed catch statistical information concerning tunas and billfishes captured by the Japanese longline fleet operating east of 130°W during 1967-1970. This was done to continue and update similar previous studies designed to

evaluate interaction between the longline and surface fisheries in the eastern Pacific.

A report has been drafted describing the geographic distribution of the catch and effort, trends in apparent abundance, temporal changes in the species composition of the longline catch, size composition and sexual maturity. This report will be published shortly in the Commission's bulletin series.

Feeding habits of yellowfin tuna

It is known from previous research that the diet of yellowfin tuna in the world oceans is made up of three principal groups of marine organisms, fish, cephalopods and crustaceans. However, there are considerable variations in the proportions of these three components depending on the size of the tuna and the area and time of observation. Generally speaking, it is evident that yellowfin tuna will eat any forage organisms which they can capture and ingest; also since tuna are apex predators, the ratio of energy at the lowest trophic level to energy in tuna is low compared with such fish as plankton-feeding anchovies. This is illustrated in Figure 23 which depicts the overall relationship of tuna to their forage and, in turn, the relationship of forage organisms to their food. Phytoplankton, the base of the food pyramid, produces by photosynthesis the organic matter on which everything else directly or indirectly feeds. It serves as a source of food for many of the zooplankters which, in turn, are eaten by a group of animals on a still higher trophic level. Some research has indicated that there may be as much as a 90% loss in the flow of energy, and consequently the flow of weight, from one trophic level to the next. Thus in order for a large tuna to gain one unit of weight in an area where it was feeding on organisms from the preceding trophic level, *i.e.* frigate mackerel (*Auxis*), jacks and squid, it would have to eat the equivalent of 10,000 units of weight of phytoplankton. This generalization over-simplifies the actual situation, since yellowfin often feed on organisms from trophic levels two or three times removed from their own level. Furthermore, although a large tuna is an apex predator, larval tunas are planktonic creatures only a few millimeters long, so they start their lives on a very low trophic level. Nevertheless, it is clear that a considerable amount of food from the food chain is required to support even one large tuna.

In 1963 the Commission published the results of an extensive study of the feeding habits of yellowfin and skipjack tuna. Since then, however, the tuna fishery in the eastern Pacific Ocean has expanded greatly into the more offshore waters. Therefore a new study has been undertaken to compare the feeding habits of yellowfin tuna from the offshore waters to those of inshore waters. It is anticipated that the examination of the yellowfin stomachs collected so far will be terminated in 1974. Preliminary examination of the data on stomach analysis from the new study reveals marked

differences in the feeding habits of the fish from the offshore waters compared with those from the inshore areas (Table 11). Not only are the proportions of the three principal groups, fish, cephalopods, and crustaceans, different, but it is also evident that different trophic levels are tapped by tunas from the offshore and inshore fishing areas. The former fish appear to depend more on the organisms from the higher trophic levels than do the ones from the more inshore waters. The preliminary findings, however, require further scrutiny, taking into account the possible effects of tuna size, area of capture, time of year, type of tuna school, etc. All of these factors will be examined in the final analysis when all of the data are in hand.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Primary production study in Ecuador

Early in 1973 the Commission was invited to participate in a study sponsored by the Organization of American States (OAS) of the primary production of the Gulf of Guayaquil. Because of the Commission's past interest and work in this biologically productive region of the eastern Pacific, it was agreed that Commission personnel would work with scientists of the Instituto Nacional de Pesca (INP) in Guayaquil, Ecuador, to demonstrate the newest techniques for measuring primary production, estimating standing phytoplankton crops and determining the horizontal circulation of the coastal waters.

The field work was carried out from June 14 to September 21, and consisted of two 1-day cruises in which the new methodology was tested and a 12-day cruise during which samples were taken. The INP research vessels *Huayaipé* and *Saint Jude* were used for this purpose. The cruise track covered most of the Gulf, including the major local fishing grounds (Fig. 24). Fluorometry and more conventional chlorophyll sampling were carried out to obtain a detailed map of the chlorophyll distribution in the area. The primary productivity at five standard depths was determined throughout the Gulf by the carbon-14 technique, using a liquid scintillation counter. Net tows were made to determine the quantitative and qualitative distribution of zooplankton. Observations of fish schools and catches with jig lines will be used to compare primary and secondary production with fish distribution. In addition, more than 700 water samples from various depths were taken for determination of concentrations of plant nutrients.

Dissolved oxygen, which helps to determine the suitability of water for marine animals, was measured throughout the cruise. Because the tides and currents in the Gulf are of major importance in the distribution of marine organisms and environmental properties, vertical profiles of the horizontal currents were made, using current meters attached to the vessel and a moored current meter. Biological properties of water are often closely related to various physical parameters of the water, so precision

temperature and salinity determinations were made frequently at many depths.

Financial responsibility for much of the operation was borne by the OAS, with INP providing several scientists and the use of its vessels. The Commission provided the time of one staff scientist, the loan of equipment for the project, and guidance in the processing of the field observations.

Coastal upwelling ecosystem analysis program

Commission personnel participated in the first interagency integrated study (MESCAL-II) of the upwelling ecosystem off the west coast of Baja California, Mexico, in April 1973. The coastal upwelling zone along the lower coast of Baja California lies along one of the principal migration paths of the tunas of this area, and the availability of considerable forage resulting from upwelling in the coastal zone may play an important role in the behavior of the tunas as they pass through the area. During the 30-day MESCAL-II cruise, intensive measurements of chlorophyll concentration, primary productivity, zooplankton abundance, nutrient concentration, etc., were made. Commission staff members participated by making time series measurements of currents and the hydrography of the upwelling zone. Water motion during April 27-29 inferred from drogued floats was southward along the coast (Fig. 25). While tidal currents were present a mean flow of 35 cm/sec dominated the velocity field during the experimental period. The floats initially followed the isobaths, but after passing Punta Hipolito they indicated an offshore velocity component before converging toward the beach. Water flow in the surface layer responded quickly to changes in the wind field.

Using data from repetitive vertical temperature sections, time series of temperatures in the upper 50 m, and data on the velocity of the surface winds (Fig. 26), estimates were made of the upwelling velocity, w . The vertical velocity derived from the displacement of isotherms for two successive vertical sections was 5.4×10^{-3} cm/sec during the April 12-17 period. Using vertical displacements of isotherms from the stationary time series, an estimate of 2.4×10^{-2} cm/sec was obtained for w for April 30-May 1. Calculation of the mean wind stress, and from this the offshore Ekman transport for the same time interval, yielded a w of 2.5×10^{-2} cm/sec, assuming a 10km-wide upwelling zone.

The wind data were found to fluctuate over a 24-hour period, suggesting that diurnal effects constituted a sizeable part of the wind speed, and as such may be important in the upwelling dynamics along the coast of Baja California. An analysis of 28 days of bi-hourly wind observations from the research vessel *Thomas G. Thompson* shows a strong diurnal amplitude in speed, with a maximum at 1600 hours (local time) and minimums at 0400 and 1000 hours. The difference in maximum and minimum wind

speed is sufficient to cause the computed upwelling velocities to vary by a factor of 2.6.

The Commission's participation in the first experiment on an analysis of coastal upwelling off Oregon in August 1972, sponsored by the U. S. National Science Foundation (NSF) under the International Decade of Ocean exploration, consisted of direct measurement of horizontal currents by means of parachute drogues. In addition to hydrographic transects made across the upwelling zone at the start and end of each experiment, salinity-temperature-depth (STD) recorder casts were also made during the tracking periods. This initial field effort, called CUE-1, was reviewed in the Commission's annual report for 1972.

Commission scientists participated in the second Coastal Upwelling Experiment (CUE-II) off the Oregon Coast from July 1 to mid-August 1973; they accompanied two cruises in which an effort was made to determine the circulation seaward and inshore of the upwelling front usually found in the coastal upwelling zone.

Drogue floats were used on both cruises. During the first cruise eight drogues, launched in a rectangular pattern (Fig. 27) within 10 km of the shore, moved southward at a mean speed of 44 cm/sec. Although the superimposition of the tidal currents on the mean flow produced sinuous trajectories, the drogues closely followed the isobaths. In addition to drogue experiments conducted on the two cruises, STD measurements were made during the second cruise with a newly-developed *in situ* pumping STD system wherein the sensor information from the STD is fed into a ship-board computer. The use of this system permitted the pumping of water at those depths where important gradients in the temperature, salinity, or density occurred. Over 35 measurements of carbon-14 were made at various depths to study primary productivity. In addition to the vertical measurements, the horizontal distribution of temperature and salinity and the concentration of chlorophyll were continuously monitored with a thermo-salinograph and fluorometer, respectively. One major objective of the cruise was to determine how phytoplankton are "seeded" in the newly upwelled water and their subsequent distribution in and around the front as they grow to form large populations of phytoplankton that are suitable as forage for higher trophic forms.

Long-term participation by Commission staff in the CUE program is contingent upon NSF support and the interest of the program's principals in using an integrated approach to the study of biologically-active coastal waters off Oregon (CUE-I, II), off northwest Africa (spring 1974), off Peru (projected for 1975), and off Baja California (projected for 1976), over a period of several years.

Satellite oceanography

During the past year, work has continued on the Commission's investigations of the feasibility of using satellite data to provide environmental

information needed in fishery research and management. Efforts in 1973 were directed toward studies to evaluate the ability of satellite sensors aboard the U. S. National Oceanic and Atmospheric Administration's NOAA-2 satellite to detect surface thermal fronts on the high seas and near shore where the locations are associated with high biological productivity. Satellite data include both visual and infrared data from the regular scanning radiometers and observations from the Very High Resolution Radiometers (VHRR). The four investigations deal with (1) the Equatorial Front, (2) coastal upwelling off Baja California, (3) oceanic fronts and, (4) coastal upwelling off Oregon.

The first study covers the area from the coastal margin of Ecuador westward to the Galapagos Islands in February 1973, a time when data from conventional oceanographic observations were available from local research vessels operating in the region. An example of a $15^\circ \times 15^\circ$ section of infrared data from the regular Scanning Radiometer (SR) system aboard the NOAA-2 satellite is given in Figure 28. Problems with cloud cover require that the data from several days of observation be combined into a composite sea-surface temperature map such as this one. The second study was designed to take advantage of the Commission's participation in the MESCAL-II expedition (in April-May) off the western coast of Baja California to study coastal upwelling. The third study occurred in May-June of this year in a location about 900 miles off California, where the presence of an oceanic front had been thought to change the distribution and behavior of tunas migrating through the area. The fourth study occurred during July-August off the Oregon coast in the CUE-II experimental area that has already been described. A precision radiation thermometer, on loan from the U. S. National Aeronautics and Space Administration's (NASA) Manned Spacecraft Center in Houston, was used during the third and fourth studies to provide reliable infrared measurements of surface temperature.

The Commission's research in satellite oceanography is supported through a grant from NOAA's Spacecraft Oceanography Commission (SPOC), now a part of the National Environmental Satellite Service (NESS) of NOAA.

Skipjack and sea-surface temperature

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

The temperature variations during the cooler season are assumed to have the greatest effect on the spawning or the survival of the eggs and larvae. Between 180° and 130° W, where the spawning is concentrated, the temperatures along the equator are lowest during November through February. Therefore this period was selected for calculating the annual temperature anomalies (ΔT) to be correlated with various indices of skipjack abundance in the following year (*i.e.*, 1972 skipjack data with ΔT for November 1970-February 1971). Temperature data collected irregularly along the equator by merchant ships passing through the area and daily temperature data for Christmas Island ($2^{\circ}00'N$, $157^{\circ}30'W$) were used.

The weather station at San Cristobal, Galapagos Islands, is far to the east of the spawning zone, but the cold-period temperatures (June-December) obtained from it are highly correlated with those at central Pacific stations and along the equator. The amplitude of seasonal temperature variation at San Cristobal is far greater, and may therefore provide a better index of oceanic conditions than those of the central Pacific, where large-scale atmospheric and oceanic processes are represented by small seasonal fluctuations in temperature which may occasionally be masked by local effects. There appears to be a lag in oceanic events proceeding westward from the eastern to the central Pacific, which explains the difference in timing. Thus in relation to skipjack abundance, the temperature at San Cristobal may be viewed as an additional index of central Pacific temperature.

Anomalies of barometric pressure at Darwin, on the north coast of Australia, are associated with those of sea temperature in the central and eastern tropical Pacific. Darwin pressure is an index of the "Southern Oscillation," a fluctuation in atmospheric circulation which is reflected in the variation of pressure differences between the Easter Island high pressure cell and the Djakarta low pressure cell (where the Darwin data are the most reliable). When the pressure is abnormally high at Easter Island it is abnormally low at Darwin, resulting in cooler surface water in the equatorial zone. The reverse results in warmer water, including "El Niño" conditions in extreme cases.

The October-March period was originally selected to calculate the mean monthly pressure anomaly to correspond with the November-February period for the temperature anomaly (ΔT) in the central Pacific. The extra months were added in the pressure calculations to compensate for greater variation. However, examination of the pressure data showed that a majority of the major positive anomalies began in the second quarter and lasted about 4 quarters. The quarterly means of monthly pressure anomalies therefore were averaged for the period running from April to March of the following year to obtain a new pressure index (ΔP) for Darwin against which annual indices of skipjack abundance in the eastern Pacific could be tested for possible correlations. In this case, ΔP is re-

garded as an indirect index of oceanographic phenomena occurring in the central tropical Pacific.

The hypothesis to be tested is that sea-surface temperatures in the spawning areas in the central Pacific are related to skipjack abundance in the fishing areas in the eastern Pacific. The causal factors, however, are unknown, though these may include influence on the success of spawning, on the survival of the eggs and larvae, on the survival and migration of the young, or on a combination of these and other factors.

Six different annual indices of apparent abundance of skipjack in the eastern Pacific were calculated for the period of 1962-1973, when seining was the predominant means of capture (Table 12). Five of these (2-6) are estimates of the catch per unit of effort, and have been described in the annual report for 1972. Index 2 is the logged catch divided by the logged effort in the CYRA; indices 3-6 are based on data from selected areas only to eliminate some of the effects of annual variations in the proportion of effort expended on yellowfin and on skipjack. Index 1, the deviation ratio of the total catch (east of 150°W and including baitboats), was computed to avoid the problem of the division of effort. It is based on the assumption that although year-to-year variation in abundance is large there are no long-term trends, and any such apparent trends in the catches are a function of increasing fleet capacity and changes in the seasonal and areal distribution of the vessels. The annual deviation ratios are calculated by simply dividing the deviation from the trend line by the value of the trend line. It remains to be seen which of these indices is the most reliable.

The results of correlation tests of the six indices of abundance with anomalies of temperature and pressure at earlier periods are shown in Table 12. For the 1962-72 fishery data the correlation coefficients (r) range from 0.59 to 0.85, with a mean of 0.74; one is non-significant, 10 are significant at the 5% level, and 13 at the 1% level. When the preliminary data for 1973 are included (indices 5 and 6 are not yet computed) the coefficients do not change appreciably, but the significance levels improve; the mean value of r remains at 0.74. The coefficient of determination r^2 , is the proportion of the variation in the dependent variable attributable to variation in the independent variable. In this case r^2 is 0.55, meaning that about half of the variation in skipjack abundance can be explained by fluctuations in the temperature and pressure anomalies.

The results of the correlation tests proving significant, with one exception, suggest that predictions of abundance might be made a year or so in advance by substituting the corresponding environmental data into the regression equations. The results are shown in Table 12. The environmental anomalies corresponding to the 1973 fishing year were quite variable, resulting in some disagreement among predictions, although all were below average.

The best predictor is thought to be ΔT along the equator between 180° and $130^\circ W$, and the predictions for 1973 for indices 1-4 were 56,000 tons and 1.7, 2.2 and 1.7 tons per day, respectively; the corresponding preliminary calculations of actual values are 48,000 tons, 1.3, 1.8, and 1.6 tons per day (Fig. 29).

The anomalies used for predicting the 1974 indices of abundance were all extremely high, reflecting the "El Niño" conditions of 1972-1973. The temperature anomalies were the highest for all years of record, beginning in 1949 along the equator and in 1954 at San Cristobal. The pressure anomaly at Darwin was the highest since 1940-41. Predictions for 1974 based on the 1967-72 data are virtually identical for the three stations (no data are available for Christmas Island); the best estimate of total catch is around 130,000 tons and the seiner catch per unit of effort in the CYRA (index No. 2) is 5.6 tons per day, with the other estimates of catch per unit of effort correspondingly high. Predictions for 1974 based on the 1962-1973 (preliminary) data are identical to those based on 1962-1972 data because the preliminary 1973 values came close to the regression line.

The purpose of this exercise is to test the apparent relationship between skipjack abundance in the eastern Pacific and sea-surface temperature in the central tropical Pacific, and little significance should be attached to the actual values, as the confidence limits for such predictions are extremely broad. Several more years of data will be required before much confidence in this relationship is justified.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1973 AND OUTLOOK FOR 1974

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

YELLOWFIN

The effect of fishing upon the yellowfin of the eastern Pacific was first studied by employment of a special case of the general production model, the logistic model. In this type of model the rates of increase (from recruitment and growth) and decrease (from fishing and natural mortality) of a population are studied without specific regard to the rate of recruitment or the rates of growth or mortality of fish of different ages. Catch and effort data are used to estimate the abundance of the fish and the amount of decrease of the population due to fishing mortality. Data col-

lected prior to the 1960's indicated that the yellowfin stock in the eastern Pacific could sustain an average maximum sustained yield (AMSY) of about 92,000 tons. Prior to 1960 the catch had never exceeded this limit. In 1960 and 1961, however, when most of the vessels of the fleet converted from bait fishing to purse seining and thereby increased their fishing power by a factor of about two, the catches were 122,000 and 115,000 tons, respectively. On the basis of the model it was predicted that the abundance, an index of which is provided by the catch per standard days fishing (CPSDF), would drop sharply, and the catch would be less regardless of the amount of effort exerted. The prediction was correct, and the catches in 1962 and 1963 were only 87,000 and 73,000 tons, respectively, and the CPSDFs were correspondingly low. On the basis of the results obtained with this model the Commission's staff recommended that the fishery be managed to increase the abundance of yellowfin to that which would support the AMSY and then maintain it at that level.

The yield-per-recruit model has also been used to study the effect of fishing upon the yellowfin of the eastern Pacific. In this type of model estimates of the rates of growth and natural mortality of fish of different ages are used to calculate the yields per recruit obtainable with various combinations of age at entry into the fishery and fishing effort. These studies indicated that the yield per recruit could be increased somewhat by increasing the age of entry, but not by increasing only the fishing effort. It was determined that it would not be feasible to increase the age of entry because large and small fish very often occur in the same schools in most parts of the eastern Pacific.

The assumption that the fish in the area of exploitation belong to a stock which is independent of the fish beyond the area of the fishery is implicit in both of the above models. Data which were available prior to the 1960's indicated that the fish exploited by the fishery at that time (Fig. 19, Area A1) were distinct from those of the central Pacific. First, morphometric data suggested a break between fish of the eastern and central Pacific at about 125°-130° west longitude. Second, tagging data showed no recaptures in the central Pacific from fish tagged in the eastern Pacific or *vice versa*. Finally, the fact that the logistic model provided reasonably accurate predictions of the response of the stock to fishing indicated that the area of the fishery was not replenished to any great extent by immigrants from the west. Therefore it was expedient, from the standpoint of management, to consider the fish of the eastern Pacific as members of a stock distinct from the stock or stocks occurring to the westward. In 1962 the Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA), shown in Figure 1, was defined. All fish occurring inside this area are considered to belong to a single stock, the fish of which do not intermingle with those of other stocks.

Although the Commission first recommended regulation of the catch of yellowfin in the eastern Pacific in 1961, it was not possible for the participating countries to implement these recommendations until 1966. At that time a catch quota was established for the CYRA. Such quotas have been applied in every succeeding year.

During the 1968-1973 period the annual catches have ranged from 114,000 to 176,000 tons, and yet the CPSDFs were greater than during the previous 6 years (Table 13, Fig. 5). This is contrary to what would have been expected from the logistic model, as it was applied prior to the mid-1960's. Thus there have been apparent or real changes in the abundance of the exploited stock of yellowfin in the CYRA in recent years. The possible causes of these changes were discussed in the 1972 annual report. By far the most likely cause appears to be the offshore expansion of the fishery which took place during the middle and late 1960's. Prior to this time the fishery took place almost entirely in Area A1. As the capacity of the fleet increased and the competition for fish intensified the larger, newer vessels ventured further offshore into Area A2, and by 1968 the fleet reached the western border of the CYRA. The distribution of the catch in 1973 is shown in Figure 3.

If the fish of Area A2 mix completely and instantaneously with those of Area A1 then expansion to Area A2 would not be expected to increase the AMSY for the CYRA. If, however, relatively few fish from Area A2 immigrate to Area A1 and are caught there, then the AMSY for the two areas combined would be greater than that for Area A1 alone. Such appears to be the case. This will be discussed in greater detail in a later section.

By 1968 it was realized that the AMSY from the CYRA was probably greater than the 92,000 tons estimated from data for the period when the fishery was restricted to Area A1. Accordingly, in 1969 a 3-year program of experimental overfishing was initiated. This scheme provided for a catch quota of 120,000 tons per year during 1969, 1970, and 1971. It was agreed that if the average CPSDF should fall below 3 tons at any time before the end of the 3-year period the catch would be curtailed to prevent excessive overfishing. The rationale for selection of this scheme has been described in detail in previous annual reports.

The catches during 1969 and 1970 were 126,000 and 143,000 tons, respectively (Table 13). Although the quotas were exceeded, the CPSDFs did not decrease as predicted by the logistic model with its original parameters, but remained at about 6.0 tons per day. In 1971, however, the catch decreased to 114,000 tons, and the CPSDF to 4.2 tons per day. Thus it appeared that overfishing had occurred, and that the AMSY was less than 143,000 tons. Two important factors which developed in 1971 have accounted for at least part of the low CPSDF, however. These were the

effects on fishing strategy of (1) the presence of relatively high levels of mercury in larger yellowfin and (2) the unusually high abundance of skipjack off northern South America during what is generally the most productive part of the yellowfin season. This situation was discussed in detail in previous annual reports.

Because of the strong possibility that the low CPSDF during 1971 was not an indication of a proportionate decrease in abundance, it was decided to continue the experimental overfishing program for an additional year. The quota was set at 120,000 tons, and the Director of Investigations was authorized to increase it by one or two increments of 10,000 tons each if during the course of the season the condition of the stock indicated that such action was warranted. The CPSDF data received early in the season indicated that the abundance was relatively high, so both increments were added to the quota, increasing it to 140,000 tons. At the end of the year the catch was 152,000 tons, and the CPSDF was 6.0 tons, about the same as it had been in 1969 and 1970. On the basis of these events, and other factors, the experimental overfishing program was continued in 1973, with a quota of 130,000 tons, plus three increments of 10,000 tons each. Preliminary data indicate that the catch and CPSDF for 1973 were 176,000 tons and 4.9 tons per day, respectively.

The information produced by the 5 years of experimental overfishing has demonstrated that the earlier estimates of the AMSY based on the fishery in Area A1 are less than the AMSY for the entire CYRA; otherwise by 1973 the catch would have been extremely low and the CPSDF considerably reduced. The AMSY for the entire CYRA could probably be determined fairly well by simply continuing the experimental overfishing program for a number of additional years. However, it is the responsibility of the staff of the Commission to determine this parameter as quickly as possible, and this can be best accomplished by obtaining as complete as possible an understanding of the dynamics of the population. For this reason additional studies of the general production and age-structured models have been conducted.

In the general production model the equilibrium relationship between catch and effort is represented by a monotonic curve with its maximum at intermediate levels of effort. In the logistic model, a special case, the curve is a parabola and the maximum catch is achieved at a level of effort which is exactly half the level which would theoretically drive the population to extinction. Three schemes of handling the data were used with the general production model and the logistic model.

For the first scheme the catch and effort statistics for the entire CYRA for 1959-1973 were used to estimate the parameters. The estimates of the AMSY are about 115,000 tons (Fig. 30, upper panel), which are believed to be too low, since the average catch during the 1969-1972 period

was about 134,000 tons, but the CPSDF was as high in 1973 as it had been in 1969. Such could not be possible unless the catch is a very much smaller portion of the population than the parameters of the model indicate, and tag return data show that such is not the case.

For the second scheme the parameters of the model were estimated from the catch and effort statistics for the same years separated into two parts, Area A1 and Area A2. The estimates of the AMSY for the two years are 90,000 and 80,000 tons respectively. If the mixing of fish between the two areas is complete and instantaneous the AMSY for the entire CYRA is only 90,000 tons, whereas if there is no mixing at all it is the sum of the two AMSYs, 170,000 tons. Tagging data indicate that there is mixing of fish between the two areas, but that it is not complete and instantaneous. Thus the AMSY is intermediate between these two estimates and is approximately inversely proportional to the rate of mixing. Unfortunately, however, the tagging data are not yet adequate to estimate the rates of mixing accurately.

For the third scheme the abundance was estimated from the CPSDF data for the first and second quarters only, and the catches during the third and fourth quarters were used to estimate changes in the stock size during the second half of the year. This modification was developed to evaluate the effect of the closed season on estimation of the parameters. In this case the AMSY was estimated to be about 150,000 tons, and the effort which would produce this about 45,000 standard days (Fig. 30, lower panel).

In summary, the estimates of the AMSY for the CYRA range from 90,000 to 170,000 tons. The estimates of 90,000 and 115,000 tons are obviously too low because higher catches were sustained during the 1969-1971 period without reducing substantially the CPSDF. The estimate of 170,000 tons appears to be too high because of the fact that tagging indicates some mixing between the fish of Areas A1 and A2. The estimate of 150,000 tons is difficult to evaluate, although it appears to correspond fairly well to the recent history of the fishery.

For age-structured models estimates of the rates of growth and of fishing and natural mortality of the fish are used to estimate such things as catch, loss due to natural mortality, and survivors at various ages. The yield-per-recruit model, described briefly earlier, is a type of age-structured model.

The Tuna Commission has since 1954 conducted an extensive program of sampling of the length frequencies of the yellowfin and skipjack caught in the eastern Pacific Ocean. From these data it is possible to assign the fish to year classes and X and Y groups of these year classes. (The X and Y groups are discussed in Commission Bulletin 5 (1). The criteria presently used to assign the fish to X and Y categories are considered to be more objective than those employed previously. The data were used in

conjunction with a constant estimate of 0.8 for the coefficient of natural mortality (M) to estimate the numbers of recruits and the coefficients of fishing mortality (F). The estimates of recruitment, in millions of fish, are as follows:

Year class	X group	Y group
1963	19.2	11.1
1964	11.0	13.9
1965	12.5	15.6
1963-1965 average	14.2	13.5
1966	33.3	17.2
1967	19.1	24.3
1968	13.7	17.6
1969	19.5	20.3
1970	20.0	19.7
1971	21.4	17.5
1966-1971 average	21.2	20.6
1963-1971 average	18.9	17.5

The higher recruitment during the 1966-1971 period is presumably due to the offshore expansion of the fishery. The estimates of recruitment were used with estimates of other parameters for some simulations of the effect of the fishery on the stock of fish.

For the first simulation the recruitment was assumed to be the same for the early (1963-1965) and late (1966-1971) periods—18.9 million for the X group and 17.5 million for the Y group. The quarterly age-specific fishing mortality rates were assumed to be different for the two periods, so that the smaller fish were exploited less heavily in the later period. The resulting simulated annual average catches for the early and late periods were 100,000 and 114,000 tons, respectively. The corresponding observed catches were 84,000 tons for the early period and 120,000 tons for the late period. The average weights of the fish were as follows: simulated, 21.6 lb for the early period and 23.4 lb for the late period; observed, 18.9 lb. for the early period and 23.1 lb for the late period.

For the second simulation the recruitment was assumed to be different for the two periods, 27.7 million for the early period and 41.8 million for the late period, whereas the quarterly age-specific mortality rates are assumed to be the same. The resulting simulated catches were 88,000 tons for the early period and 133,000 tons for the late period. The simulated average weight was the same for both periods, of course, 21.6 lb.

The results of these two simulations indicate two important things. First, a change in age-specific fishing mortality alone cannot account for the 43% increase in the observed catch, since the simulated increase was only 14%. Second, a change in recruitment produces an overestimate (51%) of the increase in catch and no change in the average weight of the

fish in the catch (*versus* an observed increase of 22%). Thus the difference in observed catches in the two periods is due to both an increase in recruitment and a decrease in the exploitation rate of the smaller fish in the late period.

To examine this hypothesis further, the catches in the early and late periods were partitioned by size as follows:

	Numbers		Tons	
	< 85 cm	> 85 cm	< 85 cm	> 85 cm
early	7,107,000	1,766,000	45,857	38,266
late	7,177,000	3,177,000	42,432	77,232

These data show that the catch of small fish was nearly the same during the two periods, while that of large fish in the late period was nearly double that of the early period.

Using the same data, and making some simplifying assumptions, the average values of F for the four categories were calculated to be as follows:

	< 85 cm	> 85 cm
early	0.56	0.80
late	0.34	0.82

The results indicate that F for small fish has decreased from the early to the late period, while it has stayed about the same for the large fish.

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

The question arises as to why so few small fish are caught in Area A2. One explanation is that Area A1 is a nursery ground for yellowfin, and that small fish occur there in much greater concentrations than in Area A2. Another is that roughly equal concentrations of small fish occur in the two areas, but that the small fish have a low vulnerability to the fishery in Area A2. The tagging data now available do not show any tendency for the small fish to move offshore as they grow older, which tends to indicate that the latter explanation is the correct one. The question is still moot, however.

On the basis of the results to date, it is the opinion of the staff that the experimental overfishing program should be continued during 1974. Because the CPSDF decreased somewhat in 1973, it appears prudent to maintain the 1974 catch at about the same level as that of 1973. To mini-

mize the risk of heavy over-exploitation, consideration should be given to establishing a quota of 130,000 tons in 1974, with options to increase it by increments to the level of the 1973 catch if the CPSDF data collected early in the 1974 season indicate that such action is warranted. As a safety measure, the lower limit of 3 tons per day for the CPSDF should be retained.

As already mentioned, the fleet has operated in the area to the west of the CYRA and east of 150°W (Area A3) since 1968. The catches have increased each year to the present level of nearly 50,000 tons. The question arises as to whether this area can support catches of this magnitude; if not, consideration should be given to controlling the harvest.

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

Secondly, the catches in Areas A3 are increasing. During the first 4 years of fishing in the area the average catch was about 20,000 tons, but in 1972 and 1973 it has been between 40,000 and 50,000 tons. The CPSDF during this period has remained at about 5 to 6 tons per day. This is at least partially due to the fact that the portion of Area A3 in which fishing has taken place was increasing during this period.

In view of these facts, there is no apparent reason at this time for curtailing the fishery in Area A3.

SKIPJACK

Skipjack occur in nearly all the tropical waters of the world's oceans. In recent years the world catch of this species has exceeded that of any other tuna or tuna-like species. Such is also the case for the Pacific Ocean; in 1971 skipjack comprised 42% of the catch of tunas in that ocean.

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

Recently-published serological studies indicate that there are at least two subpopulations in the western Pacific Ocean, one apparently restricted to the area west of about 165°E and the other occurring to the east of the first subpopulation and possibly extending to the eastern Pacific Ocean.

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

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

The catch and apparent abundance of skipjack vary considerably from year to year. This variability does not appear to be related to the intensity of fishing in the eastern Pacific Ocean, but rather seems to be the result of natural factors. It is not known whether this natural variability represents changes in the abundance of the entire stock, or merely reflects changes in the portions of a relatively constant stock which are available to the eastern Pacific fishery in different years. The estimates of apparent abundance for the northern and southern areas are moderately well correlated with one another (Fig. 6) but in some years, for example 1968 and 1970, the catch may be above-average in one area and below average in the other. This may indicate that when the young fish migrate from the central to the eastern Pacific different portions of them go to the northern and southern areas in different years. The skipjack catch from the CYRA during 1973 was about 47,400 tons, the third-lowest catch on record since 1949 (Table 1). In 1972 the catch was even lower, but 1971 was the second-best skipjack year on record.

It is important to understand the annual variability in catch and apparent abundance of skipjack so that proper management of the fishery can be undertaken if and when it is necessary. Toward this end the staff has maintained as active a program of skipjack research as fiscal con-

straints allow. Part of this research has been concerned with predicting skipjack catch and abundance. The model developed for this purpose, described elsewhere in this report, has been moderately successful in explaining these fluctuations, accounting for about half the observed variability. In 1974 better-than-average abundance of skipjack is predicted. If this prediction is fulfilled it will furnish additional evidence that the model is valid, thus enabling the staff to predict the abundance for 1975 with slightly greater confidence. If the prediction is not fulfilled the effect will be the opposite, but the conclusion will not necessarily be that the model is worthless.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1973

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 retiraría de la Comisión y la renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto 1968.

Los deberes principales de la Comisión bajo el Convenio son (a) estudiar la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de los atunes y especies afines del Océano Pacífico oriental tropical con el fin de determinar los efectos que la pesca y los factores naturales tienen sobre su abundancia, y (b) recomendar las medidas apropiadas de conservación para que las existencias de los peces puedan mantenerse a niveles que puedan sostener capturas máximas continuadas, cuando y si las investigaciones de la Comisión indican que tales medidas son necesarias.

Con el fin de llevar a cabo esta misión, se le ha asignado a la Comisión que realice una amplia variedad de investigaciones tanto en el mar como en el laboratorio. Las investigaciones las realiza un personal permanente de investigación, reclutado internacionalmente por el Director de Investigaciones de la Comisión, quién a su vez es directamente responsable ante la Comisión.

El programa científico se encuentra en su vigésimotercer año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de los trabajos y actividades se describe en un informe anual bilingüe. Otros artículos son publicados en revistas científicas exteriores de prensa, y se escriben ensayos generales para otras publicaciones en Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica, como también para países de Europa y Asia, que se encuentran interesados en esta pesca. La Comisión a fines de 1973 lleva ya publicados 103 boletines, 132 artículos en revistas exteriores de prensa y 22 anuarios. Todos estos escritos han tenido una amplia divulgación mundial, encontrándose al alcance del examen crítico de la comunidad científica del orbe.

REUNIONES DE LA COMISION

La Comisión celebró su XXIX Reunión el 12, 13, 14 y 16 de noviembre 1973, en Washington, D. C., E. U. A.

Todos los países miembros con excepción de Panamá fueron representados por dos o más delegados regulares durante toda la reunión. Panamá fue representado por un suplente. Las siguientes naciones y organizaciones fueron representadas por observadores: Chile, Ecuador, Perú, España, la República de China, Honduras, La República de Corea, Guatemala, las Antillas holandesas, la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas y la Corporación Internacional de Finanzas.

La siguiente agenda fue aprobada por la Comisión al iniciarse la reunión y fue seguida muy de cerca durante toda la sesión:

1. Apertura de la reunión
2. Bienvenida a los nuevos miembros
3. Consideración y adopción de la agenda
4. Examen de la investigación actual
5. El año pesquero de 1973
6. Condición de las existencias de atún aleta amarilla (rabil) y cuota en 1974
7. Discusión del sistema actual de la veda de pesca
8. Relación delfín-atún y problemas asociados
9. Programa recomendado de investigación y presupuesto para el AF 1975/1976
10. Discusión del Informe Anual
11. Reforma del nombre de la Comisión
12. Fecha y sede de la próxima reunión
13. Nombramiento de funcionarios
14. Otros asuntos
15. Clausura

La Comisión adoptó las siguientes acciones:

- (1) Aprobó provisionalmente un presupuesto de austeridad por la suma de \$928,314 para el AF 1975/1976.
- (2) Acordó dar su aprobación por correo al Informe Anual de 1973 después del 1 de abril 1974, acordando además seguir esta misma acción en forma rutinaria en años venideros.
- (3) Nombró al Sr. E. Blyth Young del Canadá como Presidente para 1974, y votó para que el cargo de secretario recayera en Panamá.
- (4) Acordó celebrar la reunión de 1974 de la Comisión en Canada entre el 28 de octubre y el 2 de noviembre 1974.

Los investigadores de la Comisión recomendaron que se continuara el programa experimental de pesca en 1974 con una cuota de 130,000 toneladas americanas de aleta amarilla, y recomendó además que se le diera autorización al Director para que aumentara esta cantidad al nivel de captura de 1973 mediante incrementos sucesivos de unas 10,000 toneladas cada uno, si en su opinión esta acción no pondría en peligro la población de aleta amarilla. Los científicos recomendaron además que si el índice

de la captura anual proyectado se reducía a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, debía reducirse la pesca sin restricción de aleta amarilla para que no sobrepasara la estimación entonces vigente de la producción equilibrada.

La Comisión no adoptó ninguna acción respecto a esta recomendación de los investigadores, aplazándola para una fecha más tarde, después de que el Grupo Intergubernamental se pusiera de acuerdo y presentara a la Comisión recomendaciones referentes a los métodos para hacer efectivo el programa de conservación del atún aleta amarilla durante 1974.

ADMINISTRACION

PRESUPUESTO

En su reunión celebrada en Ottawa, Canadá en 1970, la Comisión recomendó que el Director de Investigaciones preparara en adelante dos presupuestos. El primero debía ser una versión en que se recomendaran las investigaciones necesarias, omitiendo la probabilidad de que se obtuvieran dichos fondos, mientras que el segundo presupuesto debía ser una versión de austeridad concebida para mantener las investigaciones a su nivel actual o un poco más alto. Este último presupuesto sería empleado por los funcionarios del gobierno cuando presentaran el presupuesto para la aprobación del gobierno si el primer presupuesto (recomendado) no era aceptado. Cumpliendo con estas instrucciones, se prepararon dos presupuestos para el AF 1973-1974.

El programa de investigación recomendado, calculado en \$1,271,517, incluía un extenso programa de marcación orientado principalmente hacia el atún aleta amarilla y secundariamente hacia el barrilete. Se asignó a este presupuesto una suma de \$520,000 para el flete de barcos con el fin de realizar el programa de marcación.

El programa de investigación de austeridad, la versión aprobada por los delegados, ascendía a \$739,048, un aumento de \$19,534 sobre el presupuesto de austeridad del AF 1972-1973. El aumento era necesario para confrontar el alza de salarios decretado por el gobierno de los E. U. y los aumentos por escalafón.

Cuando se terminó el informe de este año (31 de diciembre 1973), la Comisión aún no había sido informada sobre la cantidad de la contribución concedida por los E. U. al presupuesto de la Comisión para el AF 1973-1974.

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 1972-1973:

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**Procedencia y disposición de fondos****1° julio 1972 al 30 de junio 1973****CUENTA EN DOLARES (EEUU)****Procedencia de los fondos**

Saldo favorable (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1972	\$142,058.61*
EEUU	481,500.00
México	17,280.00
Canadá	6,155.00
Japón	11,654.00
Costa Rica	3,812.55
Panamá	500.00
Entradas varias	9,060.73
TOTAL	\$672,020.89

* El saldo favorable incluye \$34,349.78 de obligaciones sin pagar

Disposición de los fondos

Adelantos	\$ 43,264.52
Gastos por proyectos	
1) Por proyectos	
A. Gastos administrativos	\$113,815.00
B. Investigación de peces de carnada	—
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	105,437.50
D. Biología del atún	206,468.26
E. Oceanografía	13,667.36
F. Mercado de atún	39,822.64
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	51,028.01
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	407,211.03
02—Viajes	23,982.90
03—Transporte de equipo	1,057.87
04—Comunicaciones	3,254.14
05—Renta y servicios públicos	1,288.00
06—Imprenta y encuadernación	6,252.27
07—Servicios por contrato	18,028.47
08—Provisiones y materiales	9,661.22
09—Equipo	1,190.90
13—Premios (recaptura de marcas)	635.00
15—Contribuciones al Seg. Soc. EEUU	15,446.01
16—Seguro de vida	276.17
17—Contribución al Plan de Retiro	23,283.96
18—Seguro por Incapacidad de trabajo	703.31
19—Contribución al Seguro Médico	4,719.25
21—Seguro de indemnización	1,500.00
22—Seguro de desempleo	9,166.43
23—Seguro por accidente	2,581.84
	\$530,238.77
Compra de soles (operaciones en el Perú)	5,500.00
Compra de sures (operaciones en Ecuador)	3,500.00
Efectivo en el banco	\$ 89,684.03
En efectivo	150.00
	89,834.05

Menos reservas		
Pensión	+ 634.93	
Combinación de seguros	- 57.14	
Seguro del Estado de California	- 1,319.24	
	- 741.45	\$ 89,092.60
Depósitos		425.00
TOTAL		\$672,020.89

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1972	¢ 637.21
Efectivo en el banco	¢ 637.21
TOTAL	¢ 637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio, 1972	S/ 18,495.21
Compra de Sucres con dólares	87,790.98
TOTAL	106,286.19

Disposición de los fondos

Gastos del proyecto		
1) Por proyectos		
G. Recolección de las estadísticas de captura		
para la reglamentación	S/ 86,854.34	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	86,844.34	
07—Servicios por contrato	10.00	86,854.34
Efectivo en el banco		19,431.85
TOTAL		S/106,286.19

CUENTA EN SOLES (PERU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable 1 de julio 1972	S/o. 98,689.38
Compra de soles con dólares	238,590.00
TOTAL	S/o.337,279.38

Disposición de los fondos

Adelantos		S/o. 15,600.00
Gastos del proyecto		
1) Por proyectos		
G. Recolección de las estadísticas de		
captura para la reglamentación	S/o.258,129.52	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	168,086.00	
02—Viajes	35,894.08	
04—Comunicaciones	2,289.27	
05—Renta y servicios públicos	24,000.00	
06—Imprenta y encuadernación	26.40	
07—Servicios por contrato	4,623.43	
08—Provisiones y materiales	730.50	
15—Contribución al Seguro Social	22,479.84	S/o.258,129.52
Efectivo en el banco		63,549.38
TOTAL		S/o.337,279.38

COLABORACION ENTRE ENTIDADES AFINES

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

La estrecha relación profesional que ha existido durante estos años con la Escuela superior de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, en Ensenada, México, fue continuada durante 1973. En este año, los investigadores continuaron ofreciendo la serie de conferencias sobre biología pesquera, dinámica poblacional, matemáticas y oceanografía a los estudiantes y miembros de la facultad de la universidad. Se seguirá esta serie de estudios durante 1974.

Durante el año, la Comisión continuó manteniendo sus vínculos, y en muchos casos, una estrecha relación de trabajo con diversas oficinas de pesca e institutos en hispanoamérica. Se llevó a cabo un número de programas de exploración en colaboración con científicos del Ecuador. Los científicos del Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, de la Universidad de Guayaquil y de la Comisión realizaron en conjunto un estudio especial en el Ecuador, que duró unos 3 meses, siendo subvencionado por la Organización de los Estados Americanos.

En 1973, se mantuvieron los vínculos cordiales y productivos que han existido entre la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico y esta entidad. El resultado de esta colaboración ha sido mutuamente beneficioso en el intercambio de ideas e información.

Algunos investigadores de otros países vinieron como visitantes durante el año a la Comisión, y se quedaron por períodos que variaron de unas pocas semanas a más de un año. Un científico de la Oficina de pesca del Japón que vino durante 1972, se vinculó al personal investigador de la Comisión y permaneció durante la mayor parte de 1973. Se terminó un estudio realizado en colaboración con los investigadores de la Comisión, referente al análisis de la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada en el Pacífico oriental. Además, durante 1973 se asignó para que un científico de la Comisión fuera a trabajar por un año en el Far Seas Fisheries Research Laboratory en Shimizu, Japón. Hará un extenso estudio en colaboración con investigadores japoneses sobre la pesca de atún aleta amarilla en el Pacífico, especialmente sobre la interacción que pueda existir entre las artes palangreras y las epipelágicas.

Las oficinas principales de la Comisión se encuentran en los terrenos de Scripps Institution of Oceanography en La Jolla, California. Este es

uno de los centros principales del mundo en cuanto a ciencias marinas, siendo la casa madre de muchas oficinas federales y estatales, implicadas en la pesca, oceanografía y ciencias subordinadas. Esto ofrece una excelente oportunidad al personal científico de la Comisión para mantener en el área una comunicación diaria con los investigadores de muchas organizaciones. Estos vínculos han resultado en un intercambio mutuo de información e ideas, aportando un medio productivo en la realización de las investigaciones de la Comisión.

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

OFICINAS REGIONALES

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

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

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

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

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

Desde hace algunos años la Comisión ha seguido el movimiento de los barcos atuneros que pasan a través del Canal, por medio de los informes provistos por un agente de barcos en Panamá. Sin embargo, estas

maniobras han aumentado substancialmente ya que se encuentran mucho más barcos con base en Puerto Rico los cuales tienen que atravesar el Canal para pescar en el Pacífico. Al mismo tiempo muchos de los barcos con base en el Pacífico cruzan el Canal para pescar frente al África occidental y otros usan como base a Panamá para trasbordos. Además, los investigadores no disponen normalmente de los registros de bitácora de un gran número de embarcaciones de cerco que atraviesan el Canal, ya que estos barcos no arriman frecuentemente a los puertos en los que se encuentran estacionados miembros del personal de la Comisión o puertos que ellos visitan. En vista de esto, la Comisión contrató en 1973 un técnico en Panamá para aprovechar la oportunidad cada vez mayor de obtener en forma corriente información pesquera y de bitácora.

PUBLICACIONES E INFORMES

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

La Comisión publica las investigaciones de los científicos y de otros colaboradores en su serie de boletines. Durante 1973, fue editada una publicación en esta serie, en inglés y español.

Boletín, Volumen 15, Número 6—Materiales y métodos para marcar atunes capturados por barcos cerqueros y de carnada, *por* William H. Bayliff.

Otro informe interno fue preparado por la Comisión en 1973:

Informe Interno, Número 7—Observations on the growth of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean derived from tagging experiments, *por* William H. Bayliff.

Además del boletín y del informe interno se publicaron seis estudios de los investigadores, en otras revistas:

127. Sharp, Gary D. 1973. An electrophoretic study of hemoglobins of some scombroid fishes and related forms. *Comp. Biochem. and Physiol.*, Vol. 44(2B), 381-388.
128. Joseph, James. 1973. Tropical tuna management in the eastern Pacific. *Fish. News Intern.*, 12(2): 12-17.

129. Stevenson, M. R. and F. R. Miller. 1973. Application of high resolution infrared and visual data to investigate changes in and the relationship between sea surface temperatures and cloud patterns over the eastern tropical Pacific. (Final Report, U. S. Office of Naval Research Contract No. N00014-C-0360). Processed. 101 pp.
130. Stevenson, M. R., F. Pesantes V. and J. Santoro de Y. 1973. Resultados del crucero de reconocimiento de las mediciones de la corriente, julio 18-23, 1970. Inst. Nac. Pesca Ecuador. Bol. Cienc. Téc., 2(3): 1-75.
131. Stevenson, M. R. and B. Wyatt. 1973. STD measurements off the Oregon Coast August 1972. Univ. of Wash., Report 9, Ref. M73-28, 77 pp.
132. Joseph, James. 1973. La Commission Inter-Americaine du Thon Tropical (I. A. T. T. C.). La Pêche Maritime, Juin 1973: 452-453.

LA PESCA EN 1973

RESUMEN

Embarcaciones de 14 naciones (Bermuda, Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Francia, Japón, México, las Antillas holandesas, Panamá, Perú, España, los E. U. A. y Venezuela) pescaron atún en el Océano Pacífico oriental durante 1973. Estos barcos capturaron principalmente atún aleta amarilla y barrilete, junto con algunas pequeñas cantidades de otros atunes. Los tres tipos principales en orden de importancia de las artes usadas en las capturas, fueron redes de cerco, liña y sedal y las artes palangreras.

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

En la XXI reunión, celebrada en marzo de 1969, la Comisión hizo efectivo un programa experimental de pesca, concebido para averiguar empíricamente el promedio de la producción máxima continuada del aleta amarilla en el ARCAA. El programa experimental, establecía capturas anuales de 120,000 toneladas americanas* de aleta amarilla para ser capturadas en 1969, 1970 y 1971. Basados en el progreso aparentemente

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

positivo de los 3 años del programa experimental, la Comisión continuó el programa durante 1972. Se estableció una cuota de 120,000 toneladas con una estipulación de aumentar esta cantidad mediante dos incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno.

En la XXVIII reunión, celebrada en diciembre 1972, la Comisión expresó de nuevo el deseo de continuar con el programa experimental de administración. Estableció una cuota de 130,000 toneladas de aleta amarilla, estipulando que podía aumentarse esta cantidad mediante tres incrementos sucesivos de 10,000 toneladas cada uno si esta acción no ofrecía peligro para la población. La Comisión estableció de nuevo una concesión especial de 6,000 toneladas para las embarcaciones pequeñas, una captura incidental de 15% y una concesión de 6,000 toneladas para embarcaciones recientemente construidas de países con ciertos problemas especiales, conforme se describe en la resolución para la conservación del atún aleta amarilla.

Desde 1965 hasta 1972, la capacidad de la flota internacional que pesca atún en el ARCAA aumentó de 46,000 a 116,000 toneladas, y a fines de 1973 había alcanzado a 138,000 toneladas. Durante 1973, la flota capturó 175,888 toneladas de aleta amarilla y 47,443 toneladas de barrilete en el ARCAA. La captura de aleta amarilla, la más grande que se haya obtenido en el ARCAA en toda la historia de pesca, sobrepasó por más de 15,000 la cuota deseada para 1973 de 160,000 toneladas. Este exceso se debió principalmente al error en estimar 1) el tonelaje de aleta amarilla que sería capturado durante los últimos viajes sin restricción de la temporada y 2) las capturas que se lograrían debido a las concesiones especiales. La captura de barrilete en 1973, por otra parte, fue unas 12,000 toneladas superior a la de 1972, pero casi 20,000 toneladas inferior al promedio de captura de los 5 años anteriores. Además de la captura en el ARCAA, las embarcaciones de cerco de cinco naciones que pescaron al oeste del ARCAA y al este de los 150°W, capturaron 49,882 toneladas de aleta amarilla, 1,443 toneladas de barrilete y 141 toneladas de patudo. Unas 32 embarcaciones que habían participado también en 1973 en la pesca del ARCAA, pescaron en el Océano Atlántico y capturaron 3,952 toneladas de aleta amarilla y 24,108 toneladas 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 el mar con permiso de pescar sin restricción, alcance la cuota del año menos la porción reservada para la captura incidental de 15% y las concesiones especiales de los barcos pequeños y los recientemente construidos. La fecha de clausura durante 1973 fue efectiva a las 0001 horas el 8 de marzo. Las fechas correspondientes desde 1966 hasta 1972 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 y 5 de marzo 1972.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUES

Las capturas anuales (las cantidades capturadas por embarcaciones atuneras durante el año civil omitiendo el año de desembarque) de atún aleta amarilla y barrilete en el ARCAA durante 1958-1973, se presentan en las Tabla 1 y la Figura 2. La estimación preliminar de la captura de aleta amarilla en 1973 es de 351.8 millones de libras (175,888 toneladas), la captura más alta que se haya obtenido en el ARCAA. Esta captura es 47.1 millones de libras superior a la de 1972 y 92.0 millones de libras superior al promedio anual de captura de los 5 años anteriores. Se incluye en esta captura 21.3 millones de libras (10,666 toneladas) obtenidas en el área experimental (E-1) (Fig. 1). Se permitió la pesca de aleta amarilla en esta área como base de un experimento durante la estación de veda de 1973 con la esperanza de que fomentaría la exploración de esta región que no ha sido explotada y obtener así información científica valiosa con respecto al aleta amarilla y barrilete que habita allí. En los primeros meses de 1973, las embarcaciones atuneras entraron en esta área debido a la inclemencia del tiempo que limitó las maniobras de pesca al norte donde se encuentran las áreas principales de pesca. Estos barcos capturaron unas 5,768 toneladas de aleta amarilla en esta área durante viajes realizados en la temporada libre y unas 4,898 toneladas de esta especie durante viajes reglamentados. La estimación preliminar en 1973 de la captura de barrilete en el ARCAA es de 94.9 millones de libras (47,443 toneladas) que es 23.5 millones de libras superior a la de 1972 pero 43.9 millones de libras inferior al promedio de captura de los 5 años anteriores. La captura de barrilete en el ARCAA durante 1973 incluye 1,388 toneladas obtenidas en el área E-1; 931 toneladas de esta cantidad fueron capturadas durante viajes sin restricción y 457 durante viajes reglamentados. La captura combinada de las dos especies durante 1973 fue de 446.7 millones de libras (223,331 toneladas) que es 53.4 millones de libras superior a la de 1972 y 48.1 millones de libras superior al promedio de captura de las especies combinadas durante los 5 años anteriores.

Además de la captura lograda en el ARCAA, las embarcaciones de cerco de cinco naciones (Canadá, México, Holanda, Panamá y Estados Unidos) pescaron al oeste del ARCAA pero al este de los 150°W. La captura fuera del ARCAA fue de 99.8 millones de libras (49,882 toneladas) de aleta amarilla, 2.9 millones de libras (1,443 toneladas) de barrilete y 0.3 millones de libras (141 toneladas) de patudo. Los cerqueros con bandera norteamericana capturaron un 97.3% de los atunes obtenidos en esta área. Las capturas indicadas anteriormente fuera del ARCAA no incluyen las capturas palangreras. La captura de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA por pabellón de barco, en término de porcentaje de la captura total durante 1973, es como sigue:

BANDERA	ALETA AMARILLA	BARRILETE
Canadá	3.9	6.9
Ecuador	2.7	10.2
Japón	1.0	0.9
México	8.1	5.6
Panamá	3.2	5.0
Perú	0.9	5.0
E.U.A.	72.5	62.3
Bermuda, Colombia, Costa Rica, Francia, Holanda, España y Venezuela	7.7	4.1

Las áreas de 1° en el ARCAA y fuera de ésta que fueron pescadas por embarcaciones de cerco durante 1973, se presentan en las Figuras 3 y 4. La Figura 3 indica las áreas que produjeron aleta amarilla en el ARCAA durante viajes sin reglamentar, en el área E-1 durante viajes tanto sin reglamentar como reglamentados y fuera del ARCAA durante viajes reglamentados. Las capturas principales de aleta amarilla durante 1973 se obtuvieron en el área frente a Colombia, Panamá y Costa Rica. Los registros de los cuadernos de bitácora de los cerqueros indican que las 22 áreas de 1° en esta zona de pesca, presentada como una sombra sólida en la Figura 3, produjeron 49,392 toneladas de aleta amarilla y 8,552 toneladas de barrilete, que es aproximadamente el 26% de la captura anual de aleta amarilla y barrilete en el ARCAA. La captura de aleta amarilla fuera del ARCAA se concentró, como en años anteriores, entre los 120°-125°W, pero durante 1973 la pesca se extendió ligeramente al norte y sur cerca a los 120°W. Aproximadamente el 21% de aleta amarilla y el 41% del barrilete capturado fuera del ARCAA, se registró como proveniente del área entre los 120°-121°W.

La captura de barrilete obtenida por cerqueros durante todos los viajes de pesca en 1973 de los cuáles la Comisión tiene datos de bitácora, se indica por áreas de 1° en la Figura 4. La producción de barrilete fue muy limitada al norte de los 10°N; las capturas en esta área fueron probablemente las más pequeñas en la historia de pesca del barrilete. Las únicas áreas que produjeron capturas substanciales fueron entre Colombia y Costa Rica, que fue el área principal de aleta amarilla en 1973 junto con la región del Golfo de Guayaquil. Es interesante observar que cerca del 11.5% de la captura de atún en el área E-1 fue barrilete.

Los desembarques (la cantidad de atún desembarcada durante el año civil omitiendo el año de captura) de aleta amarilla y barrilete del ARCAA durante 1945-1973, se presentan en la Tabla 1. Las estimaciones preliminares de los desembarques de 1973 son de 352.3 millones de libras (176,161 toneladas) de aleta amarilla y 93.6 millones de libras (46,786 toneladas) de barrilete. La cantidad de atún capturada en un año civil y entregada al año siguiente ha sido pequeña durante varios de los últimos años, ya que

la mayoría de las embarcaciones tratan de zarpar con las bodegas vacías al empezar el nuevo año de pesca para aprovechar la ventaja de la temporada libre de aleta amarilla. Los desembarques en puertos californianos por barcos con bandera estadounidense de atunes obtenidos en el ARCAA durante 1973 sumaron unas 76,186 toneladas de aleta amarilla y 14,216 toneladas de barrilete. De estas cantidades, cerca del 4.5% de aleta amarilla y el 45.5% de barrilete fueron capturados por embarcaciones de carnada y barcos con curricán; el resto fue obtenido por embarcaciones de cerco. La flota de barcos con curricán, que se encuentra basada principalmente en puertos californianos, redujo el esfuerzo de pesca en 1973 en las áreas de aleta amarilla y barrilete así que solo desembarcó en estos puertos unas 20 toneladas de aleta amarilla y 13 toneladas de barrilete durante el año.

Se estima que la captura de patudo en 1973 obtenida por la flota pesquera epipelágica en el ARCAA sea de unas 1,788 toneladas, muy semejante a la de 1972. La mayor parte de la captura fue registrada en la región Perú-Ecuador; se pescaron pequeñas cantidades en la vecinidad de las Islas Galápagos.

FLOTA INTERNACIONAL DE ATUN

La Comisión mantiene los archivos de la mayoría de los barcos que pescan atún en el ARCAA. Estos archivos incluyen información sobre las artes, bandera y capacidad de acarreo de atunes congelados. No se mantienen registros de embarcaciones palangreras individuales que maniobran en el ARCAA, ni de las flotas pequeñas de canoas o barcos pequeños que maniobran en algunos de los países de Centroamérica o Sudamérica, por ejemplo como Colombia.

Las embarcaciones se clasifican por su capacidad (arqueo en toneladas americanas) en la forma siguiente: Clase 1, 0-50 toneladas; clase 2, 51-100; clase 3, 101-200; clase 4, 201-300; clase 5, 301-400 y clase 6, 401 toneladas o más. Las embarcaciones nuevas se clasifican de acuerdo a la información recibida ya sea del propietario o constructor. La Comisión examina anualmente las fichas de desembarque de cada barco y revisa los registros de la capacidad de acarreo si ésta se encuentra indicada. En cuanto a las pequeñas embarcaciones de carnada y las bolicheras ecuatorianas, se emplea la capacidad informada por los propietarios o capitanes; si no se obtiene esta información se usa una capacidad estimada de 25 toneladas. El arqueo de embarcaciones individuales se mantiene en archivos confidenciales de la Comisión.

Las embarcaciones que se hunden o se retiran de la pesca en el ARCAA después de efectuar uno o más desembarques, se incluyen en los archivos de la flota de la Comisión de ese año. Los barcos que cambian de bandera se enumeran bajo el nuevo pabellón si realizan uno o más viajes con la nueva bandera.

La magnitud de la flota internacional de embarcaciones atuneras (excluyendo las anotadas anteriormente) que pescó en el ARCAA durante 1965-1973, es como sigue:

<u>AÑO</u>	<u>NO. DE EMBARCACIONES</u>	<u>CAPACIDAD (TONELADAS AMERICANAS)</u>
1965	253	46,743
1966	245	46,096
1967	239	45,973
1968	249	57,787
1969	250	62,219
1970	270	72,613
1971	355	95,229
1972	373	115,737
1973	355	138,152

La flota atunera de 1973 se presenta en la Tabla 3 por bandera, arte, clase de tamaño y capacidad de acarreo. Durante 1973, maniobraron barcos de 14 naciones en el ARCAA. Holanda y Venezuela entraron a pescar por primera vez esta área. Las embarcaciones de las otras 12 naciones habían pescado también en 1972. La flota atunera de 1973 (en términos de capacidad) estaba formada por 93.5% de embarcaciones de cerco, 5.1% de carnada, 0.5% de barcos con curricán y 0.9% bolicheras. En términos del número de barcos, los cerqueros formaron el 56.6% de la flota, los de carnada 29.3%, los barcos con curricán 7.9% y las bolicheras 6.2%. La capacidad de la flota en 1973 aumentó sobre la de 1972 en 22,415 toneladas. El arqueo de las embarcaciones de cerco en 1973 fue 21% superior al de 1972. Prosigue el aumento anual de la capacidad de la flota y se espera que entren a la flota durante 1974 varias embarcaciones nuevas de cerco.

REORGANIZACION DEL SISTEMA DE LOS DATOS DE CAPTURA Y ESFUERZO

Una gran parte de la investigación de la Comisión del Atún consiste en estudios sobre el efecto que tiene la pesca en la abundancia de los atunes tropicales. Estos estudios incluyen los cálculos de las siguientes estadísticas básicas: captura corriente a intervalos semanales; capturas por especie, área, país de matrícula y país en el que se hacen los desembarques; captura por día de pesca y captura por día de ausencia; captura por lance y proporción de lances positivos, y características de los barcos de la flota internacional. El tipo básico de información obtenido rutinariamente para ayudar a los investigadores en la preparación de estas estadísticas es el siguiente:

1. Características de cada barco de la flota internacional (país de matrícula, capacidad, tipo de arte, dimensiones de la red, etc.).

2. Estimación de captura de los barcos que se encuentran actualmente en el mar.
3. Estimación de las capturas de los barcos que llegan a puerto a descargar.
4. Peso de los peces desembarcados en las enlatadoras y en las embarcaciones frigoríficas.
5. Actividades diarias de los barcos obtenidas mediante los cuadernos de bitácora.

La Comisión ha usado por muchos años equipo automático para procesar los datos con el fin de compendiar y obtener los cálculos preliminares de estos informes. El sistema que se emplea ahora se ha desarrollado y actualizado a medida que se han modernizado los sistemas de cómputo que tiene la Comisión. Los informes semanales de captura se obtienen casi en su totalidad usando las calculadoras de oficina. Las estadísticas anuales de captura se hacen a mano y al fin del año se suman en la computadora. Los informes de la captura y el esfuerzo, junto con los estudios de los lances individuales, incluyen ahora más uso de las máquinas computadoras para sumarizarlos, pero los datos de los cuadernos de bitácora requieren un proceso manual y una preparación considerable antes de usar la computadora para procesar los informes individuales de los barcos. Parte de los datos de bitácora como es el tiempo en que se comenzó y terminó el lance, las temperaturas de la superficie del mar, condiciones meteorológicas, razones para no pescar, llegadas y salidas de los puertos, etc., no se incluyen todavía en ninguno de estos sistemas.

Durante 1973, los investigadores hicieron planes para renovar y actualizar el sistema de datos y utilizar con más provecho la computadora Burroughs 6700 de la Universidad de California en San Diego. Se está proyectando un sistema para que los cinco tipos de información antes mencionados puedan entrar directamente a la computadora y obtener su procesamiento completo.

El desarrollo del sistema se ha dividido en tres fases. A fines de 1973 se procesó y se perforaron las tarjetas del peso de los peces desembarcados en 1970-1973. Al usar los datos de 1973, se ensayó el programa computador para sumarizar los desembarques, las capturas e índices de captura por país de matrícula, arte, especie y una variedad de características de las embarcaciones atuneras. Durante 1974 se ampliará este sistema para incluir la información a bordo y las estimaciones en puerto, lo cuál facilitará la preparación de las estadísticas semanales de captura por el programa computador. La tercera fase en el desarrollo será la ampliación del sistema para que incluya las actividades diarias de las embarcaciones obtenidas según los cuadernos de bitácora. Creemos que con el empleo de este sistema se logrará que la compilación de los informes normales y corrientes sea más eficiente y facilitará los estudios que no se han podido realizar hasta ahora debido a la inaccesibilidad de los datos.

INVESTIGACION EN 1973**CAPTURA POR DIA, ABUNDANCIA DE ATUNES Y DINAMICA DE POBLACION****Tendencias recientes en la captura por día normal de pesca**

La Comisión utiliza la captura por día normal de pesca (CPDNP) como un índice de la abundancia relativa aparente del atún. Los datos mediante los cuales se calcula la CPDNP, se obtienen de los cuadernos de bitácora de la mayoría de los barcos que pescan atún en el Océano Pacífico oriental. La mayor parte de atún aleta amarilla desde 1960, y la mayor parte de barrilete desde 1961, ha sido capturada por embarcaciones de cerco, las cuáles abarcan más completamente las áreas de pesca que los otros tipos de embarcaciones. Por lo tanto se examina la CPDNP con relación a este tipo de embarcación. La CPDNP se encuentra influenciada hasta cierto punto por los cambios temporales y espaciales de la accesibilidad y capturabilidad de los peces, como también debido a la variabilidad en el comportamiento de los pescadores pero, sin embargo, sirve como un buen índice razonable de la abundancia aparente.

La CPDNP de atún aleta amarilla y barrilete, se presenta mensualmente desde 1960 a 1973, en las Figuras 5 y 6. Los índices se normalizan por días de pesca a la Clase 3 de cerqueros.

CPDNP de atún aleta amarilla

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

La CPDNP de atún aleta amarilla a principios de 1960 fue superior con respecto al período de años indicado. Después de una fuerte presión de pesca, declinó agudamente a mediados de 1961, y continuó reduciéndose en 1962, cuando alcanzó el punto más bajo de la serie indicada de años. La CPDNP permaneció baja en 1963 pero el esfuerzo de pesca disminuyó y la captura fue inferior a la captura equilibrada, lo que dió como resultado que la biomasa de la población aumentara aparentemente como lo refleja el aumento en la CPDNP a principios de 1964. En el último semestre de 1964, la CPDNP se redujo a un nivel que no fue muy superior al de mediados de 1963. El esfuerzo y la captura aumentaron substancialmente en 1964, y en 1965 la CPDNP se redujo estableciéndose a un nivel un poco más alto que el de 1962-1963. En 1966, el primer año de reglamentación, la CPDNP empezó a aumentar y esta tendencia ascendente continuó en 1967 y 1968. En 1968, 1969 y 1970, la CPDNP permaneció más o menos

constante a un nivel elevado; a esto siguió una reducción aguda en 1971. En 1972, la CPDNP aumentó fuertemente sobre la del año anterior y permaneció al nivel de 1968-1970 durante los 4 primeros meses del año. En 1973, la CPDNP fue muy inferior en los 2 primeros meses del año de lo que había sido durante el período de 1968-1972, pero el índice aumentó fuertemente en marzo y abril y permaneció alto en mayo; en esta época se habían terminado la mayoría de los viajes sin restricción. La CPDNP anual en 1973 se sitúa más o menos en medio de la de 1971 y 1972.

Para calcular la CPDNP de los últimos años, solo se dispone de los datos de la primera parte del año cuando se permite la pesca sin restricción de aleta amarilla. La primera parte del año es la temporada en la que la abundancia de aleta amarilla es más elevada según puede verse en la CPDNP de 1960-1965 en la Figura 5. Por lo tanto es muy probable que se sobreestime la abundancia anual en los años reglamentados si se compara con la de los años sin reglamentación. Con el fin de examinar esto, hemos calculado la CPDNP durante los 4 primeros meses de cada año; éstos se indican como líneas horizontales a puntos en la Figura 5. Los valores de enero a abril de la CPDNP son substancialmente superiores a los de la CPDNP anual de los años sin restricción, 1960-1965. En los años en los que la reglamentación ha estado en vigor las dos medidas de la CPDNP están más unidas, y en 1969 y 1973 el valor anual fue un poco más alto que los de los 4 meses. La CPDNP anual y de los 4 meses indican las mismas tendencias durante el período de 14 años.

CPDNP de barrilete

La CPDNP mensual de barrilete se indica en la Figura 6 para 1960-1973. Para calcular el índice, se han combinado los datos desde 1966 de viajes reglamentados y sin reglamentar.

En el área al norte de los 15°N (recuadro superior, Fig. 6), la CPDNP es comúnmente muy baja en la primera parte del año, apareciendo los valores más altos a fines del verano y principios del otoño. En 1973, la CPDNP fue muy pobre durante todo el año. La CPDNP en 1973, sobre una base anual, fue la más baja desde 1961.

La CPDNP de barrilete en el área al sur de los 15°N se presenta en el recuadro del medio de la Figura 6. Aunque en el sur se ha presentado una pauta menos estacional que la del norte, los valores más altos aparecieron generalmente a mediados del año. En 1973, la CPDNP fue baja todo el año con excepción de los meses de mayo y junio. Ocurrió un segundo ápice en noviembre pero éste fue a un nivel muy bajo de esfuerzo y captura. La CPDNP durante 1973 sobre una base anual fue más alta que la de 1972, pero se considera como uno de los 3 años más pobres de la serie.

Las fluctuaciones de la abundancia aparente en toda el ARCAA (recuadro inferior, Fig. 6) se vinculan estrechamente a las del área

meridional en la mayoría de los años, porque la captura allí es por lo común mucho más grande que la del norte. Esto fue especialmente real en 1973 como puede verse al comparar la CPDNP del recuadro medio e inferior de la Figura 6. La CPDNP de 1973 sobre una base anual fue la tercera más baja correspondiente al periodo 1960-1973.

Se graficaron los valores anuales de la captura por unidad de esfuerzo del barrilete en el ARCAA, contra los de la captura por unidad de esfuerzo en diciembre, noviembre-diciembre y en octubre-noviembre-diciembre del año anterior, para determinar si los índices de la abundancia a fines del año tenían algún valor pronosticable para el año siguiente. En el primer ensayo se incluyó toda el ARCAA; se examinarán luego las subáreas. Solo se emplearon los datos desde 1956 en adelante ya que no se habían obtenido antes datos mensuales. Los datos de las embarcaciones de carnada no indicaron correlaciones significativas, pero se juzgó que el esfuerzo durante los periodos de 1 mes, 2 meses y 3 meses era insuficiente en la mayoría de los años para obtener estimaciones confiables de la abundancia. Tampoco se encontraron correlaciones significativas en los datos de las embarcaciones de cerco; en algunos años después de 1966 había muy poco esfuerzo en diciembre, debido a que la mayor parte de los grandes cerqueros se encontraban fuera del ARCAA o en puerto preparándose para la apertura de la temporada. Se examinaron además los desembarques del periodo 1958-1972 de embarcaciones pequeñas ecuatorianas de carnada que pescan en su mayoría barrilete, pero no se encontraron correlaciones significativas.

Normalización del esfuerzo de pesca

En el informe anual de la Comisión de 1972 se discutió el problema de modificar el método usado actualmente de la normalización del esfuerzo de pesca aplicado por embarcaciones de diferentes capacidades de acarreo. Se continuó con esta investigación durante 1973. Para compendiar brevemente, el problema radica en el cambio de la composición de arqueo de la flota cerquera. Cuando los investigadores empezaron a normalizar el esfuerzo de pesca a principios del decenio de 1950, la mayoría de las embarcaciones de cerco pertenecían a la clase 3 de capacidad (101-200 toneladas de capacidad de acarreo); consecuentemente se escogió esta clase como la normal de arqueo. Representó bastante bien la flota durante varios años. Sin embargo, en años recientes, la composición de arqueo de la flota ha cambiado drásticamente; ha entrado un diluvio de embarcaciones nuevas a la pesca y la mayoría de éstas se ubica en la clase 6 (401+ toneladas de capacidad de acarreo). Como en la mayoría de las nuevas embarcaciones la capacidad de acarreo fluctúa de unas 500 a más de 2,000 toneladas, se decidió dividir en varias clases nuevas la clase 6 de arqueo y escoger entre ellas una clase nueva normal.

La clase 6 de arqueo antigua fue dividida en nuevas categorías en la siguiente forma: clase 6, 401-600; clase 7, 601-800; clase 8, 801-1000; clase

9, 1001-1200 y clase 10, 1201+. Como vía de ensayo se eligió la clase 7 como la nueva categoría normal de arqueo debido a que la captura del aleta amarilla por día de pesca, durante los años de estudio, no aumentó más allá de la clase 7, conforme al aumento de la capacidad de los barcos. Además, los barcos de esta categoría han estado presentes en la pesca desde 1962, y hay tantas embarcaciones nuevas de esta clase que por varios años no disminuirá grandemente el número de barcos de esta categoría.

La captura de aleta amarilla por día de pesca y capacidad individual de 1960 a 1972, se presenta en la Figura 7. La captura por día de pesca de las embarcaciones más pequeñas, clases 3, 4 y 5 (Fig. 7, recuadro superior), es muy semejante en la mayoría de los años, y los cambios de un año a otro son moderados con excepción de las clases 4 y 5 entre 1960 y 1961. Parece que hubo un fuerte aumento en la eficacia de las clases 6 y 7 en los años de 1967 y 1968 (Fig. 7, recuadro inferior). Esta fue la época en la que entraron en la flota embarcaciones nuevas de estas categorías y empezaron a pescar mar afuera, atunes asociados con delfines. A principios del decenio de 1960 las grandes embarcaciones pescaron principalmente cerca a la costa al sur de los 10°N. Debido a estos cambios, no debe compararse tal vez la captura por día de pesca de las clases 6 y 7 a principios y a fines del decenio de 1960.

Los factores de eficacia de las clases de arqueo fueron calculados usando la media geométrica de las proporciones de cada categoría con relación a la clase normal (7), para las categorías 3 a 10 de arqueo desde 1962 hasta 1972. A causa del cambio aparente en 1967-1968 en la eficacia de los barcos de la clase normal de capacidad, se decidió emplear el promedio de los factores de eficacia de 1969-1972 con el fin de normalizar el esfuerzo de pesca de las categorías 3 a la 6 para 1960-1968. En 1969-1972, se aplicaron los factores anuales de eficacia de la clase de capacidad a cada categoría de arqueo. Los resultados se presentan en la Figura 8, donde la captura por día normal de pesca (CPDNP) de atún aleta amarilla, normalizada a la clase 7, se compara con la CPDNP normalizada a la clase 3 de cerqueros (la clase normal antigua). En todos los años, como era de esperarse, la CPDNP en unidades de la clase 7, es superior a la CPDNP en unidades de la clase 3. La CPDNP en unidades de la clase 7 presenta un aumento mucho más agudo en el período de 1967-1968 que la CPDNP normalizada a la clase 3; sin embargo, la reducción en la CPDNP en unidades de la clase 7 en 1971 es mucho más aguda que la de la CPDNP en unidades de la clase 3. La CPDNP de 1972 en unidades de la clase 3 es 5.97, lo que indica que la abundancia aparente se encuentra aproximadamente a la mitad de lo que fue en 1960 (7.99) y 1961 (4.83). La CPDNP en 1972, en unidades de la clase 7 es 9.31 lo que indica que la abundancia aparente es ligeramente inferior en 1972 de lo que fue en 1961 (10.00).

Se continúa con estas investigaciones y se están estudiando otros métodos de normalización. La variación en la captura por día de pesca de

embarcaciones individuales dentro de las clases de capacidad será también investigada.

Atún aleta azul

El atún aleta azul del norte, (*Thunnus thynnus*), aparece estacionalmente en las aguas frente a México, los Estados Unidos y Canadá, siendo pescado significativamente durante el verano y a principios del otoño por embarcaciones de cerco de varias naciones. Las capturas durante años recientes ha fluctuado entre 4,000 y 17,000 toneladas.

El atún aleta azul capturado en el Pacífico oriental forma aparentemente solo una porción de una población más grande que se desplaza a través del Océano Pacífico. Un número de peces aleta azul que fueron marcados frente a México y al sur de California fueron recapturados más tarde frente al Japón viceversa.

Durante los primeros ciclos de su vida, el aleta azul sufre una pesca epipelágica considerable cerca al Japón y Taiwan. Estos peces pertenecen aparentemente a la misma población que sostiene la pesca epipelágica en el Pacífico oriental, la cuál depende también de peces que se encuentran en sus primeros años de vida. A medida que envejecen y crecen, son capturados por la pesca con palangre del Océano Pacífico noroeste. En una época la pesca palangrera de esta especie tuvo una importancia considerable, produciendo capturas bastante grandes, pero en años recientes las capturas se han reducido a niveles muy bajos. Por eso, la captura total de aleta azul obtenida en las tres pescas (la pesca con palangre, la pesca epipelágica del Pacífico occidental y la pesca epipelágica del Pacífico oriental) ha declinado. Es muy importante determinar si esta reducción se relaciona a la explotación del hombre o a tendencias en la abundancia natural. En la pesca del Pacífico oriental la historia de captura refleja fluctuaciones significativas, pero hasta el momento no se puede relacionar con los efectos de la pesca ni con las condiciones ambientales.

Debido a la importancia internacional de esta pesca, los investigadores han empezado una investigación preliminar sobre la dinámica del aleta azul y han obtenido desde 1952 registros de bitácora sobre la actividades de los barcos que pescan esta especie. Estos registros se han examinado con el propósito de estimar el esfuerzo de pesca y formular índices de la abundancia de este atún. El muestreo en los muelles se comenzó en escala limitada durante 1973, pero se intensificará en el futuro. Estos datos se emplearán, entre otras cosas, para estudiar la composición de talla de la captura y para examinar la fuerza de la generación de un mismo año.

Los científicos de la Comisión han iniciado además estudios sobre la distribución y abundancia de las larvas de atún aleta azul. Los resultados de estos estudios se usarán para examinar las relaciones que puedan existir entre los factores ambientales en el área de desove y la fluctuación en la

abundancia de la generación de un mismo año. Las mismas técnicas que se están empleando con relación a los estudios de barrilete, de este tipo, se emplean para el atún aleta azul.

Ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo y por barco, de embarcaciones de cerco de diferentes clases de arqueo

En estudios anteriores y en los que se continúan actualmente, el personal de la Comisión ha investigado la eficacia de las diferentes clases de arqueo de las embarcaciones atuneras, al comparar sus capturas por día de pesca y sus capturas por día de ausencia. Estos estudios se han conducido principalmente para obtener los factores de eficacia de cada clase de capacidad que se emplea para normalizar el esfuerzo pesquero y aumentar así la precisión de nuestro avalúo de la captura por unidad de esfuerzo. Otra manera de comparar la eficacia de las diferentes clases de arqueo, y una más conveniente para comparar la aptitud económica, es calcular la captura por tonelada de capacidad de acarreo (CPTCA) de cada clase.

Los datos empleados para este estudio fueron los de los desembarques efectuados por embarcaciones de cerco con base en California y Puerto Rico, correspondientes a los años 1963-1972. Se dividieron estas embarcaciones en diferentes clases, basándose en la capacidad de acarreo de atunes como sigue: clase-3, 101-200 toneladas; clase-4, 201-300 toneladas; clase-5, 301-400 toneladas; clase-6, 401-600 toneladas; clase-7, 601-800 toneladas; clase-8, 801-1000 toneladas; clase-9, 1001-1200 toneladas; clase-10, 1201 toneladas y más.

Para calcular la CPTCA de cada clase, se dividió la captura total de cada especie de todas las fuentes accesibles (es decir, de viajes sin reglamentar y reglamentados en el ARCAA, viajes en el Pacífico fuera del ARCAA y viajes en el Atlántico), por la capacidad total de acarreo de cada clase en cada año.

Los resultados se presentan en el recuadro superior de la Tabla 5. En todos los años menos en tres, la clase 3 de arqueo ha tenido la CPTCA más alta de todas las clases. La CPTCA de las clases 6 y 7 aumentó entre 1965 y 1967, y la CPTCA de la clase 7 continuó aumentando más lentamente hasta 1971, y se ha reducido desde entonces. La tendencia de la CPTCA para todas las clases de arqueo ha sido descendente desde 1968, con excepción de la clase 3 y 7; sin embargo, no existen datos sobre suficientes años de las clases 9 y 10 para analizar las fluctuaciones anuales.

Luego se multiplicó la CPTCA de cada especie por los dólares pagados por tonelada de cada especie para obtener las estimaciones del promedio de la ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo de cada clase durante cada año. Los resultados se presentan en la Figura 9 y en la parte central de la Tabla 5 (se han combinado las clases de arqueo 3, 4 y

5 en la figura). El promedio de ganancia bruta por tonelada de capacidad de embarcaciones más pequeñas (clases 3, 4 y 5) ha permanecido bastante constante desde 1966. La ganancia bruta por tonelada de capacidad de las clases 6 y 7 fue inferior a la de las embarcaciones más pequeñas hasta 1968-1969. Hubo una tendencia ascendente, progresiva, en la ganancia bruta por tonelada para la clase 6 hasta 1971, y para la clase 7 hasta 1972. La ganancia bruta por tonelada de capacidad para las clases 8, 9 y 10 tiende a ser inferior a la de las clases más pequeñas durante la serie limitada de años de la cuál se tiene datos de esas clases.

La ganancia bruta por tonelada de capacidad de cada clase se multiplicó por el promedio de capacidad de cada barco para obtener una estimación del promedio de la ganancia bruta por barco. Los resultados se presentan en la parte inferior de la Tabla 5 y en la Figura 10 (se combinan las clases 3, 4 y 5 en la figura). El promedio de la ganancia bruta por barco aumenta con la capacidad del barco hasta la clase 8. El promedio de la ganancia bruta para barcos de las clases 7, 8 y 9 ha sido casi igual desde 1970 a 1973. El promedio de la ganancia bruta para la clase 10 fue substancialmente superior a la de los barcos en todas las otras clases en 1971, 1972 y 1973, los únicos años para los que se tienen datos de la clase 10 de embarcaciones.

Indices de la biomasa según observaciones sobre las embarcaciones de cerco

Se terminó el trabajo sobre los índices de la biomasa del atún aleta amarilla y barrilete de los archivos de pesca de las embarcaciones cerqueras. El procedimiento intenta explicar los cambios en la eficacia de la flota, las variaciones del tiempo disponible de exploración debidas a los cambios de la abundancia del atún y el tiempo correspondiente que se gasta en hacer los lances, junto con las variaciones espacio-temporales de la distribución del atún. El análisis de los archivos desde 1960 a 1971, ha sido terminado y un manuscrito en el que se informa sobre la metodología y la aplicación de este estudio ha sido examinado por expertos externos. El análisis preliminar de los registros más recientes con respecto a la temporada de pesca de 1972, ha sido terminado. Se presenta a continuación un resumen de los resultados principales.

- 1) Las embarcaciones de las clases 3 y 6 han aumentado su velocidad de cruce durante el período, incrementando por lo tanto su poder de exploración.
- 2) Ha aumentado en todas las clases la probabilidad de obtener caladas positivas en cardúmenes apercebidos de delfines y probablemente en cardúmenes mixtos de peces.
- 3) El tiempo necesario para halar las capturas a bordo se ha reducido en todas las clases.

- 4) La clase 3 de embarcaciones y probablemente la 4, tienden a capturar cardúmenes más pequeños que las clases 5 y 6. Las embarcaciones de las clases 5 y 6 no parecen escoger entre ellas cardúmenes de distintos tamaños.
- 5) En los últimos años la clase 6 de embarcaciones ha capturado una porción más grande de los peces en cada lance que la clase 5. La clase 6 de embarcaciones comenzó siendo inferior a la clase 5 a este respecto, pero ha mejorado a través de los años. La clase 6 es probablemente más efectiva que las clases 3 y 4, pero es imposible hacer una comparación absoluta debido a la diferencia que existe en la estrategia entre las clases de capacidad de las embarcaciones. Sin embargo, parece que las clases 3, 4 y 5 han permanecido estáticas con relación la una de la otra, en términos de la proporción capturada de cada cardumen, mientras la clase 6 ha mejorado.
- 6) La abundancia de atún aleta amarilla fue superior en 1960, declinó rápidamente en los 2 años siguientes y permaneció a un nivel bajo hasta que empezó a recuperarse alrededor de 1967. Alcanzó su máximo en 1968 y, en promedio, ha declinado desde entonces.
- 7) La abundancia de barrilete fue catalogada en tres subáreas. En el norte, la abundancia aumentó durante los primeros años y fluctuó a un nivel bajo de ahí en adelante. En el sur, el Golfo de Guayaquil exhibió una reducción general interrumpida por tres incrementos principales en 1961, 1963 y 1967. La reducción del promedio de la biomasa anual se debió a la intensificación de pesca y no refleja necesariamente una reducción en el reclutamiento. La región central tuvo una abundancia baja durante todos los años.

Estudios de simulación de la computadora

TUNPOP, es un modelo computador de simulación de la población del atún aleta amarilla y de la pesca epipelágica en el Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA) que fue descrito brevemente en el informe anual de la Comisión de 1972. No se cambió la estructura básica del modelo en 1973, pero se utilizó en otras fases investigativas de la Comisión.

El modelo está formado por las siguientes constantes y variables: reclutamiento, crecimiento, mortalidad (por pesca, natural y total), vulnerabilidad (capturabilidad), accesibilidad y esfuerzo.

Cada año se reclutan en la pesca dos grupos de peces, X e Y, el primero durante el primer semestre del año y el último durante el segundo semestre. Según los datos de la talla a la edad, se convirtieron los datos frecuencia-talla de 1966-1971, a datos frecuencia-edad (incluyendo los grupos X e Y).

Luego, con la ayuda de los datos de captura, se estimaron las capturas trimestrales, en cantidades de peces, de cada grupo de edad. Suponiendo que la accesibilidad ρ , es igual a 1, se empleó el método de Murphy junto con los datos de captura y los datos correspondientes del esfuerzo para estimar el reclutamiento de cada generación de un mismo año (dividido) entre los grupos X e Y) y los coeficientes de la mortalidad total anual, Z , durante cada trimestre, para cada generación de un mismo año y para cada grupo. Se supone que el coeficiente de la mortalidad anual natural M , es 0.8 y si se resta esta cifra de la estimación de Z , resulta una estimación de los coeficientes de la mortalidad anual por la pesca, F , durante cada trimestre para cada generación de un mismo año y para cada grupo. La división de las estimaciones de F por los valores correspondientes del esfuerzo de pesca, resulta en estimaciones de los coeficientes de capturabilidad, q .

Se combinaron de varias maneras las estimaciones de las constantes y variables para las simulaciones del computador con el fin de obtener las estimaciones de la cantidad y peso de las capturas y el peso promedio de los peces en las capturas, para compararlas con los valores actuales. Se supuso en estas simulaciones que el reclutamiento estaba como "el filo de un cuchillo" apareciendo los peces del grupo X al principio del primer trimestre cuando tenían una talla de 40 cm y los del grupo Y de la misma talla a principios del tercer trimestre. Se siguieron utilizando las estimaciones de 1 y 0.8 respectivamente de ρ y M .

En la primera simulación se empleó el promedio de los valores de la edad-específica (es decir el promedio de las generaciones de los 6 años) de q de los grupos X e Y, en combinación con los valores individuales observados del esfuerzo de pesca para obtener estimaciones trimestrales de F a edad específica. En la segunda simulación se utilizó el promedio de los valores de la edad específica de F . La cantidad y el peso de las capturas junto con el peso promedio de los peces en las capturas se indican en las Figuras 11, 12 y 13. La segunda simulación produjo resultados más próximos a los valores observados en cuanto a las cantidades y peso en las capturas, pero la primera simulación produjo mejores resultados con relación al peso promedio de los peces en la captura. Según los resultados de salida de estas simulaciones, parece que para mejorar el modelo deben de obtenerse mejores estimaciones del esfuerzo para el aleta amarilla, es decir, debe concebirse un método mejor para dividir el esfuerzo que se ejerce en la captura del atún aleta amarilla y barrilete, y se deben incorporar al modelo los factores de la accesibilidad a edad específica y a tiempo específico.

Segundo, se realizó un análisis para estimar la sensibilidad de la información de salida del modelo con relación a los cambios sistemáticos de los parámetros de entrada y de las variables independientes. Se usaron tres variables de salida, la cantidad de captura anual, peso de la captura

anual y peso promedio anual de los peces en la captura. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 6. En la proximidad general de los valores de las variables y los parámetros de entrada del modelo, usados en la segunda simulación, la salida (especialmente de la captura en peso) es mucho más sensible a los cambios en el reclutamiento, mortalidad natural y accesibilidad, que a los cambios de una magnitud similar de la capturabilidad a edad específica o del esfuerzo de pesca. Por ejemplo, una disminución del 10% en la accesibilidad produce una reducción en la captura (en términos de peso) que es 17% mayor que la reducción en la captura producida por una disminución de 10% en el esfuerzo de pesca. Además, un cambio del 10% en la mortalidad natural produce un cambio mayor al 10% en el peso de la captura. Finalmente, en la proximidad de los valores de salida del modelo y de los parámetros usados en la segunda simulación, la captura es más sensible a los cambios en la capturabilidad de peces de 3 años de edad que la de cualquier otro grupo de edad.

Tercero, TUNPOP fue usado para investigar aún más varias hipótesis que tratan de la estructura básica de la población del atún aleta amarilla, y las consecuencias de esta estructura en el desarrollo de la pesca durante los últimos 10 años. Este trabajo se describe en una sección posterior de este informe (página 108).

Cuarto, TUNPOP fue empleado en un análisis múltiple de la producción por reclutamiento de la subpoblación, el cuál indicó que bajo el promedio de los índices (tasas) estimados de la mortalidad por la pesca a edad específica, que prevalecen en las cohortes X e Y reclutadas entre 1966 y 1971, el rendimiento por recluta de atún aleta amarilla no puede aumentar significativamente en el ARCAA al aumentar simplemente el esfuerzo de pesca. Para aumentar el rendimiento por recluta tendría que ocurrir un cambio significativo en la mortalidad por pesca a edad específica, es decir, habría que reducir la captura de peces más pequeños.

Finalmente, TUNPOP fue usado como base para un modelo que simula la corriente teórica de energía a través de la población del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental. Esto se realizó al ajustar el simulador de población de TUNPOP con los parámetros energéticos en forma de relaciones empíricas y conjeturando estimaciones óptimas de los procesos consumidores de energía, que dio como resultado el simulador ENSIM. Este es un modelo de la población explotada de atún aleta amarilla dentro de la amplitud de talla de 40 a 145 cm, abarcando por lo menos el 92% de la captura en el ARCAA durante el período de 1964 a 1972. Las relaciones energéticas del crecimiento, estasis metabólico y natación con fines de alimentación y respiración fueron obtenidas según estimaciones publicadas e inéditas. Se está preparando un manuscrito en el que se describen estas relaciones.

Los tres procesos, crecimiento, estasis metabólico y natación representan los procesos de demanda continua en la biología de los atunes.

El desove y el desplazamiento se entienden muy poco desde el punto de vista del consumo de energía de los atunes, y por lo tanto se han omitido en la simulación de energía. Esto limita las estimaciones de la utilización de energía a estimaciones de una utilización mínima diaria. Estos consumos de energía son funciones que se relacionan con la talla. La energía gastada en calorías se convierte en volumen de comida en términos de porcentaje de peso del cuerpo de los peces consumidos por día. En la Figura 14 se presentan los resultados de estas conversiones como una función de longitud. Los valores de las tallas más pequeñas (menos de 60 cm) se comparan bien con las cantidades del alimento requerido por especies afines a los atunes que se mantienen en grandes viveros en el laboratorio del NMFS de Honolulu. En la Figura 15, se presentan las estimaciones del promedio de la biomasa anual de la población explotada durante el período de 1964-1972 obtenidas por ENSIM. Puede verse que las estimaciones de la biomasa han aumentado desde el primer período y han permanecido relativamente estables durante los últimos años. En la Figura 16, se presentan las estimaciones del consumo de energía de la biomasa indicadas en la Figura 15.

Estas estimaciones mínimas de la utilización de la energía pueden usarse como verificaciones preliminares de las estimaciones de la biomasa en la población. Existen suficientes datos sobre la productividad primaria, de varios cruceros oceanográficos, de modo que los resultados de salida del modelo energético pueden examinarse contra los recursos de energía disponibles con el fin de ver que no exista gran diferencia entre las calorías disponibles y las necesidades mínimas de consumo. Existen ciertamente muchas especies que forman una biomasa significativa y que compiten con el atún aleta amarilla en cuanto a la alimentación, así que cualquier vínculo estrecho entre las calorías disponibles y el consumo de energía simulado, indicaría probablemente una sobreestimación de la biomasa del atún aleta amarilla en el ARCAA. La productividad primaria en el ARCAA tiene un promedio aproximado de 2,340 calorías por metro cuadrado al día. La reserva permanente de alimento equivale aproximadamente a 1,200 calorías por metro cuadrado. Estos valores representan las calorías disponibles en la columna de agua, aproximadamente a unos 200 metros de profundidad. La estimación según ENSIM del promedio de la biomasa de la población sin explotar del aleta amarilla (antes de que se fomentara la pesca) es aproximadamente de 600,000 toneladas métricas. Si esta biomasa consume por día, el equivalente al 10% de su masa, el promedio calórico necesario por metro cuadrado en el ARCAA sería aproximadamente de 4.25 calorías. Este valor es pequeño si se compara ya sea con la productividad primaria o los valores calóricos del alimento. La autocuestión principal que se presenta es la del índice de conversión en forma continua de las calorías de la productividad primaria con relación al alimento de los atunes. No se dispone de buenas estimaciones actuales para estos procesos.

El desarrollo de los modelos de esta índole como los dos descritos, TUNPOP y ENSIM, es una etapa hacia el desarrollo de hipótesis verificables en estudios de problemas complejos, como lo ilustra la pesca del atún aleta amarilla y su administración. Los modelos se emplean para evaluar, comparativamente, los índices relativos de explotación de las existencias mientras cambia el esfuerzo y la magnitud de la población. La interpretación de los resultados de los modelos es especulativa, pero es útil para lograr comprender mejor las consecuencias como son los cambios del esfuerzo de pesca sobre la magnitud de la población y en la talla promedio de los peces en la captura. Así que estas técnicas de modelaje sirven de instrumento poderoso para la administración de las pesquerías.

Programas de cómputo

En 1973, se adaptó una serie de programas que trata de las estadísticas y de la dinámica de población, a la computadora Burroughs 6700 que emplea la Comisión mediante un contrato con la Universidad de California, en San Diego. Los investigadores de la Comisión comenzaron además a preparar un manual de programas computadores para familiarizar a los investigadores interesados con los métodos y análisis estadísticos usados por la Comisión, y presentaron al mismo tiempo las instrucciones relativas al uso de los programas. Este reemplazará en su mayor parte al manual original preparado en 1966, que parcialmente ya es anticuado. Los programas fueron adaptados según varias fuentes y se escogieron por ser aplicables a la pesca. Algunos de los programas tratan de los análisis estadísticos, como es el análisis de la variancia, suma de cuadrados del procedimiento simultáneo de prueba, prueba de Student-Newman-Keul, prueba de homogeneidad de la variancia, y la prueba de no aditividad de Tukey. Los programas de la dinámica de población se refieren al muestreo, crecimiento, eficacia y abundancia, supervivencia, mortalidad, explotación y modelos de producción.

ESTADISTICAS VITALES, MIGRACIONES Y ESTRUCTURA DE POBLACION

Composición de talla en la captura comercial de 1973

Los ejemplares frecuencia-talla de aleta amarilla y barrilete han sido obtenidos por la Comisión desde 1954 en los desembarques comerciales de embarcaciones de carnada y de cerco. Se ha empleado la información de estos ejemplares para estimar el índice (tasa) de crecimiento, mortalidad, rendimiento por recluta y abundancia de la generación de un mismo año. Los resultados de estos estudios se han informado en varios boletines de la Comisión y en informes anuales anteriores.

En 1973, se midió la frecuencia-talla de 334 muestras de aleta amarilla y 129 muestras de barrilete de capturas desembarcadas en California, Puerto Rico, Perú y Ecuador. La distribución anual, frecuencia-talla, del

aleta amarilla capturado en el ARCAA correspondiente a los años 1968-1973 se presenta en la Figura 17. La estimación preliminar en 1973 del peso promedio de esta especie en el ARCAA es 28.3 lb., es decir 9.5 lb. inferior al promedio del peso de 1972, y 0.6 lb. superior al peso promedio de 1971.

En 1973, así como en años anteriores, hubo un aumento en la talla promedio de los peces con relación a la distancia de la costa. Esto se ilustra en la Figura 18. Los dos recuadros superiores indican la distribución frecuencia-talla del atún aleta amarilla capturado en las áreas 4 y 5, y en las áreas 24 y 25, las zonas costaneras y oceánicas de la región central (entre los 5°N y 20°N) del ARCAA. (Las áreas de muestreo se ilustran en la Figura 19). Los dos recuadros inferiores de la Figura 18 indican la distribución frecuencia-talla del aleta amarilla capturado en el área experimental (véase la Fig. 1) al oeste de las Islas Galápagos y en el área al oeste del límite del ARCAA. El peso promedio de esta especie en las áreas 4 y 5 fue 24.5 lb. con relación a 61.0 lb. en las áreas 24 y 25, una diferencia de 36.2 lb. En años anteriores, la diferencia en el peso promedio del aleta amarilla en las dos áreas fue en la escala de 5 a 20 lb. El peso promedio de esta especie capturada al oeste del ARCAA (recuadro inferior, Fig. 18) fue 86.3 lb., el peso promedio más alto que se haya tenido desde que se pescó por primera vez en esta área en 1969. El peso promedio en años anteriores fluctuó de 58.6 a 75.7 lb. El peso promedio de aleta amarilla en el área experimental al oeste de las Galápagos (tercer recuadro, Fig. 18) fue 56.2 lb.

La distribución anual frecuencia-talla de todos los ejemplares de barrilete medidos en el Océano Pacífico oriental en 1968-1973 se indica en la Figura 20. La estimación preliminar en 1973 del peso promedio de barrilete es de 8.0 lb., muy próximo al peso promedio de 1971 (8.7 lb.) y 1972 (8.8 lb.).

Crecimiento del atún aleta amarilla según progresiones modales

En ensayos continuos para definir con más precisión los parámetros del crecimiento del aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, los investigadores han comenzado un nuevo estudio de los datos frecuencia-talla. Basados en los datos de las medidas obtenidas en los mercados desde 1963 hasta fines del primer semestre de 1973, se han obtenido las estimaciones preliminares al seguir las progresiones modales de las distribuciones mensuales frecuencia-longitud. Los datos han sido analizados desde un punto de vista más conservador que en las investigaciones anteriores.

El resultado de una selección de datos más bien estricta fue que solo se dispuso de un cuarto de los modos para el análisis, pero se espera que podrá tenerse más confianza en los resultados. Muchas de las progresiones parecen ser notablemente lineales. Los modos usados varían de 49 cm

hasta 136 cm. El número de modos en las progresiones varió de 4 a 13. El número total de progresiones fue 58.

Debido al pequeño número de progresiones en algunas de las áreas de muestreo, se combinaron las áreas adyacentes después de determinar primero que los gradientes del medio no se diferenciaban mayormente. Resultaron tres áreas principales: una al norte cerca de la costa mexicana, vecina de las Islas Revillagigedo y fuera del ARCAA, principalmente localizada entre los 5° y 15°N; una en el área central frente a la América Central; y una al sur frente a Perú-Ecuador y las Islas Galápagos. Se estimó un gradiente común o índice de crecimiento en cada área principal y los resultados se enumeran enseguida:

<u>Áreas principales</u>	<u>Número de modos</u>	<u>Talla media (cm)</u>	<u>Crecimiento (cm/mes)</u>	<u>Límite del 95% (cm/mes)</u>	
Norte	132	86	3.59	3.49	3.60
Central	112	96	3.04	2.94	3.14
Sur	75	82	4.26	4.11	4.41

Los gradientes son significativamente diferentes ya que no se superponen los límites de confianza del 95%. Se puede discutir que estas diferencias se relacionan con las de la talla principal, debido a la reducción del crecimiento con relación a la talla de acuerdo a la curva de crecimiento de von Bertalanffy. Al tratar de reducir al mínimo las diferencias de las tallas medias, se volvieron a calcular los gradientes excluyendo todos los modos inferiores a 80 cm y superiores a 120 cm. Los gradientes permanecieron casi idénticos pero las tallas medias variaron solamente de 94 a 101 cm, y estas diferencias no se consideran significativas. Como se eliminó la mitad de los datos, los límites de confianza fueron así más amplios y casi superpuestos. Si los gradientes indicados en la tabla (anterior) reflejan actualmente el crecimiento, entonces este análisis indicaría que solo una pequeña porción de las diferencias se consideran como debidas a las diferencias de talla. El resto, por lo tanto, puede ser causado por factores ambientales como son la temperatura y la accesibilidad de alimento, o tal vez se debe a las diferencias genéticas entre las áreas si existen tales diferencias, o a alguna combinación de estos factores.

Antes de obtener determinaciones finales según estos análisis preliminares, se sujetarán los datos a un análisis estadístico más riguroso. Los datos similares de frecuencia-longitud que se tienen para el período anterior a 1963 serán analizados en la misma forma. Los resultados de todos estos análisis serán comparados con las estimaciones de crecimiento de otros análisis de datos de progresiones modales y de marcación, como también la información sobre la población según los estudios morfométricos, serológicos y del marcado.

Hábitos gregarios del atún aleta amarilla

Con la intención de conocer mejor las agrupaciones de los atunes aleta amarilla en lo que se relaciona a la variación de talla de los peces en los

cardúmenes y entre éstos, el personal de la Comisión ha analizado los datos de la composición de talla correspondiente al período de 1969-1972, basado en las muestras obtenidas en las bodegas de los barcos que contenían peces provenientes de una redada y varias de ellas, realizadas en un área de 1°.

Se consideran dos tipos posibles de error, la diferencia entre las clases de capacidad de las embarcaciones y la diferencia entre muestreadores. No se observó ningún efecto sobre la composición de talla en las muestras de los peces de la clase de capacidad de los barcos. Se observaron algunas diferencias entre los muestreadores cuando los peces de la muestra fueron en su mayoría grandes, pero no cuando la mayoría eran pequeños. Esto indica la posibilidad de error en los estudios de talla de peces en los que se incluyen grupos de más edad.

Las muestras se dividieron en dos categorías: 1) cardúmenes de atún aleta amarilla sin delfines, llamados "cardúmenes de peces" (esta clasificación se volvió a dividir entre cardúmenes de atún aleta amarilla puro y mezclado con otras especies); 2) cardúmenes de atún aleta amarilla mezclados con delfines, llamados "delfines-peces."

Las redadas en cardúmenes de peces se realizan generalmente más cerca al litoral que las caladas que se hacen en delfines-peces. Los peces en los cardúmenes del primer grupo son por lo general más pequeños y homogéneos en talla que los del último grupo. Sin embargo, la talla promedio de los peces, y la homogeneidad en la distribución de talla entre las caladas y en ellas, varía de acuerdo al área y tiempo en ambos tipos de cardúmenes. Se está tratando de relacionar estas variaciones con los desplazamientos de los peces y las temperaturas superficiales del mar.

Se considera la posibilidad de aumentar el número de peces en las muestras obtenidas en cardúmenes asociados con delfines, con el fin de tener muestras más representativas de estos peces. Se cree que los gastos extras en la obtención de muestras más grandes se justifica, ya que suministrará más conocimiento sobre la distribución de talla, hábitos gregarios y crecimiento.

Estudios de la población de atún amarilla

En 1973, la Comisión y el Far Seas Fisheries Research Laboratory del Japón comenzaron un estudio colaborativo de 2 años sobre la dinámica poblacional del atún aleta amarilla en el área extensa del Océano Pacífico. En septiembre de 1973, viajó al Japón un investigador de la Comisión. A fines de 1974, los dos científicos viajarán a la Jolla y trabajarán juntos en el proyecto por otro año. Se le dará un interés especial a la identificación de las existencias y a la interacción entre la pesca epipelágica (con redes de cerco) y la palangrera.

El trabajo inicial se ha concentrado sobre el estudio detallado de los datos frecuencia-talla del aleta amarilla pescado con artes palangreras con

la esperanza de poder establecer claramente las poblaciones regionales mediante el descubrimiento de grandes generaciones locales de un mismo año.

Los resultados son preliminares pero es evidente que la pesca palangrera al este de los 140°W ha producido en su mayoría atunes aleta amarilla más grandes (talla modal de unos 140 cm), a pesar de que la pesca epipelágica demostró claramente que los peces de 80 a 140 cm eran abundantes en toda el área. En contraste, se encontraron en el Pacífico central dos modos, uno de aproximadamente 110 cm y el otro de unos 125 cm.

Los datos de captura palangreros indican la aparición de fuertes generaciones de un mismo año, pero no se ha establecido claramente la localidad.

Marcado de atún

Se le ha prestado un interés considerable al marcado durante 1969-1973 debido al gran incremento que ha tenido recientemente la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas mar adentro; por lo consiguiente, es necesario obtener más conocimiento sobre el grado de mezcla que existe entre los peces de las distintas áreas cerca y fuera de la costa, y entre los peces de la costa y fuera de la costa. Como el atún aleta amarilla (rabil), ha sido mucho más explotado que el barrilete (listado) en áreas en las que se ha pescado recientemente con más intensidad, se le ha prestado más importancia a esta especie. Se realizaron durante este período 11 cruceros fletados y varios cruceros de oportunidad.

Se han obtenido casi todas las recapturas de los cruceros de marcado realizados antes de 1973. Los resultados, hasta ahora, de las recapturas recibidas durante 1973 son los siguientes:

Área de liberación	Fecha de liberación	Aleta Amarilla			Barrilete		
		Liberados	Recapturados	Antes de 1973	Liberados	Recapturados	Antes de 1973
Crucero 1055 (cerquero <i>Connie Jean</i>)							
Manzanillo	oct. 1969	436	49	0	1	0	0
Acapulco	oct.-nov. 1969	4,734	434	0	29	0	0
10°N-100°W	nov. 1969	1,714	109	0	5	0	0
10°N-108°W	nov. 1969	1,636	89	1	197	0	0
Crucero 1063 (cerquero <i>J. M. Martinac</i>)							
Centroamérica	jun. 1971	1,790	88	4	0	—	—
Baja California	jul. 1971	654	66	4	11	1	0
Crucero 1066 (cerquero <i>Marco Polo</i>)							
Oeste Islas							
Revillagigedo	nov. 1971	222	29	5	0	—	—
8°N-105°W	nov. 1971	2,968	101	4	0	—	—
Crucero 1068 (cerquero <i>Mary Antoinette</i>)							
9°N-118°W	jul.-ag. 1972	3,599	16	10	0	—	—
Islas							
Revillagigedo	ag. 1972	215	2	2	0	—	—

Las áreas de liberación y recaptura de los peces en el Crucero 1068, liberados en la vecindad de los 9°N-118°W, se presentan en la Figura 21. Las 11 recapturas de las áreas de liberación fueron todas de peces recapturados por la embarcación en la que se realizó el marcado, unos pocos días después de haberlos liberado. Todas menos tres de las recapturas obtenidas fuera del ARCAA y dos de las tres recapturas restantes obtenidas en el ARCAA, fueron de peces recapturados en 1973. Las cuatro recapturas obtenidas de peces liberados en el área de las Islas Revillagigedo fueron todas de peces recapturados en el ARCAA.

Se planearon dos cruceros fletados en 1973. El primero sería en un barco de carnada, crucero que se realizaría frente a la costa oeste de Baja California y el segundo un crucero en una embarcación de cerco que se haría frente a la América Central. El objetivo principal del primer crucero era determinar el grado de mezcla del aleta amarilla que se encuentra frente a Baja California con el que habita las áreas mar afuera recientemente explotadas. Desafortunadamente la pesca de esta especie fue muy pobre en esta área así que la flota, incluyendo el barco fletado, capturó solamente barrilete. Sin embargo, se marcaron varios cientos de aleta amarilla y se espera que cuando se reciban todas las recapturas, los resultados serán de considerable valor como para solucionar la cuestión anterior. Además, se marcaron peces en el Banco Huracán y cerca a la Isla Clarión, donde relativamente se habían marcado muy pocos en años anteriores. Se marcaron además unos 2,000 barriletes frente a Baja California. El segundo crucero se realizó para obtener más información sobre la mezcla del atún aleta amarilla en esta área (en la que solo se habían marcado unos pocos peces en años recientes) con el de otras áreas en el ARCAA y fuera de ella. Se esperaba poder realizar el marcado al este de los 95°W, pero desafortunadamente no se pudieron encontrar peces en esta área, así que la mayoría del marcado se efectuó hacia el oeste de los 9°N-100°W. Relativamente se han marcado también pocos peces en esta área, por lo tanto se espera que los resultados de este experimento sean de valor considerable.

Los resultados actuales de estos cruceros son los siguientes:

Area de liberación	Fecha de liberación	Aleta Amarilla		Barrilete	
		Librados	Recapturados*	Librados	Recapturados*
Crucero 1070 (barco de carnada <i>Santa Anita</i>)					
Banco Huracán	mayo-jun. 1973	390	42	74	4
Isla Clarión	jun. 1973	13	1	0	—
Baja California	jun.-jul. 1973	318	66	1,863	466
Crucero 1071 (cerquero <i>Marietta</i>)					
Oeste Islas					
Revillagigedo	sept. 1973	127	0	1	0
8°N-105°W	oct.-nov. 1973	1,079	10	0	—

* preliminar

Las áreas de recaptura de aleta amarilla fueron las siguientes: de los liberados en Banco Huracán, 28 en Banco Huracán, 12 fuera del ARCAA y 2 cerca a los 20°N-110°W; de los liberados en la Isla Clarión, 1 en Roca Partida; de los liberados frente a Baja California, 61 frente a Baja California, 4 en Roca Partida y 1 en lugar desconocido. Las áreas de recaptura de barrilete fueron las siguientes: de los liberados en Banco Huracán, 4 en Banco Huracán; de los liberados frente a Baja California, 449 frente a Baja California, 9 en Roca Partida, 4 fuera del ARCAA y 4 en lugar desconocido.

Las áreas de liberación y de recaptura de barriletes liberados frente a Baja California se indican, por meses, en la Figura 22. La migración de junio a septiembre al norte y luego hacia el sur, ha sido indicada en los resultados de experimentos anteriores. Los desplazamientos de aleta amarilla liberados frente a Baja California son similares.

Uno de los aspectos más interesantes de los datos, es el de las distribuciones temporales de recaptura de los peces liberados frente a Baja California y recapturados en la misma área; son como sigue:

	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	desconocido
Aleta amarilla	9	7	5	1	18	14	2	5
Barrilete	66	111	41	49	100	39	1	42

En experimentos anteriores realizados antes de que la pesca fuera reglamentada, la reducción temporal de las recapturas era mucho más precipitada (Boletines 13(1), Tabla 14, y 15(4), Tabla 3, de la CIAT). A esto se debe en parte que en 1973 la mayoría de la flota de barcos de carnada se encontraba en aguas más al norte pescando albacora durante julio, agosto y septiembre, pero regresó luego a Baja California para pescar atunes tropicales en el otoño. Cuando se tengan los datos del esfuerzo de 1973, podrán estudiarse aún más los resultados. El hecho de que las recapturas no disminuyeran precipitadamente durante 1973, justifica que se espere con anticipación una recaptura relativamente alta durante la temporada de 1974.

Un estudio que trata de los métodos y materiales empleados para marcar atunes capturados en barcos cerqueros y de carnada fue publicado en la serie de boletines de la Comisión. Se publicó un estudio en un Informe Interno sobre el índice de crecimiento del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, basado sobre los datos del marcado.

Se terminó el primer borrador de un manuscrito que trata de los índices de mortalidad de los atunes aleta amarilla marcados y liberados en seis áreas del Océano Pacífico oriental, el Golfo de California, las Islas Revillagigedo, México-Centroamérica, el Golfo de Panamá, las Islas Galápagos y el área fuera del ARCAA. Este informe y otro preparado anteriormente en los que se procesaron los datos de las áreas de Baja Cali-

fornia y del Golfo de Guayaquil, incluyen todos los datos que se tienen de las recapturas de marcas los cuáles son suficientes para estimar los índices de mortalidad de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental.

Los diagramas en papel semilogarítmico de las recapturas de marcas por unidad de esfuerzo graficadas contra el tiempo son muy irregulares; ésto según parece, se debe principalmente a la variación temporal en la vulnerabilidad a la captura de los peces marcados. Esto, a la vez, resulta principalmente por la falta de mezcla completa de los peces marcados y sin marcar durante los períodos de recaptura de los primeros, junto con una distribución desigual del esfuerzo de pesca con relación a la distribución de los peces. Por lo consiguiente, no es posible obtener buenas estimaciones de los índices de la mortalidad total, natural y por pesca. El coeficiente mensual de la mortalidad natural además del desprendimiento de las marcas parece ser inferior a 0.2, que es el mismo resultado obtenido en estudios anteriores.

Los coeficientes de capturabilidad en las Islas Revillagigedo y en las áreas de México y Centroamérica fueron estimados respectivamente en 0.73×10^{-3} y 0.23×10^{-3} . Una estimación combinada de este coeficiente en esas dos áreas, junto con las áreas de Baja California y el Golfo de Guayaquil, es de 1.30×10^{-4} . Como se incluye la mayoría de las áreas principales de pesca del Océano Pacífico oriental explotadas antes de mediados del decenio de 1960, la estimación de toda el área no debe ser muy inferior, probablemente 1.00×10^{-4} .

Se inició un experimento en un vivero para determinar la cantidad de tetraciclina necesaria para producir una marca permanente en los huesos, espinas y escamas de caballas del Pacífico. Si la cantidad necesaria es suficientemente pequeña, se puede administrar una cantidad proporcional a los atunes en el momento del marcado con el fin de observar si se forman marcas permanentes en los huesos, espinas y escamas. Se escogió la caballa para los experimentos iniciales porque se relacionan estrechamente a los atunes y porque son peces suficientemente pequeños para tenerlos en un vivero, que fue obtenido gracias a la gentileza del U. S. National Marine Fisheries Service de La Jolla. Cuando un pez marcado ha sido señalado en esta forma y se recaptura varios meses o años después de liberarlo, deben aparecer las marcas de tetraciclina en las partes duras. Los segmentos de las partes duras fuera de las marcas deben ser partes que se forman después de que el pez fue señalado. Así que cuando se recaptura un número de atunes aleta amarilla y barriletes marcados con tetraciclina, los resultados del examen de las partes duras serán útiles para evaluar la controversia de algunos científicos de que las partes duras pueden usarse para estimar la edad y el índice (tasa) de crecimiento de los atunes.

Se marcaron 5 grupos de 10 caballas cada uno, y se inyectaron con concentraciones de 10, 20, 50, 100 y 200 mg de tetraciclina por kilogramo

de pez. (El peso promedio de 656 g de los peces había sido determinado anteriormente por el peso de 11 peces que habían muerto). Se han sacado hasta ahora 43 peces del tanque, y se les ha hecho la autopsia a 14 de ellos. Aún la dosis más pequeña de tetraciclina usada en los experimentos puede descubrirse fácilmente con la ayuda de una luz ultravioleta. Desafortunadamente, las observaciones preliminares indican que la tetraciclina se almacena en los órganos internos y que gradualmente es transportada a las partes duras a través de la corriente sanguínea así que es posible que no pueda usarse este producto químico para los fines propuestos.

Estudios de la subpoblación

Se realizó un estudio especial de la variabilidad genética del atún aleta amarilla, usando 20 peces de 40 a 44 cm de longitud de un solo cardumen. De cada pez se tomaron muestras del corazón, hígado, músculo blanco, músculo rojo, tejido ocular y sanguíneo. Además del suero esterilizado y las transferinas, que anteriormente se han encontrado que son variables, se evaluaron 14 sistemas más de enzimas mediante el método de electroforesis y tinción del sustrato de las enzimas. En general, la falta de variabilidad de las enzimas metabólicas intermedias es sorprendente. Los resultados de estos estudios se compendian en la Tabla 7.

Durante la temporada de pesca de 1973, se obtuvieron otras 12 muestras para usarlas en estudios concomitantes, genéticos y morfométricos. Los análisis genéticos indican que las 25 muestras obtenidas en 1972 y 1973 exhiben una heterogeneidad similar a la discutida en el informe de 1971 de la Comisión. Los datos y los resultados analíticos de las muestras obtenidas desde octubre de 1969 a noviembre de 1971, se presentan en las Tablas 8 y 9. Estas tablas incluyen los datos de muestras de ejemplares que entraron a la pesca cuando tenían 40 cm de longitud en la primera mitad (semestre A) o la segunda mitad (semestre B) del año. Estas muestras consisten de peces que se encuentran en el año inicial (A_0 o B_0) de su entrada en la pesquería hasta completar su segundo año (A_2 o B_2). Por lo tanto se incluye en cada análisis la variabilidad edad-talla, pero no la del reclutamiento por semestre, siempre y cuando sea correcta la curva de crecimiento usada en calcular las edades de estos peces. Todas las muestras colectadas en 1972 y 1973 se obtuvieron de una distribución de tallas tan limitada como fue factible y de una sola calada cuando fue posible, con el fin de asegurar alguna medida probable de homogeneidad entre las muestras.

Todas estas muestras se han obtenido de tal forma que se dispone de los datos morfométricos de unos 50 ejemplares de los que se obtuvieron muestras sanguíneas. En la Tabla 10 se presentan los datos básicos, genéticos, de estas muestras; los resultados analíticos de los datos se pueden comparar con los de las Tablas 8 y 9. No se ha intentado aún atribuir períodos relativos de reclutamiento para estas muestras, porque

no estamos seguros que sea correcto aplicar la curva que tenemos de crecimiento a muestras obtenidas en diversas áreas.

Los resultados de los análisis estadísticos de la Tabla 8 indican una heterogeneidad evidente de las muestras en las que la muestra LB_a se utiliza para producir la mejor estimación de la frecuencia "real" o esperada de los genes (0.705) del alelo de la transferina A. Los resultados correspondientes de la Tabla 9 indican la falta de heterogeneidad entre las muestras, pero una desviación altamente significativa de la muestra según la frecuencia esperada de los genes de la muestra de referencia LB_a (véase Tabla 8). El análisis estadístico de los datos combinados de las cohortes de los semestres A y B, indica la heterogeneidad y la desviación altamente significativa de las muestras según la frecuencia esperada de los genes, producida por la muestra de referencia. Los resultados de los análisis estadísticos de la Tabla 10 indican la alta significación ($P < 0.005$) de la prueba de heterogeneidad de las muestras. La frecuencia esperada del alelo de la transferina fue producida por la combinación de las muestras y, como se esperaba, no se observaron desviaciones significativas en el análisis combinado, mientras que 5 de las 25 muestras están de acuerdo a la expectativa usando esta frecuencia esperada. Esto indica la existencia de una frecuencia más alta y más baja de los genes, como se ha demostrado con respecto a este caso en estudios anteriores. Uno de los resultados del análisis de los datos genéticos ha sido la fórmula de la hipótesis que las grandes conglomeraciones de peces, como las que se vieron frente a Panamá y Costa Rica en 1973, incluyen por lo general más de una unidad. Además se puede suponer que estos componentes de la población se encuentran típicamente aislados el uno del otro debido a preferencias zonales. Por alguna razón desconocida, tal vez por presiones ambientales en la población, los peces se desplazan en tal forma que su distribución coincide en parte y se vuelven altamente vulnerables a la pesca debido a su densidad. Cuando los grupos se separan sus localidades por lo general son diferentes a los que fueron antes de que se formaran las agrupaciones.

Como un ejemplo de esta acción se presentan en la siguiente tabla los resultados del análisis genético del sistema alélico de transferina. Las muestras se enumeran en orden cronológico de captura, y se indica la distribución de talla y la frecuencia correspondiente de los genes (frecuencia de los alelos de la transferina A en el suero) en cada muestra y sus componentes. Los datos basados en muestras con menos de 30 peces se incluyen entre paréntesis.

Número de la muestra	Fecha de captura	Area de captura	Distr. de la longitud de horquilla (cm)	Frecuencia de genes	Talla de la muestra	Homo-geneidad relativa
G-203	mar. 8, 1973	5°N 80°W	45-59	.715	130	pura
G-204	mar. 31, 1973	6°N 78°W	56-59 (60-67)	.781 (.760)	73 (23)	mezclada
G-205	abr. 6, 1973	6°N 82°W	90-103	.665	106	pura

G-207	abr. 13, 1973	6°N 81°W	55-60 61-64	.705 .740	129 39	mezclada
G-212	abr. 13, 1973	7°N 83°W	(84-88) 90-101 (102-104)	(.782) .677 (.813)	16 121 (16)	mezclada
G-209	mayo 1, 1973	8°N 83°W	(57-60) 61-66	(.593) .790	(27) 139	mezclada
G-210	mayo 9, 1973	8°N 85°W	(45-57) 58-69	(.711) .805	(26) 171	mezclada
G-211	mayo 15, 1973	8°N 84°W	55-69	.816	195	pura
G-208	mayo 16, 1973	6°N 81°W	51-56 57-59 60-63	.817 .740 .785	33 105 72	ligera- mente mezclada

La muestra G-203, una de las primeras capturas logradas en este conjunto complejo, es homogénea con respecto al criterio genético (bondad del ajuste respecto a la relación Hardy-Weinberg bajo la expectativa de las dos frecuencias, donde las frecuencias esperadas del alele de la transferina A eran inferiores a 0.717 o superiores a 0.805). Esta temprana muestra de peces pequeños (45-59 cm) es un ejemplo del grupo de baja frecuencia (0.715). La intromisión de pequeños peces con alta frecuencia de genes puede verse en todas las muestras intermedias hasta mediados de mayo cuando predominaron los peces con alta frecuencia de genes, lo que indicó un cambio en la composición de la población durante este período. Se incluyeron peces con tallas más grandes (90-103 cm) en las muestras G-205 y G-212. Los peces aproximadamente de un año más de edad que los pequeños tenían una frecuencia baja de genes. Existe la posibilidad de que estos peces se relacionen con el grupo de peces más pequeños con baja frecuencia de genes, lo que indica una accesibilidad anual en el área de esta unidad genética. La substitución del grupo de baja frecuencia por un grupo de alta frecuencia durante el período de 3 meses de fuerte pesca en el área de Panamá-Costa Rica es un fenómeno que los datos genéticos han indicado que ocurre también en las áreas ecuatorianas y de baja California. Parece que existe aproximadamente un ciclo semianual de reemplazamiento de una frecuencia de genes por la otra en la pesca del norte, que se atribuye al desplazamiento cíclico de los peces de las áreas en las Islas Revillagigedos (alta frecuencia de genes), de la costa septentrional de México y de la región fuera de la costa (frecuencia baja de genes), y que puede verse en los datos genéticos, morfométricos, de la frecuencia de tallas y marcación. Es necesario hacer un estudio combinado de estos fenómenos antes de poder obtener determinaciones definitivas.

Desde el informe anual de 1972, se han analizado 20 series de muestras morfométricas-genéticas, es decir 6 obtenidas en 1972 (G-159—G-164) y 14 logradas en 1973 (G-200—G-215). En el muestreo de 1973 se omitieron las dos medidas con respecto a la aleta ventral y en vez de calcular, se midió la distancia desde la inserción de la segunda aleta dorsal a la inserción de la aleta anal.

Las muestras fueron analizadas de una manera similar a la discutida en el informe anual de 1972. Los siguientes aspectos de los resultados son especialmente dignos de mención:

1) La muestra G-202, de peces capturados a fines de enero 1973 frente a la parte septentrional de Sudamérica, fue diferente a la mayoría de las muestras encontradas hasta ahora. Parece que estos peces eran de tallas más pequeñas con relación a las otras dimensiones medidas de sus cuerpos que los peces de otras muestras "genéticamente puros" que han sido analizados hasta ahora.

2) La muestra G-160, de peces capturados a fines de agosto 1973 al oeste del límite del ARCAA, podía dividirse en dos grupos basados únicamente en la morfometría. Uno de estos grupos era semejante a la muestra G-202 (capturada frente al Perú), y el otro se parecía a los peces encontrados en 1972 en el segmento septentrional de la zona de pesca cerca de las islas lejos de la costa (G-153).

3) Los datos morfométricos de las nueve muestras (G-203, G-204, G-207, G-208, G-209, G-210, G-211, G-214 y G-215) de peces pequeños. (<85 cm) capturados frente a la costa centroamericana durante el buen período de pesca (marzo-junio 1973), son muy difíciles de interpretar. Según los datos morfométricos parece que las muestras G-203 y G-211 exhiben un grado de homogeneidad que no se encuentra en las otras muestras de peces pequeños obtenidos en esta área. Esto tiende a corroborar los resultados del análisis genético. Además, las muestras G-204, G-207, G-208, G-209 y G-210 reflejan varios grados de mezcla de estas dos muestras de referencia mencionadas anteriormente, lo que tiende nuevamente a corroborar los resultados genéticos que indican un cambio gradual en la frecuencia de los genes con relación al tiempo en esta área. Aunque las conclusiones son solo de ensayo los resultados son alentadores.

4) Las muestras morfométricas obtenidas en 1973 fueron, por lo general, obtenidas de peces cuya distribución de tallas totales fue más bien limitada para facilitar un análisis genético más acertado. Este hecho impide el análisis detallado de la estructura varianza-covarianza en las muestras por medio del análisis del componente principal.

Por último se realizó una serie del análisis en tres grupos de réplicas de muestras morfométricas obtenidas en el mar antes de que se congelaron los peces, y luego en la enlatadora justamente antes de que fueran tasajeados. Las tres muestras obtenidas en el mar provienen de cruceros de marcación (dos en 1970 y uno en 1973) de la embarcación de cerco *Marietta*. Según el análisis de estas muestras es aparente que ocurren cambios significativos en la morfometría durante el tiempo en que se capturan los peces y el tiempo en que son desembarcados en el muelle. El promedio de estos cambios (en cm) se presenta en la siguiente tabla:

	Muestra		
	1	2	3
Distribución total de longitud (cm)	81-93	63-134	60-147
Longitud total	-2.2***	-1.1***	-1.3***
Del hocico a la inserción de la primera aleta dorsal	0.5***	0.4***	-0.0 ns
Del hocico a la inserción de la segunda aleta dorsal	-0.3*	0.0 ns	-0.1 ns
Del hocico a la inserción de la aleta anal.....	-0.3 ns	-0.2 ns	-0.8*
Longitud de la cabeza	-0.2 ns	-0.0 ns	-0.2***
Inserción de la primera aleta dorsal a la inserción de la segunda aleta dorsal	-0.8***		
Inserción de la primera aleta dorsal a la inserción de la aleta anal	-0.8***		
Inserción de la segunda aleta dorsal a la inserción de la aleta anal	-0.1 ns		
*** = estadística <i>t</i> en pares significativa cuando $\alpha = .01$			
** = estadística <i>t</i> en pares significativa cuando $\alpha = .05$			
* = estadística <i>t</i> en pares significativa cuando $\alpha = .10$			
ns = estadística <i>t</i> en pares no significativa cuando $\alpha = .10$			

Por lo tanto se concluye que en el futuro todas las medidas deben efectuarse en peces frescos para evitar otros errores aleatorios como también errores sistemáticos en las muestras morfométricas.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Pesca palangrera en el Pacífico oriental

Dr. Chiomi Shingu, un biólogo del Far Seas Fisheries Research Laboratory (Oficina de Pesca del Ministerio Agropecuario y de Agricultura) en Shimizu, Japón, trabajó casi todo el año con los investigadores de la Comisión como científico visitante. En colaboración con los científicos de la Comisión, analizó la información estadística de captura que trata de los atunes y peces espada capturados por la flota palangrera japonesa que maniobró al este de los 130°W durante 1967-1970. Esto se hizo con el fin de continuar estudios anteriores similares, actualizándolos para evaluar la interacción que existe entre la pesca palangrera y epipelágica del aleta amarilla.

Se ha hecho el esquema de un informe en el que se describe la distribución geográfica de la captura y el esfuerzo, las tendencias en la abundancia aparente, los cambios temporales en la composición de especies de la captura palangrera, composición de talla y madurez sexual. Este informe se publicará muy pronto en la serie de boletines de la Comisión.

Costumbres alimenticias del atún aleta amarilla

Según las investigaciones realizadas anteriormente, se conoce que la dieta del atún aleta amarilla en los océanos del orbe está formada por tres grupos principales de organismos marinos, peces, cefalópodos y crustáceos. Sin embargo, existe una variación considerable en las proporciones de estos tres componentes, a consecuencia de la talla de los atunes, área y tiempo

de observación. Por lo general, es evidente que el aleta amarilla se alimenta de cualquier organismo que pueda capturar e ingerir; además como los atunes se alimentan de organismos en el ápice de la pirámide alimenticia, la razón de energía al nivel trófico más bajo es inferior con relación a la energía de los atunes si se compara con la de aquellos peces que se alimentan de plancton como son las anchovetas. Esto se ilustra en la Figura 23 en el cual se describe la relación total que existe entre los atunes y su alimentación y, a la vez, la relación que existe entre los organismos alimenticios y su nutrición. El fitoplancton, la base de la pirámide alimenticia, produce mediante la fotosíntesis la materia orgánica de la cuál directa o indirectamente se alimentan todos los demás. Sirve como fuente de alimento de muchos de los organismos de zooplancton, que a la vez, sirven de alimento a un grupo de animales de un nivel trófico más alto. Algunos estudios han indicado que puede haber una pérdida tan grande como del 90% en la corriente de energía y consecuentemente también de peso, de un nivel trófico al otro. Por lo tanto a fin de que un atún grande gane una unidad, en peso, en un área en dónde se estaba alimentando de organismos del nivel trófico anterior, es decir de caballas (*Auxis*), jureles o calamares, tendría que comer el equivalente a 10,000 unidades de peso de fitoplancton. Esta generalización simplifica bastante a la situación actual, ya que el aleta amarilla se alimenta frecuentemente de organismos a niveles tróficos aún más bajos. Además, aunque un atún grande es un depredador máximo, las larvas de los atunes son criaturas planctónicas con una talla de solo unos pocos milímetros, así que empiezan su vida a un nivel trófico muy bajo. Sin embargo, es evidente que se necesita una cantidad considerable de alimento en la cadena alimenticia para mantener aún sea un solo atún grande.

En 1963, la Comisión publicó los resultados de un prolongado estudio de las costumbres alimenticias del atún aleta amarilla y barrilete. Sin embargo, desde entonces, la pesca atunera se ha extendido muchísimo en el Océano Pacífico oriental a aguas de alta mar. Consecuentemente se ha emprendido un nuevo estudio para comparar las costumbres alimenticias del aleta amarilla de aguas cercanas a la costa con los de aguas mar adentro. Se espera que el examen de los estómagos de los aleta amarilla obtenidos hasta ahora se terminará en 1974. El examen preliminar de los datos del análisis de los estómagos en el nuevo estudio indica una diferencia marcada en las costumbres alimenticias de los peces que habitan aguas mar adentro comparadas con las de los que habitan las áreas cercanas a la costa (Tabla 11). No solamente son diferentes las proporciones de los tres grupos principales, peces, cefalópodos y crustáceos, pero es además evidente que los atunes de mar adentro y cerca de la costa se alimentan a diferentes niveles tróficos. Los primeros parecen depender más de los organismos de niveles tróficos más altos que los de aguas más costaneras. Los hallazgos preliminares, sin embargo, necesitan investigarse aún más, teniendo en consideración las consecuencias posibles de la talla de los

atunes, área de captura, época del año, tipo de cardumen, etc. Todos estos factores serán examinados en el análisis final cuando se disponga de todos los datos.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DEL ATUN

Estudio de la producción primaria en Ecuador

A principios de 1973, la Comisión fue invitada a participar en un estudio subvencionado por la Organización de los Estados Americanos (OEA), en las aguas del Golfo de Guayaquil. Como la Comisión siempre ha tenido un gran interés y ha trabajado en esta región biológicamente productiva del Pacífico oriental, se acordó que dos científicos de la Comisión trabajarían con científicos del Instituto Nacional de Pesca (INPE) en Guayaquil, Ecuador, para demostrar los nuevos métodos en la evaluación de la producción primaria, la estimación de las existencias permanentes de fitoplancton y la determinación de la circulación horizontal de las aguas costaneras.

Se realizaron los trabajos experimentales desde el 14 de junio hasta el 21 de septiembre, los cuáles consistieron en dos cruceros de un día en los que se ensayó la nueva metodología, y un crucero de 12 días durante el cuál se tomaron muestras. Se usaron para este proyecto los barcos de investigación de INPE, el *Huayaípe* y *Saint Jude*. El derrotero del crucero abarcó la mayoría del golfo, incluyendo las principales regiones locales de pesca (Fig. 24). La distribución de clorofila en el área fue determinada por medio de la fluorometría y técnicas más convencionales con el fin de obtener un mapa detallado de la distribución de la clorofila en el golfo. La productividad primaria fue determinada en todo el golfo a cinco profundidades normales usando el método de carbono-14 y las mezclas se analizaron en un contador de centelleo líquido. Se hicieron arrastres de redes para determinar la distribución cuantitativa y cualitativa del zooplancton. Las observaciones de los cardúmenes de peces y las capturas con líneas de arrastre se emplearán para comparar la distribución de los peces con la producción primaria y secundaria. Además, se obtuvieron más de 700 muestras de agua a diferentes profundidades para determinar las concentraciones de las plantas nutritivas.

Se midió el oxígeno disuelto durante todo el crucero, lo que sirve para determinar la productividad del agua para animales marinos. Debido a que las mareas y las corrientes en el golfo son de gran importancia en la distribución de los organismos marinos y en las características ambientales, se levantaron frecuentemente perfiles verticales y horizontales de las corrientes por medio de correntómetros amarrados al barco y un correntómetro anclado. Las propiedades biológicas del agua se relacionan a menudo estrechamente con varios de los parámetros físicos del agua, así que se hicieron frecuentemente, a diferentes profundidades, determinaciones de la temperatura y salinidad.

La responsabilidad financiera de la mayoría del proyecto fue de la OEA, suministrando INPE varios de sus científicos y los barcos. La Comisión aportó el tiempo de uno de sus investigadores, prestó el equipo para el proyecto y ayuda en el procesamiento y reducción de las observaciones experimentales.

Programa analítico del ecosistema del afloramiento costanero

En abril de 1973, algunos empleados de la Comisión participaron con entidades afines en un estudio cooperativo (MESCAL-II) del ecosistema de afloramiento frente a la costa occidental de Baja California, México. La zona de afloramiento nerítico paralela a la costa meridional de Baja California se extiende a lo largo de la ruta de desplazamiento de algunos de los atunes del área, y la considerable accesibilidad de alimento que resulta del afloramiento en la zona costanera puede jugar un papel importante en el comportamiento de los túnidos a medida que pasan por el área. Durante los 30 días del crucero MESCAL-II, se tomaron medidas intensivas de la concentración de clorofila, producción primaria, abundancia de zooplancton, concentración de nutrimentos, etc. El personal de la Comisión participó en tomar medidas cronológicas de la corrientes y en la obtención de datos hidrográficos de la zona de afloramiento. El movimiento del agua durante el 27-29 de abril, según se dedujo de las anclas paracaídas, fue paralelo a la costa y hacia el sur (Fig. 25). Aun cuando se encontraban presentes las corrientes de las mareas, una corriente media de 35 cm/seg dominó el campo de la velocidad durante el período experimental. Las anclas paracaídas siguieron inicialmente las isobatas, pero después de pasar Pta. Hipólito indicaron un componente de velocidad mar adentro antes de coincidir hacia la playa. La corriente del agua en la capa superficial reaccionó rápidamente a los cambios en la corriente del viento.

Al usar los datos de secciones verticales de temperatura, repetidas, de la serie cronológica de temperatura en los 50 m superiores, y de los datos sobre la velocidad de los vientos en la superficie (Fig. 26), se hicieron las estimaciones de la velocidad del afloramiento, w . Durante el período del 12 al 17 de abril la velocidad vertical derivada del desplazamiento vertical de las isotermas de dos secciones verticales sucesivas fue 5.4×10^{-3} cm/seg. Al emplear los desplazamientos verticales de las isotermas de la serie cronológica estacionaria del 30 de abril al 1 de mayo, se obtuvo un valor de 2.4×10^{-2} cm/seg para w . Los cálculos de la fuerza media del viento y el transporte Ekman mar adentro resultante, correspondiente al mismo intervalo de tiempo, produce una w de 2.5×10^{-2} cm/seg si se supone una zona de afloramiento de 10 km de anchura.

Se encontró que los datos del viento fluctuaban durante un período de 24 horas, indicando que los efectos diurnos constituían una parte importante de la velocidad del viento y como tal, puede ser importante en la dinámica del afloramiento a lo largo de la costa de Baja California.

Un análisis de 28 días durante los cuáles se hicieron observaciones del viento cada 2 horas en el B/I THOMAS G. THOMPSON, indica una fuerte amplitud diurna en la velocidad con un máximo a las 1600 horas (hora local) y mínimos a las 0400 y 1000 horas. La diferencia en la velocidad máxima y mínima del viento es suficiente para causar que las velocidades calculadas del afloramiento fluctúen por un factor de 2.6.

La participación de la CIAT en agosto de 1972, en el primer experimento sobre un análisis del afloramiento costanero frente a Oregon, patrocinado por el U. S. National Science Foundation (NSF) bajo el programa del International Decade of Ocean exploration, consistió en mediciones directas de las corrientes horizontales mediante anclas paracaídas. Además de los rumbos hidrográficos realizados a través de la zona de afloramiento al principio y final de cada experimento, se hicieron lanzamientos de Salinidad-Temperatura-Profundidad (STP) durante los periodos de observación. Este trabajo experimental, inicial, llamado CUE-1, fue descrito en el Informe Anual del año pasado.

Los científicos de la Comisión participaron del 1 de julio hasta mediados de agosto 1973, en el Segundo Experimento Costanero de Afloramiento (CUE-II). Acompañaron dos cruceros frente a la costa de Oregon en los que se trató de determinar la circulación mar afuera a lo largo de la extensión de esta costa, y el frente de afloramiento costero, fenómeno usual en esta región.

Se usaron anclas paracaídas en ambos cruceros. Durante el primer crucero se lanzaron ocho paracaídas en forma rectangular (véase Fig. 27) en los primeros 10 km de la costa; éstos se desplazaron al sur a una velocidad media de 44 cm/seg. Aunque la combinación de las corrientes de marea y la corriente normal del mar produjo trayectorias sinuosas, los paracaídas siguieron muy de cerca las isobatas. Además de los experimentos de las anclas paracaídas realizados en los dos cruceros se tomaron medidas de STP durante el segundo crucero con un nuevo sistema de bombeo *in situ*, y esta información se pasó a una computadora instalada a bordo. El empleo de este sistema permite que se haga el bombeo de agua a profundidades donde ocurren gradientes importantes de temperatura, salinidad o densidad. Se hicieron unos 35 avalúos de carbono-14 a varias profundidades para estudiar la productividad primaria. Además de las medidas verticales, se observó continuamente la distribución horizontal de temperatura y salinidad junto con la concentración de clorofila con un termosalinógrafo y un fluorómetro respectivamente. Uno de los objetivos principales del crucero fue determinar como se "desgrana" el fitoplancton en aguas recientemente afloradas y su distribución consiguiente en el frente y alrededor de éste a medida que crece, para formar grandes poblaciones de fitoplancton que sirven como alimento para los organismos tróficos mayores.

La participación a largo plazo del personal de la CIAT en el programa CUEA depende del subsidio del NSF y del interés de los dirigentes del programa de usar en un período de varios años una orientación completa sobre el estudio de las aguas costeras, biológicamente activas, que se encuentran frente a Oregón (CUE-I - II), al noroeste de Africa (primavera de 1974), frente al Perú (proyectado para 1975) y a Baja California (proyectado para 1976).

Estudio oceanográfico con satélites

El año pasado se continuó un trabajo investigativo de la Comisión sobre la posibilidad de usar datos de los satélites para obtener información ambiental necesaria en la investigación y administración de la pesca. El trabajo en 1973 se dirigió hacia estudios seleccionados con el fin de evaluar la capacidad de los captadores del satélite (a bordo del satélite NOAA-2) para descubrir en alta mar y cerca a la costa frentes termales en la superficie donde se asocian las localidades con una alta productividad biológica. Los datos del satélite incluyen tanto datos visuales como infrarrojos de radiómetros exploradores regulares y observaciones de radiómetros de una resolución muy alta (Very High Resolution Radiometers (VHRR)). Las cuatro investigaciones tratan de: (1) El Frente Ecuatorial, (2) el afloramiento costero frente a Baja California, (3) los frentes oceánicos y (4) el afloramiento costero frente a Oregon.

El primer estudio, realizado en febrero 1973, abarcó el área desde la línea costera del Ecuador hacia el oeste de las Islas Galápagos cuando se tuvo información oceanográfica convencional, tomada por los científicos de los barcos de investigación que maniobraban en esta región. Se presenta en la Figura 28 un ejemplo de una sección de $15^{\circ} \times 15^{\circ}$ de datos infrarrojos de un sistema regular de radiómetro explorador (RE) a bordo del satélite NOAA-2. Cuando se encuentra algún problema con la cubierta de nubes, es necesario combinar varios días de observación para diseñar un mapa de la temperatura superficial del mar como el aquí presentado. El segundo estudio fue concebido para aprovechar la participación de la Comisión en la expedición MESCAL-II (en abril-mayo) frente a la costa oeste de Baja California, con el fin de estudiar el afloramiento costero. El tercer estudio se realizó en mayo-junio de este año en una localidad a unas 900 millas de California donde basados en estudios anteriores de esta área, los investigadores han postulado que un frente oceánico podía influir en la distribución y comportamiento de los atunes que pasan por esta área. El cuarto estudio se llevó a cabo durante julio-agosto frente a la costa de Oregón en el área experimental de CUE-II, que ya ha sido descrita. Se empleó un radiotermómetro de precisión (préstamo del U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) Manned Spacecraft Center en Houston, Texas) durante los dos últimos estudios para obtener medidas confiables, infrarrojas, de la temperatura superficial.

La investigación oceanográfica de la Comisión, del satélite, se encuentra actualmente subvencionada por la oficina del Spacecraft Oceanography Commission (SPOC) de NOAA, subsidiaria del National Environmental Satellite Service (NESS) de NOAA.

El barrilete y la temperatura del mar

Se cree que el barrilete capturado en el Océano Pacífico oriental proviene de los desoves del Pacífico central. Como el número de larvas de barrilete en una región de desove aumenta con la temperatura, los años cálidos del Pacífico central pueden producir índices más elevados de la abundancia aparente en las pescas del Pacífico oriental. Se estima que los peces tienen de 1 a 2 años cuando son reclutados en la pesquería, así que las variaciones en la reproducción o en la supervivencia de los huevos y larvas pueden reflejarse aproximadamente año y medio más tarde en la pesca.

Se supone que las variaciones de temperatura durante la temporada fría producen los efectos más marcados en la reproducción o la supervivencia de los huevos y larvas. Entre los 180° y 130°W, que es donde se concentra el desove, las temperaturas paralelas al ecuador alcanzan su mínimo desde noviembre hasta febrero. Se escogió consecuentemente este período para calcular las anomalías anuales de temperatura (ΔT) con el fin de correlacionarlas con varios índices de abundancia del barrilete al año siguiente (*e.d.* los datos de barrilete de 1972, con las ΔT correspondientes a noviembre 1970-febrero 1971). Se obtuvieron irregularmente las temperaturas a lo largo del ecuador por medio de los pocos barcos mercantes que pasaron por esa área, y se emplearon también los datos de las temperaturas diarias de la Isla Christmas (2°00'N, 157°30'W).

La estación meteorológica de San Cristóbal en las Islas Galápagos, se encuentra muy al este de la zona de desove, pero las temperaturas del período frío (junio-diciembre) allí obtenidas, se encuentran muy correlacionadas con las de las estaciones del Pacífico central y a lo largo del ecuador. La amplitud de la variación de la temperatura estacional en San Cristóbal es muy superior y por lo tanto puede ofrecer un índice mejor de las condiciones oceánicas que las del Pacífico central, donde los procesos atmosféricos y oceánicos en gran escala están representados por pequeñas fluctuaciones estacionales de la temperatura que ocasionalmente pueden cubrirse por efectos locales. Parece que haya un desfase en los procesos oceánicos que prosiguen a lo largo de un eje del este hacia el oeste (es decir del Pacífico oriental hacia el Pacífico central), lo que explica la diferencia de su sincronización. La temperatura en San Cristóbal puede por lo tanto considerarse como otro índice de la temperatura del Pacífico central con relación a la abundancia del barrilete.

Las anomalías de la presión barométrica en Darwin en la costa norte de Australia, se asocian con aquellas de las temperaturas del mar en el

Pacífico oriental y central. La presión de Darwin es un índice de la "oscilación meridional," una fluctuación en la circulación atmosférica que se encuentra reflejada en la variación de las diferencias de presión entre el centro de alta presión de la Isla de Pascua y el centro de baja presión de Djakarta (los datos de Darwin son más exactos que los de Djakarta). Cuando la presión es anormalmente alta en la Isla de Pascua, es anormalmente baja en Darwin, lo que da como resultado una agua superficial más fría en la zona ecuatorial. Lo contrario resulta en aguas más cálidas, incluyendo en casos extremos el fenómeno de "El Niño."

El período de octubre a marzo fue elegido originalmente para calcular la media mensual de la anomalía de la presión, con el fin de que correspondiera con el período de noviembre-febrero de la anomalía de temperatura (ΔT) en el Pacífico central. Se agregaron los otros meses en los cálculos de la presión para compensar una variación mayor. Sin embargo, el examen de los datos de presión indicó que la mayoría de las anomalías positivas principales empezaron en el segundo trimestre y duraron unos cuatro trimestres. Consecuentemente, las medias trimestrales de las anomalías mensuales de presión fueron promediadas para el período de abril a marzo del año siguiente con el fin de obtener un nuevo índice de presión (ΔT) en Darwin contra el cual poder probar los índices anuales de la abundancia de barrilete en el Pacífico oriental para ver si se encontraban correlaciones. En este caso las ΔP se consideran como un índice indirecto del fenómeno oceanográfico que ocurre en el Pacífico central tropical.

La hipótesis que se ha de probar es que las temperaturas de la superficie del mar en las áreas de desove se encuentran relacionadas con la abundancia de barrilete en las áreas de pesca. Sin embargo, no se conocen los factores causales aunque éstos pueden incluir la influencia en el éxito del desove, en la supervivencia de los huevos y larvas, en la supervivencia y migraciones de los jóvenes o en una combinación de todos estos factores.

Se calcularon seis índices anuales, diferentes, de la abundancia aparente del barrilete en el Pacífico oriental para el período 1962-1973, cuando las artes de cerco eran los medios predominantes de la captura (Tabla 12). Cinco de éstos (2 a 6) son estimaciones de captura por unidad de esfuerzo y se han descrito en el Informe Anual de 1972. El índice no. 2 es la captura registrada dividida por el esfuerzo registrado en el ARCAA; los índices de 3 a 6 se encuentran basados solamente en los datos de áreas seleccionadas con el fin de eliminar algunos de los efectos de las variaciones anuales en la proporción del esfuerzo gastado en el atún aleta amarilla y en el barrilete. El índice no. 1, la razón de desviación de la captura total (al este de los $150^{\circ}W$ e incluyendo las embarcaciones de carnada), fue computado para evitar el problema de la división del esfuerzo. Se basa en la suposición de que aunque la variación en la abundancia de un año a otro es grande, no existen tendencias a largo plazo, y cualquiera de estas

tendencias aparentes en las capturas son una función del aumento de la capacidad creciente de la flota y de los cambios en la distribución estacional y zonal de los barcos. Las razones anuales de la desviación se calculan al dividir simplemente la desviación de la línea de tendencia por el valor de la línea de tendencia. Queda por observar cuál de estos índices es el más confiable.

Se presentan en la Tabla 12 los resultados de las pruebas de correlación de los seis índices de la abundancia con anomalías de temperatura y presión en períodos anteriores. El los datos pesqueros de 1962-1972, los coeficientes de correlación (r) fluctuaron de 0.59 a 0.85 con una media de 0.74; uno no es significativo, 10 son significativos al nivel del 5% y 13 al nivel del 1%. Cuando se incluyan los datos preliminares de 1973, (los índices 5 y 6 aún no se han calculado) los coeficientes no cambian apreciablemente pero los niveles significativos mejoran; el valor medio de r permanece a 0.74. El coeficiente de la determinación r^2 , es la proporción de la variación de la variable dependiente atribuible a la variación de la variable independiente. En este caso r^2 es 0.55 lo que significa que aproximadamente la mitad de la variación en la abundancia de barrilete puede explicarse mediante las fluctuaciones en las anomalías de temperatura y presión.

Los resultados de las pruebas de correlación que resultaron significativos, con una excepción, sugieren que los pronósticos sobre la abundancia pueden hacerse más o menos con un año de adelanto al substituir en las ecuaciones de regresión los datos ambientales correspondientes. Los resultados se presentan en la Tabla 12. Las anomalías ambientales correspondientes al año pesquero de 1973 fueron bastante variables lo que presentó cierto desacuerdo entre los pronósticos, aunque todos estaban por debajo del término medio.

Se estimó que el mejor pronóstico eran las ΔT a lo largo del ecuador entre los 180° y $130^\circ W$, y los pronósticos de 1973 para los índices 1-4 fueron 56,000 toneladas y 1.7, 2.2 y 1.7 toneladas por día, respectivamente; los cálculos preliminares correspondientes a los valores verdaderos son 48,000 toneladas, 1.3, 1.8 y 1.6 toneladas por día (Fig. 29).

Las anomalías usadas para pronosticar los índices de la abundancia de 1974 fueron todas extremadamente elevadas, reflejando las condiciones de "El Niño" de 1972-73. Las anomalías de temperatura fueron las más altas de todos los años registrados, empezando en 1949 a lo largo del ecuador, y en 1954 en San Cristóbal. La anomalía de presión en Darwin fue la más alta desde 1940-41. Los pronósticos para 1974, basados en los datos de 1967-72, son virtualmente idénticos para 1974, basados en los datos para la Isla Christmas); la mejor estimación de la captura total es de unas 130,000 toneladas y la captura por unidad de esfuerzo de las embarcaciones cerqueras en el ARCAA (Índice No. 2) es de 5.6 toneladas

por día, con las otras estimaciones de la captura por unidad de esfuerzo correspondientemente altas. Los pronósticos de 1974, basados en los datos de 1962-1973 (preliminares), son idénticos a los basados en los datos de 1962-1972, ya que los valores preliminares de 1973 se aproximan bastante a la línea de regresión.

El propósito de este ejercicio es probar la relación entre la abundancia aparente de barrilete en el Pacífico oriental y la temperatura superficial del mar en el Pacífico central tropical, y debe prestársele muy poco significado a los valores actuales, ya que los límites de confianza de tales pronósticos son extremadamente amplios. Se necesitarán datos de muchos más años antes de poder justificar la veracidad de esta relación.

CONDICION DE LAS EXISTENCIAS DE LOS ATUNES EN 1973, Y PERSPECTIVAS PARA 1974

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

ATUN ALETA AMARILLA

Las consecuencias de la pesca sobre el aleta amarilla en el Pacífico oriental fueron estudiadas primero mediante el empleo del modelo logístico, un caso especial del modelo general de producción. En este tipo de modelo los índices de aumento (reclutamiento y crecimiento) y las reducciones (pesca y mortalidad natural) de una población se estudian omitiendo los índices de reclutamiento o los de crecimiento o mortalidad de los peces de diferentes edades. Los datos de captura y esfuerzo se emplean para estimar la abundancia de los peces y la cantidad de reducción de la población debida a la mortalidad por pesca. Los datos obtenidos antes del decenio de 1960 indican que la población de aleta amarilla en el Pacífico oriental puede sostener un promedio de producción máxima continuada (PPMC) de unas 92,000 toneladas. Antes de 1960, la captura no había excedido nunca este límite. En 1960 y 1961, sin embargo, cuando la mayoría de los barcos de la flota fueron reacondicionados de barcos de carnada a barcos con redes de cerco, aumentando en esta forma su poder de pesca por un factor casi del doble, las capturas fueron respectivamente, 122,000 y 155,000 toneladas. Basados en el modelo se pronosticó que la abundancia, estimada según la captura por día normal de pesca (CPDNP), se reduciría fuertemente, y la captura sería inferior prescindiendo de la

cantidad ejercida de esfuerzo. El pronóstico fue correcto; las capturas en 1962 y 1963 fueron respectivamente de 87,000 y 73,000 toneladas, y la CPDNP fue igualmente pobre. Basados en los resultados obtenidos por este modelo los investigadores recomendaron que se administrara la pesca para aumentar la abundancia de atún aleta amarilla al nivel al cuál pudiera soportar un PPMC y mantenerlo allí.

El modelo del rendimiento por recluta se ha empleado también para estudiar las consecuencias que tiene la pesca sobre el aleta amarilla en el Pacífico oriental. En este tipo de modelo se usan estimaciones de los índices de crecimiento y de la mortalidad natural de los peces de diferentes edades para calcular el rendimiento por recluta que puede obtenerse mediante varias combinaciones de la edad de entrada en la pesca y el esfuerzo de pesca. Estos estudios indicaron que el rendimiento por recluta podía aumentarse algo al aumentar la edad de entrada, pero no al aumentar solamente el esfuerzo de pesca. Se determinó que no sería posible aumentar la edad de entrada ya que peces grandes y pequeños aparecen a menudo en los mismos cardúmenes en la mayor parte del Pacífico oriental.

La suposición de que los peces en el área de explotación pertenecen a una población independiente a la de los peces que se encuentran más allá del área de pesca, es implícita en los dos modelos anteriores. Los datos que se tenían antes del decenio de 1960 indicaban que los peces explotados por la pesca en esa época (Fig. 19, Area A1) eran diferentes a los del Pacífico oriental y central aproximadamente a los 125°-130° oeste de longitud. Segundo, los datos del marcado no indicaron recapturas en el Pacífico central. Primero, los datos morfométricos señalaron una división entre los peces del Pacífico oriental y central aproximadamente a los 125°-130° oeste de longitud. Segundo, los datos del marcado no indicaron recapturas en el Pacífico central, de peces marcados en el Pacífico oriental o viceversa. Finalmente, el hecho de que el modelo logístico suministró pronósticos razonablemente acertados de la reacción a la pesca de la población, indicó que el área de pesca no se estaba recuperando mayormente con emigrantes del oeste. Por lo tanto fue conveniente desde el punto de vista administrativo considerar que los peces del Pacífico oriental eran miembros de una población distinta a la población o poblaciones que se encontraban al oeste. En 1962, se definió el Area Reglamentaria de la Comisión de Atún Aleta Amarilla (ARCAA), presentada en la Figura 1. Todas los peces que aparecen en esta área se consideran como pertenecientes a una sola población cuyos peces no se entremezclan con los de otras poblaciones.

Aunque la Comisión recomendó por primera vez en 1961, la reglamentación de captura del aleta amarilla en el Pacífico oriental, no fue posible que los países participantes pusieran en ejecución estas recomendaciones hasta 1966. En ese año se estableció la cuota de captura en el ARCAA. Estas cuotas se han aplicado sucesivamente desde el año 1966.

Durante el período de 1968-1973, las capturas anuales han fluctuado de 114,000 a 176,000 toneladas, no obstante la CPDNP fue superior a la de los 6 años anteriores (Tabla 13, Fig. 5). Esto es contrario a lo que se hubiera esperado del modelo logístico, según se había aplicado antes de mediados del decenio de 1960. Así que se han presentado en años recientes cambios aparentes o reales en la abundancia de la población explotada del aleta amarilla en el ARCAA. Las causas probables de estos cambios fueron discutidas en el informe anual de 1972. Hasta ahora, parece que el motivo más probable sea el de la expansión de pesca a alta mar que ocurrió a mediados y fines del decenio de 1960. Antes de esa época, la pesca se realizaba casi toda en el Area A1. A medida que la capacidad de la flota aumentó y se intensificó la competencia de pesca, las embarcaciones nuevas y más grandes se aventuraron más lejos mar adentro en el Area A2, y en 1968, la flota alcanzó el extremo occidental del ARCAA. La distribución de la captura en 1973, se presenta en la Figura 3.

Si los peces del Area A2 se mezclan completa e instantáneamente con los del Area A1, entonces no se esperaría que la expansión al Area A2 aumentara el PPMC en el ARCAA. Sin embargo, si relativamente pocos peces emigran del Area A2 al Area A1 y se capturan allí, entonces el PPMC de las dos áreas combinadas sería por sí mismo superior al del Area A1. Parece que éste sea el caso. Esto se discutirá detalladamente más tarde en otro capítulo.

En 1968, se comprendió que el PPMC en el ARCAA era probablemente superior a las 92,000 toneladas estimadas según los datos correspondientes al período en el que la pesca estaba limitada al Area A1. Por lo consiguiente, se inició en 1969 un programa experimental de sobrepesca de 3 años. Este proyecto establecía una cuota de captura de 120,000 toneladas por año durante 1969, 1970 y 1971. Se acordó que si el promedio de la CPDNP se reducía a menos de 3 toneladas en cualquier época antes de que terminara el período de 3 años, se reduciría la captura para prevenir una sobrepesca excesiva. La exposición razonada al elegir este proyecto se ha descrito detalladamente en informes anuales anteriores.

Las capturas durante 1969 y 1970, fueron respectivamente 126,000 y 143,000 toneladas (Tabla 13). Aunque se excedieron las cuotas, la CPDNP no disminuyó según lo había pronosticado el modelo logístico con los parámetros originales, permaneciendo a unas 6.0 toneladas por día. Sin embargo, en 1971 la captura disminuyó a 114,000 toneladas y la CPDNP a 4.2 toneladas por día. Parecía por lo tanto que hubiera ocurrido la sobrepesca y que el PPMC era inferior a 143,000 toneladas. Sin embargo, dos factores importantes que se presentaron en 1971 pueden haber sido la causa, por lo menos en parte, de la CPDNP baja. Estos fueron los efectos en la estrategia de pesca de (1) la presencia relativa de altos niveles de mercurio en los aleta amarilla más grandes y (2) la abundancia poco común de barrilete al norte de Sudamérica durante la época en que general-

mente es la temporada más productiva de atún aleta amarilla. Esta situación se discutió detalladamente en informes anuales anteriores.

Debido a la fuerte posibilidad de que la CPDNP baja durante 1971 no fuera una indicación de una reducción proporcionada de la abundancia, se decidió continuar con el programa experimental de sobrepesca por otro año. Se fijó la cuota en 120,000 toneladas y se autorizó al Director de Investigaciones que la aumentara mediante uno o dos incrementos de 10,000 toneladas cada uno si, durante el curso de la temporada, las condiciones de la población indicaban que tal acción era justificada. Los datos de la CPDNP recibidos a principios de la temporada indicaron que la abundancia era relativamente alta así que se agregaron ambos incrementos a la cuota, aumentándola a 140,000 toneladas. A fines del año la captura fue de 152,000 toneladas y la CPDNP fue 6.0 toneladas, casi igual a la de 1969 y 1970. Basados en estas circunstancias y otros factores, se continuó el programa experimental de sobrepesca en 1973 con una cuota de 130,000 toneladas, más tres incrementos de 10,000 toneladas cada uno. Los datos preliminares indican que la captura y la CPDNP en 1973 fueron respectivamente de 176,000 toneladas y 4.9 toneladas por día.

La información producida durante los 5 años de sobrepesca experimental ha demostrado que las primeras estimaciones del PPMC, basadas en la pesca en el Area A1, son inferiores al PPMC de toda el ARCAA; de otra manera, la captura en 1973 hubiera sido extremadamente pobre y la CPDNP considerablemente reducida. El PPMC de toda el ARCAA puede probablemente determinarse bastante bien si se continua simplemente el programa experimental de sobrepesca por otro número de años. Sin embargo, los investigadores de la Comisión tienen la responsabilidad de determinar este parámetro tan pronto como sea posible, y ésto puede lograrse mejor si se obtiene un conocimiento tan completo como sea posible sobre la dinámica de la población. Por esta razón se están realizando otros estudios sobre los modelos de la producción general y de la estructura de la edad.

En el modelo general de producción, la relación equilibrada entre la captura y el esfuerzo está representada por una curva monotónica con el máximo a niveles intermedios del esfuerzo. En el modelo logístico, un caso especial, la curva es una parábola y la captura máxima se alcanza a un nivel de esfuerzo que es exactamente la mitad del nivel que conduciría teóricamente la población a su extinción. Se usaron tres esquemas para tratar los datos utilizados en el modelo de producción y el modelo logístico.

En el primer esquema se emplearon las estadísticas de captura y esfuerzo de 1959 a 1973, de toda el ARCAA, para estimar los parámetros. Las estimaciones del PPMC son de unas 115,000 toneladas (Fig. 30, recuadro superior), que se cree son muy bajas, ya que el promedio de captura durante el período de 1969-1972 fue de unas 134,000 toneladas, pero la CPDNP fue tan alta en 1973 como lo había sido en 1969. Esto no

es posible al menos que la captura sea una porción mucho más pequeña de la población de lo que indican los parámetros del modelo, y los datos sobre la recaptura de marcas indican que éste no es el caso.

En el segundo esquema, se estimaron los parámetros del modelo según las estadísticas de captura y esfuerzo de los mismos años, pero se dividieron en dos partes, Area A1 y Area A2. Las estimaciones del PPMC de las dos áreas son respectivamente 90,000 y 80,000 toneladas. Si la mezcla de pesca entre las dos áreas es completa e instantánea el PPMC de toda el ARCAA sería solo de 90,000 toneladas, pero si no existe mezcla de ninguna clase, sería la suma de los dos PPMC, 170,00 toneladas. Los datos del marcado indican que existe mezcla de peces entre las dos áreas, pero que no es completa e instantánea. Así que el PPMC se encuentra en medio de estos dos extremos y es más o menos inversamente proporcional al índice de mezcla. Desafortunadamente, sin embargo, los datos del marcado todavía no son adecuados para estimar acertadamente los índices de mezcla.

En el tercer esquema se estimó la abundancia según los datos de la CPDNP solo de los dos primeros trimestres, y las capturas de los dos últimos trimestres fueron empleadas para estimar los cambios de tamaño de la población durante el segundo semestre del año. Se hizo esta modificación para evaluar las consecuencias que la temporada de veda tenía sobre la estimación de los parámetros. En este caso, se estimó que el PPMC era de unas 150,000 toneladas con aproximadamente 45,000 días normales de esfuerzo para producir esta cantidad (Fig. 30, recuadro inferior).

En conclusión, las estimaciones del PPMC en el ARCAA fluctúan de 90,000 a 170,000 toneladas. La estimaciones de 90,000 y 115,000 toneladas son evidentemente muy bajas ya que se obtuvieron capturas mayores durante el período de 1969-1972 sin reducir substancialmente la CPDNP. La estimación de 170,000 toneladas parece ser muy alta ya que el mercado indica que existe alguna mezcla entre los peces de las Areas A1 y A2. La estimación de 150,000 toneladas es difícil de evaluar, aunque parece que se ajusta bastante bien a la historia reciente de pesca.

Con respecto a los modelos de la estructura de la edad, se emplean las estimaciones de los índices de crecimiento y de la mortalidad natural y por pesca de los peces para evaluar tales factores como captura, pérdida debida a la mortalidad natural y sobrevivientes de varias edades. El modelo del rendimiento por recluta que se describió antes brevemente, es un tipo de modelo de la estructura de la edad.

La Comisión del Atún ha conducido desde 1954 un programa extensivo de muestreo de las frecuencias de talla de los atunes aleta amarilla y barriletes capturados en el Océano Pacífico oriental. Según estos datos, es posible asignar los peces a generaciones de un mismo año y a grupos X e Y de estas generaciones. (Los grupos X e Y se discuten en el Boletín 5(1)

de la Comisión). Los criterios empleados actualmente para asignar los peces a las categorías X e Y se consideran más objetivos que los empleados anteriormente. Los datos fueron usados junto con una estimación constante de 0.8 para el coeficiente de la mortalidad natural (M) con el fin de estimar el número de reclutas y los coeficientes de la mortalidad por la pesca (F). Las estimaciones de reclutamiento, en millones de peces, son las siguientes:

<u>Clase de una generación</u>	<u>Grupo X</u>	<u>Grupo Y</u>
1963	19.2	11.1
1964	11.0	13.9
1965	12.5	15.6
promedio 1963-1965	14.2	13.5
1966	33.3	17.2
1967	19.1	24.3
1968	13.7	17.6
1969	19.5	20.3
1970	20.0	19.7
1971	21.4	17.5
promedio 1966-1971	21.2	20.6
promedio 1963-1971	18.9	17.5

Este reclutamiento más alto durante el período de 1966-1971 se debe probablemente a la expansión de la pesca en las áreas lejos de la costa. Las estimaciones de reclutamiento se usaron con las estimaciones de otros parámetros en algunos casos para simular los efectos que tiene la pesca sobre la población de peces.

En la primera simulación, se supuso que el reclutamiento era el mismo en el primer período (1963-1965) y el último (1966-1971)—18.9 millones para el grupo X y 17.5 millones para el grupo Y. Se consideró que los índices trimestrales de la mortalidad por la pesca a edad específica eran diferentes en los dos períodos, tanto que en el último período se explotaban menos los peces pequeños. El promedio anual de la captura simulada durante el primer período y el último fue respectivamente de 100,000 y 114,000 toneladas. Las capturas correspondientes observadas fueron de 84,000 toneladas durante el primer período y 120,000 toneladas durante el último. El peso promedio de los peces fue el siguiente: simulado 21.6 libras en el primer período y 23.4 libras en el último; observado, 18.9 durante el primer período y 23.1 libras en el último.

En la segunda simulación se supuso que el reclutamiento era diferente en los dos períodos, 27.7 millones en el primer período y 41.8 millones en el último, mientras que se consideró que los índices trimestrales de mortalidad por la pesca a edad específica eran iguales. Las capturas simuladas fueron de 88,000 toneladas durante el primer período y 133,000 toneladas

en el último. El peso promedio simulado fue, naturalmente, el mismo en los dos periodos, 21.6 libras.

Los resultados de estas dos simulaciones indican dos cosas importantes; primero que solamente un cambio en la mortalidad por la pesca a edad específica no puede ser responsable por el aumento del 43% en la captura observada ya que el aumento simulado fue solo del 14%. Segundo, que un cambio en el reclutamiento produce una sobre-estimación (51%) del aumento en la captura y ningún cambio en el promedio del peso de los peces en la captura (contra el aumento observado del 22%). Así que la diferencia en las capturas observadas en los dos periodos se debe tanto a un aumento en el reclutamiento como a una reducción en el índice de explotación en el último período de los peces más pequeños.

Con el fin de examinar más esta hipótesis, se dividieron las capturas según la talla durante los dos periodos en la forma siguiente:

	Cantidades		Toneladas	
	< 85 cm	> 85 cm	< 85 cm	> 85 cm
primer período	7,107,000	1,766,000	45,857	38,266
último período	7,177,000	3,177,000	42,432	77,232

Estos datos indican que la captura de peces pequeños fue aproximadamente la misma durante los dos periodos, mientras que la de los peces grandes en el último período fue casi el doble a la establecida en el primer período.

Usando los mismos datos y suponiendo algunas hipótesis que simplifican los cálculos, se estimó que el promedio de los valores de F de las cuatro categorías era el siguiente:

	< 85 cm	> 85 cm
primer período	0.56	0.80
último período	0.34	0.82

Los resultados indican que F de los peces pequeños se ha reducido del primero al último período mientras permaneció más o menos igual para los peces grandes.

La mayoría de los peces pequeños son capturados en el Area A1, y la captura en el Area A2 consiste en su mayoría de peces grandes. Cuando la pesca se extendió al Area A2, el índice de captura de los peces grandes aparentemente era casi igual al del Area A1, pero se capturaron relativamente menos peces pequeños. Así que durante el último período la captura de peces pequeños no aumentó significativamente, pero se redujo la estimación de F de los peces pequeños debido a que el esfuerzo en el Area A2 produjo pocos de estos peces. Además, los peces más grandes fueron capturados en el Area A2 casi al mismo nivel al que fueron capturados en el Area A1, por lo tanto la captura de peces grandes en el último período fue superior, pero la estimación de F permaneció casi igual.

Surge la pregunta de porqué se capturan tan pocos peces pequeños en el Area A2. Una explicación es que el Area A1 es un criadero de atún aleta amarilla, y que aparecen allí pequeños peces en concentraciones mucho más grandes que en el Area A2. Otra, es que existen aproximadamente concentraciones iguales de peces pequeños en las dos áreas, pero que éstos son menos vulnerables a la pesca en el Area A2. Los datos del marcado que se tienen ahora no indican ninguna tendencia de que los peces pequeños se desplazan mar afuera a medida que crecen, lo que puede indicar que la última explicación es la correcta. Sin embargo, este asunto sigue siendo debatible.

Basados en los resultados actuales, los investigadores opinan que el programa experimental de sobrepesca debe continuar durante 1974. Como la CPDNP disminuyó algo en 1973, sería prudente mantener la captura de 1974 al mismo nivel de la de 1973. Con el fin de reducir al mínimo el riesgo de una fuerte sobreexplotación se debe considerar el establecimiento de una cuota de 130,000 toneladas en 1974 con permiso de aumentarla al nivel de la captura de 1973 si los datos de la CPDNP obtenidos a principios de la temporada de 1974 indican que tal acción es justificada. Se debe mantener como medida de precaución el límite inferior de 3 toneladas por día en la CPDNP.

Conforme ha sido ya mencionado, la flota ha maniobrado desde 1968 en el área al oeste del ARCAA y al este de los 150°W (Area A3). Las capturas han aumentado cada año al nivel actual de unas 50,000 toneladas. Se pregunta si esta área puede soportar capturas de esa magnitud; si no es así, debe considerarse el control de la producción.

Con el fin de examinar esta cuestión, es necesario determinar primero si los peces del Area A3 pertenecen a la misma población que los de las Areas A1 y A2, ya que la estrategia administrativa dependerá de esto. Los datos del marcado que se tienen actualmente indican que la cantidad de entremezcla de los peces del ARCAA y el Area A3, es pequeña, lo que indica que es conveniente considerar que los peces de las dos áreas pertenecen a poblaciones distintas. Además, en las estadísticas de captura de la flota de las embarcaciones de cerco, aparece una división en la captura del aleta amarilla en la franja horizontal productiva de pesca de esta especie entre los 115°W y los 120°W, y entre los 5°N y 15°N. Esto se debe probablemente a la discontinuidad de la distribución de los peces o solamente a la tendencia de los pescadores de pescar más lejos al este, donde el tiempo es mejor y los puertos más cercanos, cuando la pesca en el ARCAA no está reglamentada. Sin embargo, es interesante observar que no existe tal división en las capturas de aleta amarilla obtenidas por embarcaciones palangreras en esta área.

Segundo, las capturas en el Area A3 están aumentando. Durante los cuatro primeros años de pesca en esta área el promedio de captura fue de unas 20,000 toneladas, pero en 1972 y 1973 ha sido entre 40,000 y 50,000

toneladas. La CPDNP durante este período ha permanecido de unas 5 a 6 toneladas por día. Esto se debe en parte a que la porción del Area A3 en la que se ha realizado la pesca ha aumentado durante este período.

En vista de estos hechos, no existe actualmente una razón aparente para limitar la pesca en el Area A3.

BARRILETE

El barrilete aparece en casi todas las aguas tropicales de los océanos del orbe. En años recientes la captura mundial de esta especie ha excedido la de cualquier otro atún o especies afines. Este es también el caso en el Océano Pacífico; en 1971, el barrilete constituyó el 42% de la captura de atunes en ese océano.

No se conoce muy bien la estructura de las poblaciones de barrilete que habitan el Océano Pacífico, debido principalmente al hecho de que la mayoría de los estudios de esta especie se ha basado en poblaciones que aparecen en áreas relativamente pequeñas, mientras que es necesario realizar amplios experimentos y análisis en todos los océanos. Los estudios serológicos recientemente publicados indican que existen por lo menos dos subpoblaciones en el Océano Pacífico occidental, una aparentemente limitada al área al oeste de los 165°E, y la otra apareciendo al este de la primera subpoblación y extendiéndose posiblemente al Océano Pacífico oriental.

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

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

La captura y la abundancia aparente del barrilete varían considerablemente de un año a otro. Esta variabilidad no parece estar relacionada a la intensidad de pesca en el Océano Pacífico oriental pero más bien parece que sea el resultado de factores naturales. No se conoce si la variabilidad natural representa cambios en la abundancia de toda la población o refleja solamente los cambios en segmentos de una población relativamente constante que son accesibles en diferentes años a la pesca del Pacífico oriental. Las estimaciones de la abundancia aparente de las áreas norte y sur se correlacionan bastante bien la una con la otra (Fig. 6) pero en algunos años, por ejemplo en 1968 y 1970, la captura puede ser superior al promedio en un área e inferior en la otra. Esto puede indicar que cuando los peces jóvenes emigran del Pacífico central al oriental diferentes grupos van hacia las áreas norte y sur en diferentes años. La captura de barrilete en el ARCAA durante 1973 fue de unas 47,400 toneladas, la tercera captura más baja que se haya registrado desde 1949 (Tabla 1). En 1972, la captura fue aún inferior, pero 1971 fue el segundo año de mejor pesca de barrilete que se haya registrado.

Es importante conocer la variabilidad anual de la captura y de la abundancia aparente del barrilete, para poder administrar apropiadamente la pesca cuando y si es necesario. Con el fin de lograr esta meta los investigadores han mantenido un programa activo sobre la investigación del barrilete según lo permiten las obligaciones fiscales. Parte de esta investigación se ha dirigido hacia el pronóstico de la captura y abundancia de esta especie. El modelo desarrollado con este propósito, descrito en otro lugar de este informe, ha servido en parte para explicar estas fluctuaciones, interpretando aproximadamente la mitad de la variabilidad observada. En 1974, se pronostica una abundancia superior al promedio. Si este pronóstico se cumple servirá como prueba de que el modelo es válido, lo cual facilitará para que el personal científico pronostique con más confianza la abundancia en 1975. Si este pronóstico no se realiza, el efecto será contrario, pero la conclusión no será necesariamente que el modelo no tiene valor alguno.

APPENDIX I — APENDICE I

STAFF* — PERSONAL*

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

SCIENTIFIC — CIENTIFICO

Senior Scientists — Científicos Principales

William H. Bayliff, Ph.D. (Washington)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Bruce M. Chatwin, B.A. (British Columbia)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Witold L. Klawe, M.A. (Toronto)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Forrest R. Miller, M.A. (California)	
<i>Meteorology</i>	— <i>Meteorología</i>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State)	
<i>Oceanography</i>	— <i>Oceanografía</i>

Associate Scientists — Científicos Asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching)	
<i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i> <i>San Pedro, California</i>
Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Robert C. Francis, Ph.D. (Washington)	
<i>Biology: population dynamics</i>	— <i>Biología: dinámica de poblaciones</i>
Christopher T. Psaropulos, A.B. (San Diego State)	
<i>Statistics</i>	— <i>Estadísticas</i>
Walter Ritter O., B.S. (Univ. Autónoma, Guerrero, México)	
<i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Robert D. Robinson, B.S. (Colorado State)	
<i>Statistics</i>	— <i>Estadísticas</i>
(From June 11, 1973)	—Desde 11 de junio 1973)

* All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

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

- Gary D. Sharp, Ph.D. (California)
Biology — *Biología*
- Chiomi Shingu, Ph.D. (Kyushu)
Biology — *Biología*
 (To September 21, 1973 — Hasta el 21 de septiembre 1973)
- Patrick K. Tomlinson, B.S. (Humboldt)
Biology: Population dynamics — *Biología: dinámica de poblaciones*
 (Shimizu, Japan)

Assistant Scientists — Científicos Auxiliares

- Jon S. Cole, B.S. (Washington)
Biology — *Biología*
 (Puerto Rico)
 (To March 9, 1973 — Hasta el 9 de marzo 1973)

TECHNICAL — TECNICO

- Javier Barandiarán, B.A.C. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician — *Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*
- Richard J. Busch
Laboratory technician — *Técnico de laboratorio*
- Julio Carranza
Waterfront contact: laboratory technician — *Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*
 (Peru)
- Nannette Y. Clark
Statistical clerk — *Técnica de estadísticas*
- Fernando Crastz P.
Waterfront contact — *Oficiante en el muelle*
 (Panama)
 (From March 6, 1973 — Desde 6 de marzo 1973)
- John DeBeer, B.A. (California)
Laboratory technician — *Técnico de laboratorio*
 (To March 31, 1973 — Hasta el 31 de marzo 1973)
- Mike E. Freese
Waterfront contact: laboratory technician — *Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*
 (San Pedro, California)
- Rafael A. Gaudier, B.B.A. (Univ. Puerto Rico)
Waterfront contact: laboratory technician — *Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio*
 (Puerto Rico)
 (From May 14, 1973 — Desde 14 de mayo 1973)

- Daniel K. Green, B.S. (Syracuse)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- William W. Hatton, B.A. (Miami Univ.)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Puerto Rico)
- Frederick A. Jurick, B.A. (Humboldt)
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (To May 31, 1973 —Hasta 31 de mayo 1973)
- Robert J. Olson, B.S. (Calif. Polytechnic State Univ.)
Laboratory technician —Técnico de laboratorio
 (From June 18, 1973 —Desde 18 de junio 1973)
- C. Anibal Orbes A.
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (Ecuador)
- Sueichi Oshita
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (San Pedro, California)
- Vaughn M. Silva
Waterfront contact: laboratory technician
 —Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- Robert W. Wagner
Laboratory technician (oceanography)
 —Técnico de laboratorio (oceanografía)

ADMINISTRATIVE — ADMINISTRATIVO

- Theodore C. Duffield
Bookkeeper and administrative assistant
 —Contador y asistente administrativo
- Lucy Dupart
Bilingual secretary —Secretaria bilingüe
- Jean A. Holmberg
Switchboard operator —Telefonista
- Regina A. Newman
Bilingual secretary to Director —Secretaria bilingüe del Director

APPENDIX II—APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

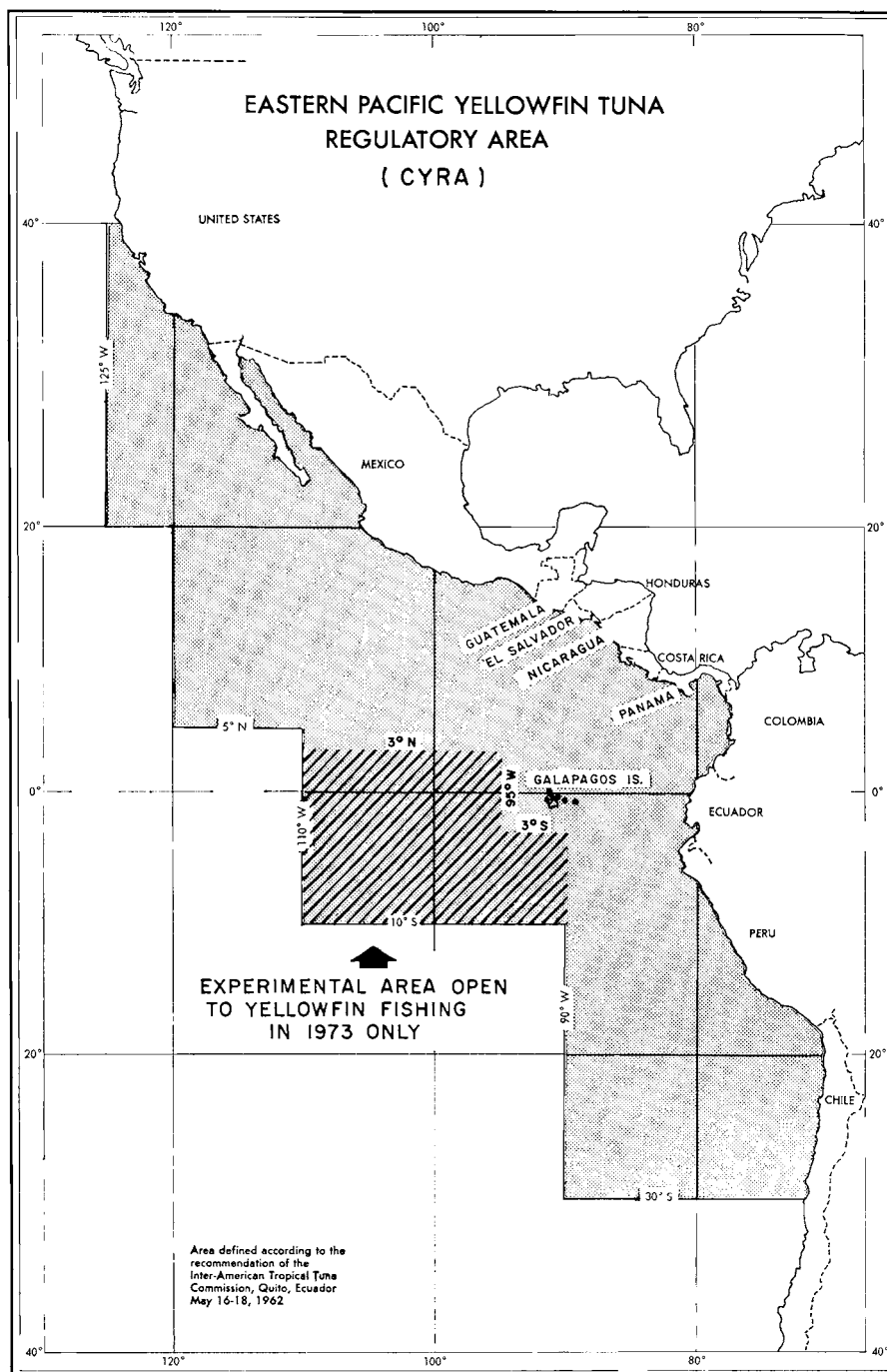
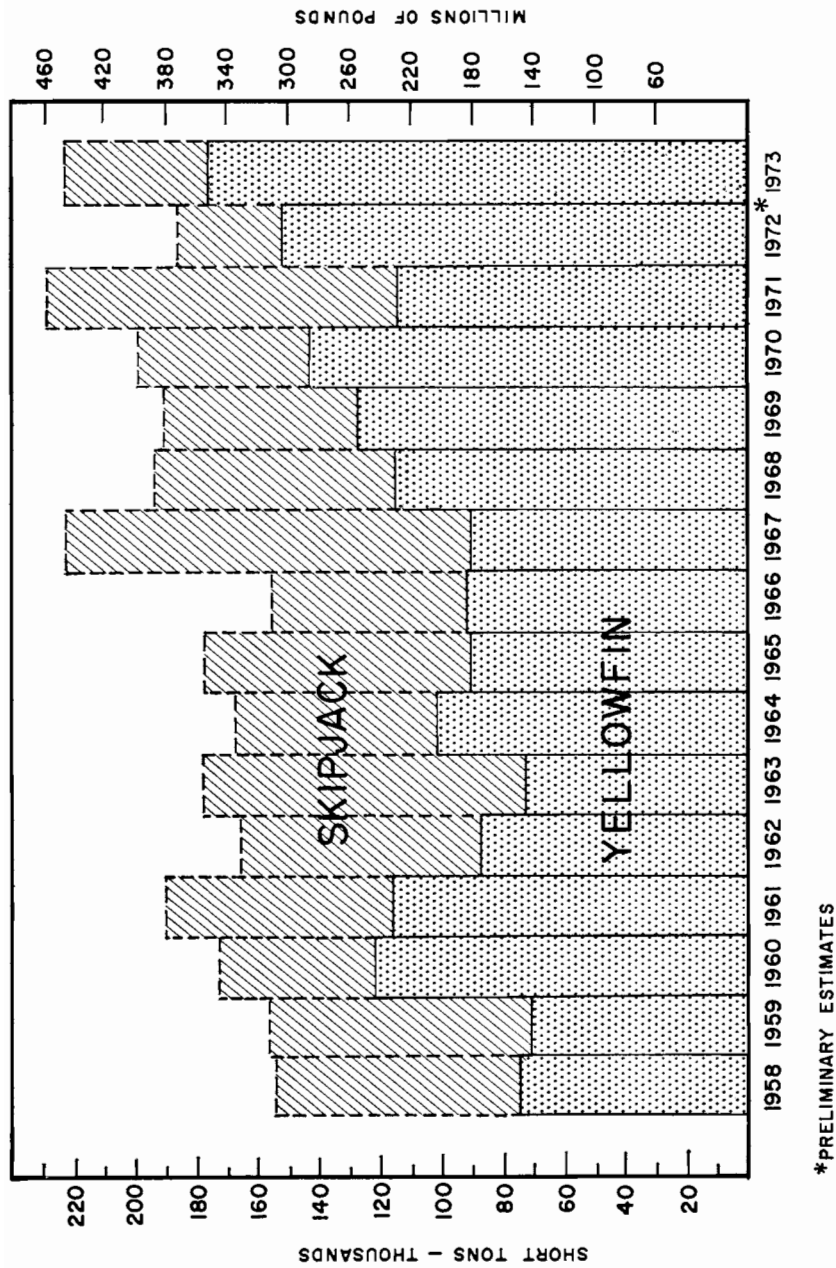


FIGURE 1. The Commission's Yellowfin Regulatory Area (CYRA).

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



*PRELIMINARY ESTIMATES

FIGURE 2. Combined-species catch from the CYRA, 1958-1973.**FIGURA 2.** Captura combinada de especies en el ARCAA, 1958-1973.

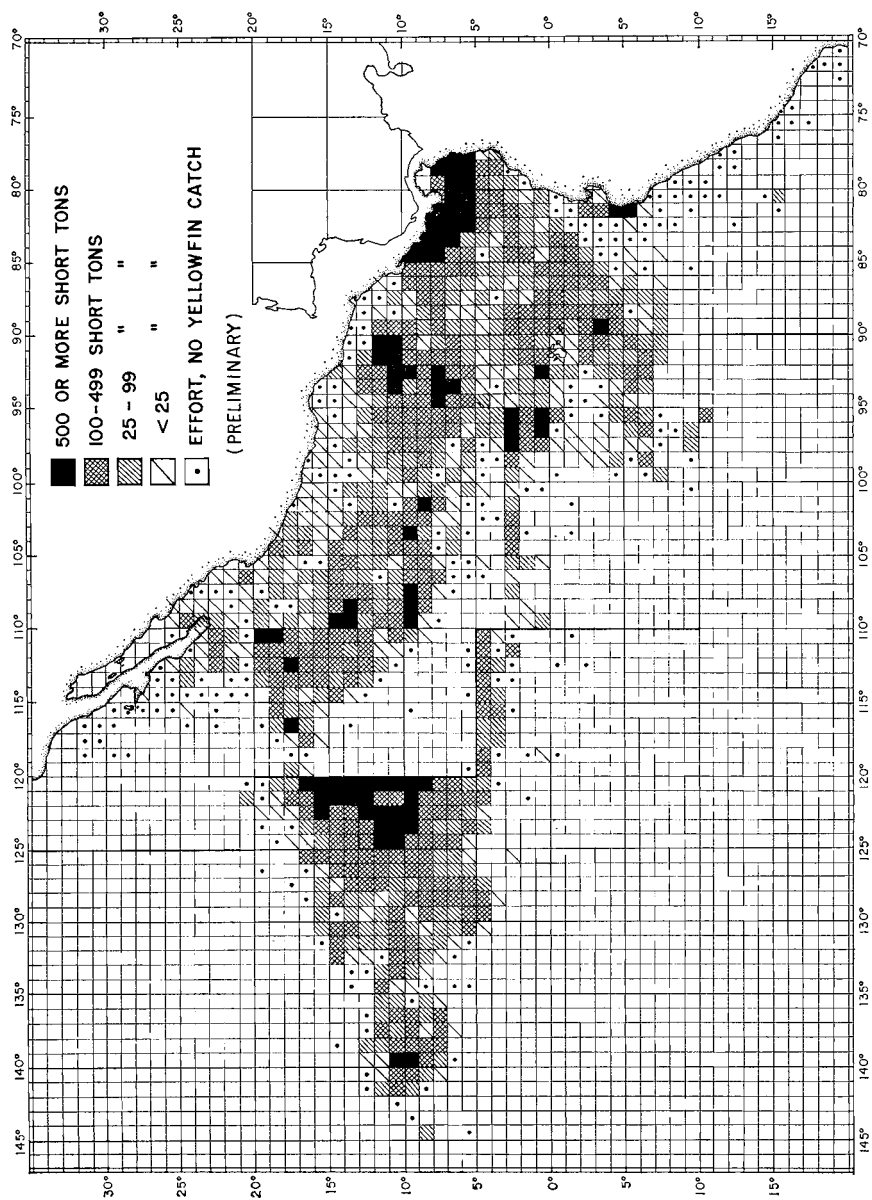


FIGURE 3. Catches of yellowfin in the eastern Pacific Ocean by 1°-areas by purse seiners during 1973 (preliminary).
FIGURA 3. Capturas de atún aleta amarilla(rabil) en el Océano Pacífico oriental en áreas de 1° por embarcaciones de cerco durante 1973 (preliminares).

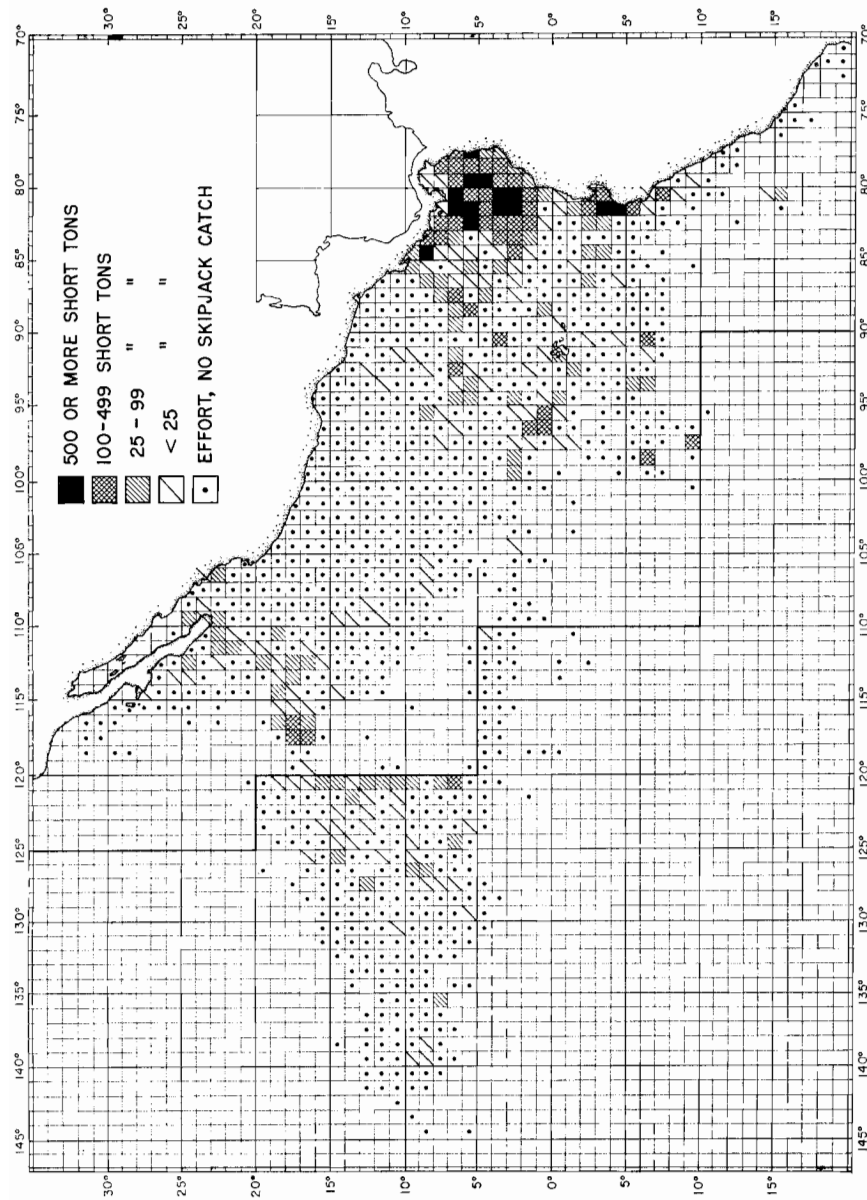


FIGURE 4. Catches of skipjack in the eastern Pacific Ocean by 1°-areas by purse seiners during 1973 (preliminary)
FIGURA 4. Capturas de barrilete (listado) en el Océano Pacífico oriental en áreas de 1° grado por embarcaciones de cerco durante 1973 (preliminares).

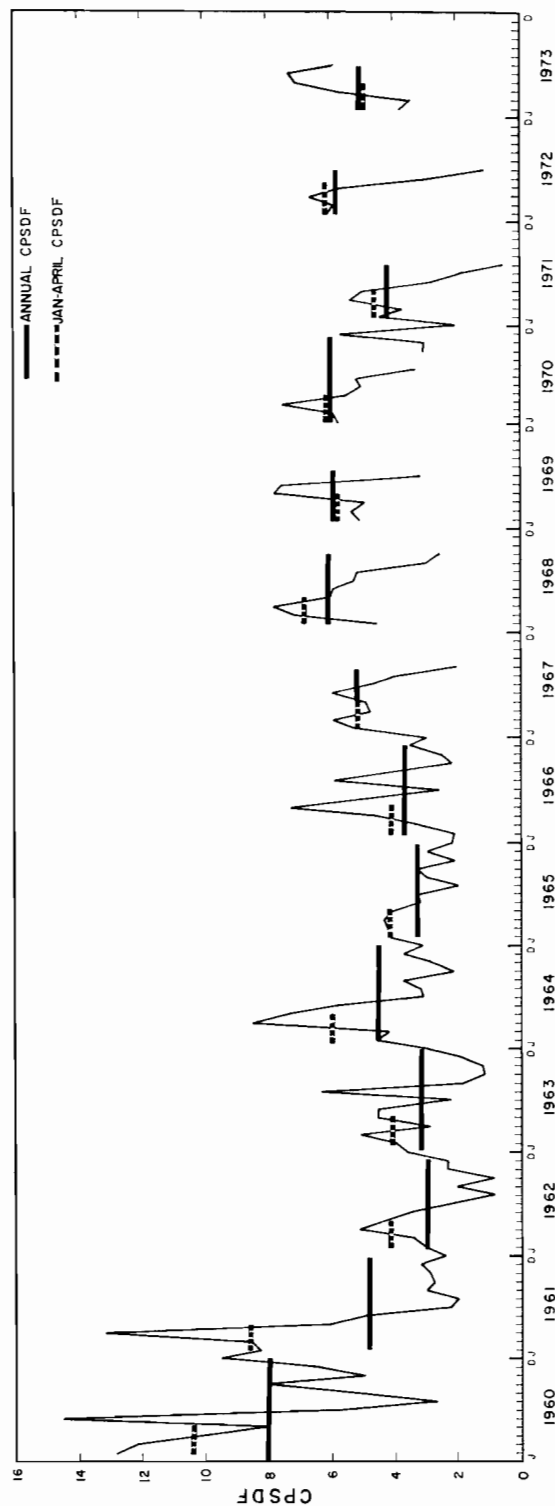


FIGURE 5. Catch per standard day's fishing of yellowfin, in class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1973. Only the data for trips by non-regulated vessels were used to calculate the values. The horizontal solid lines represent annual CPSDF, and the horizontal dashed lines represent CPSDF for the first 4 months of each year. The data for 1973 are preliminary.

FIGURA 5. Captura de atún aleta amarilla por día normal de pesca, por unidades de la clase 3 de cerqueros, en el ARCAA durante 1960-1973. Se emplearon solo los datos de viajes de barcos no reglamentados para calcular los valores. Las líneas horizontales sólidas representan la CPDNP anual y las líneas horizontales a puntos representan la CPDNP de los 4 primeros meses de cada año. Los datos de 1973 son preliminares.

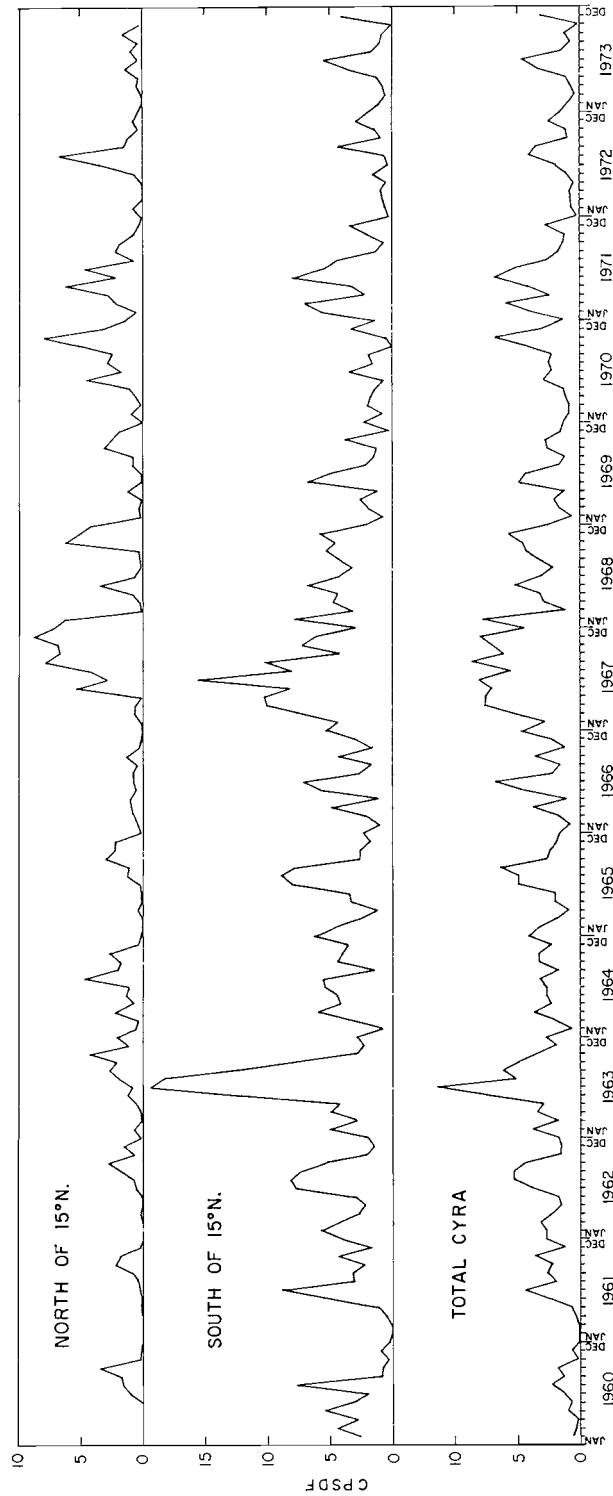


FIGURE 6. Catch per standard day's fishing of skipjack, in class-3 purse-seine units, in the CYRA during 1960-1973. The data for 1973 are preliminary.

FIGURA 6. Captura de barrilete por día normal de pesca en unidades de la clase 3 de cerqueros en el ARCAA durante 1960-1973. Los datos de 1973 son preliminares.

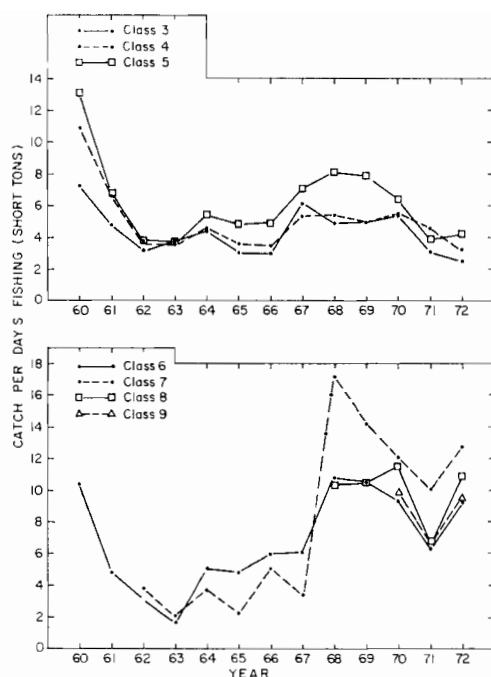


FIGURE 7. Yellowfin catch per logged day's fishing by purse seiners of different size classes, 1960-1972.

FIGURA 7. Captura de atún aleta amarilla por día registrado de pesca, obtenida por embarcaciones de cerco de diferentes clases de capacidad, 1960-1972.

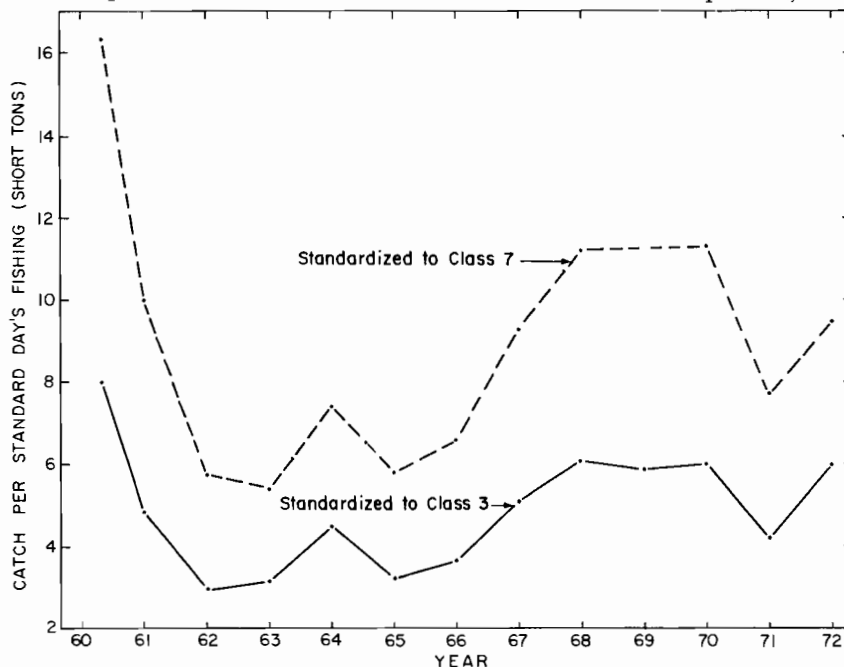


FIGURE 8. Catch per standard day's fishing of yellowfin, 1960-1972, standardized to class-3 purse seiner (solid line) and to class-7 purse seiner (dashed line).

FIGURA 8. Captura de atún aleta amarilla por día normal de pesca, 1960-1972, normalizada a embarcaciones de cerco de la clase-3 (línea sólida) y a embarcaciones de cerco de la clase 7 (línea a puntos).

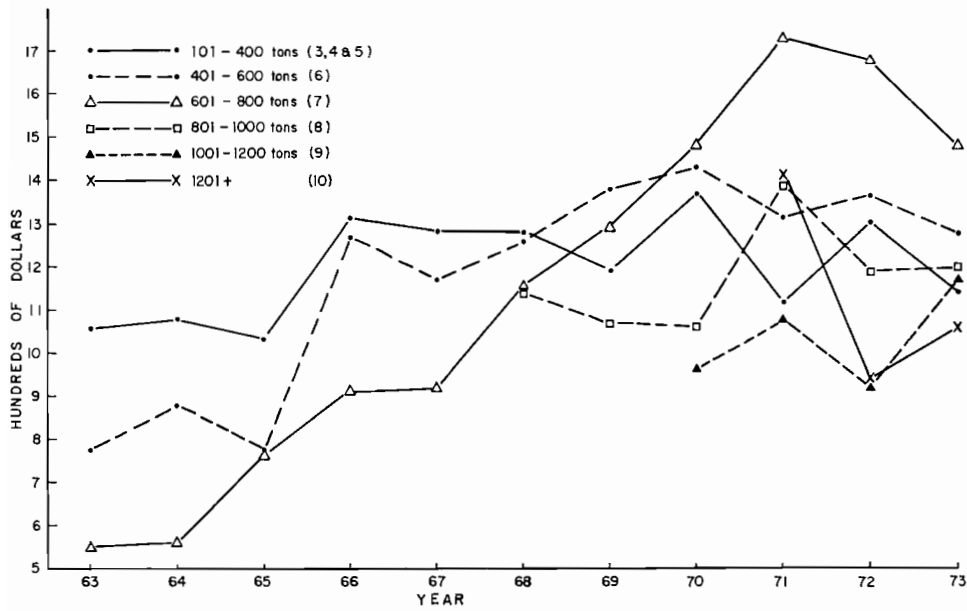


FIGURE 9. Average gross earnings per ton of carrying capacity by California- and Puerto Rico-based purse seiners, 1963-1972.

FIGURA 9. Promedio de la ganancia bruta por toneladas de capacidad de acarreo de embarcaciones de cerco basadas en California y Puerto Rico, 1963-1972.

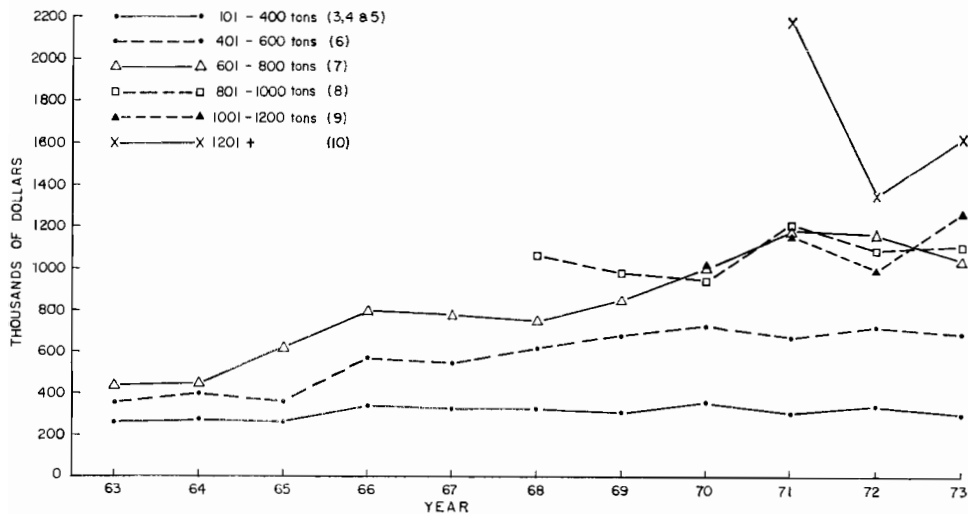


FIGURE 10. Average gross earnings per vessel for California- and Puerto Rico-based purse seiners, 1963-1972.

FIGURA 10. Promedio de la ganancia bruta por barco, de embarcaciones de cerco basadas en California y Puerto Rico, 1963-1972.

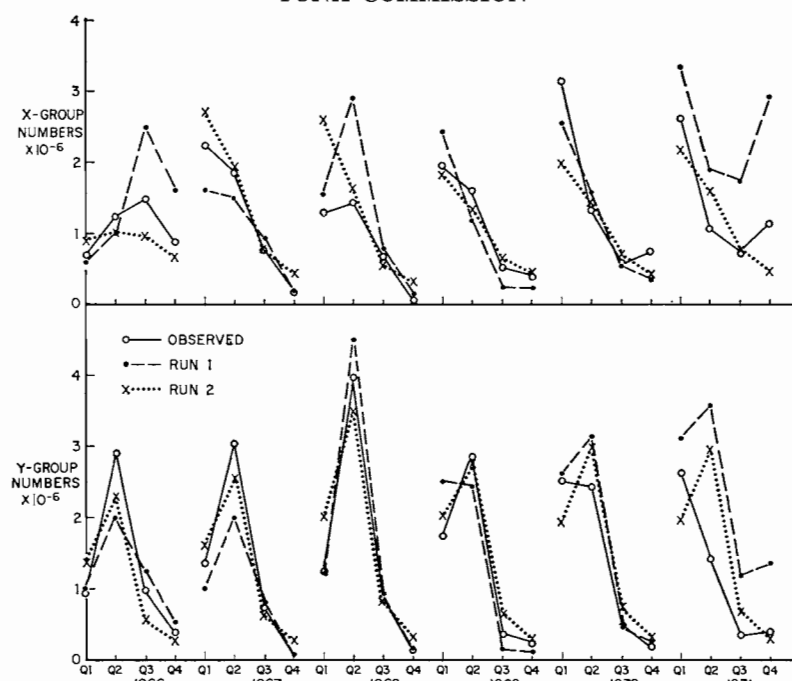


FIGURE 11. Observed and simulated catches of yellowfin in numbers.

FIGURA 11. Capturas observadas y simuladas, en cantidades, de atún aleta amarilla.

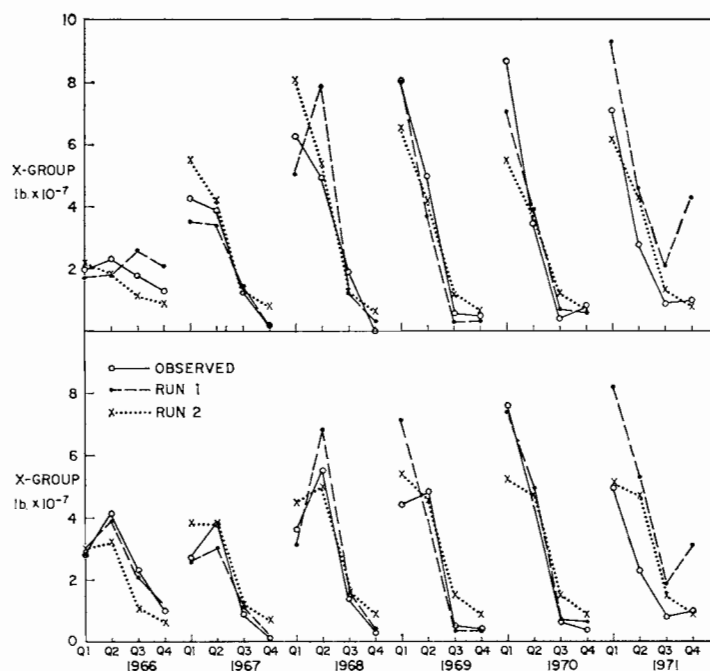


FIGURE 12. Observed and simulated catches of yellowfin in weight.

FIGURA 12. Capturas observadas y simuladas, en peso, de atún aleta amarilla.

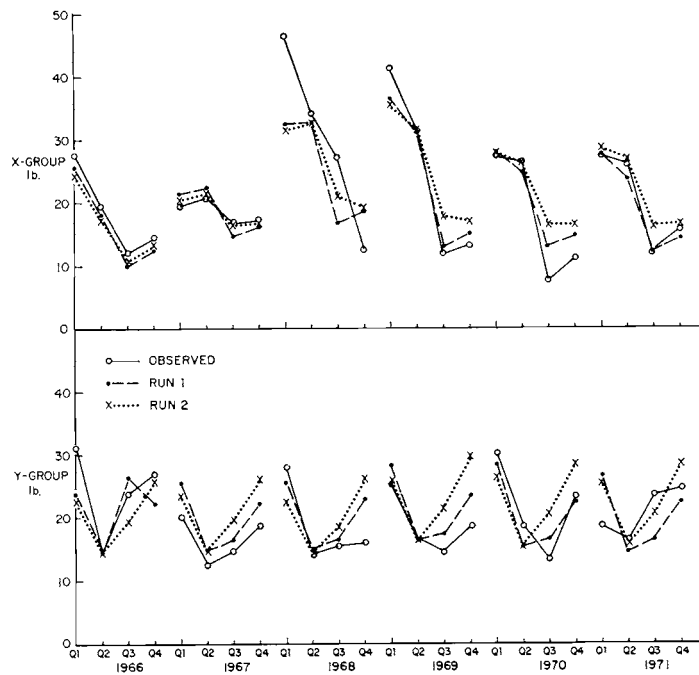


FIGURE 13. Observed and simulated average weights of yellowfin in the catches.

FIGURA 13. Promedio observado y simulado del peso de atún aleta amarilla en las capturas.

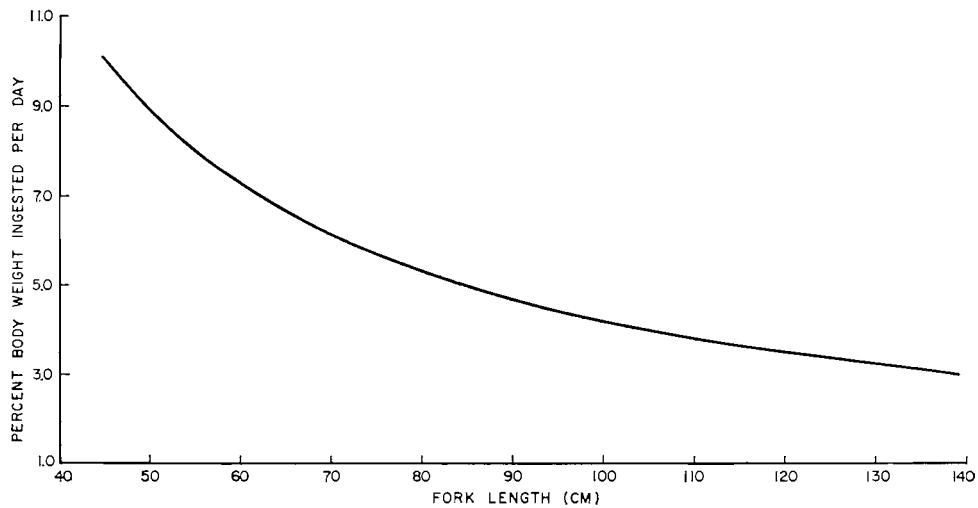


FIGURE 14. Relationship of weight of food ingested to length of yellowfin, estimated by ENSIM.

FIGURA 14. Estimación por ENSIM de la relación que existe entre el peso del alimento ingerido por el atún aleta amarilla y su talla.

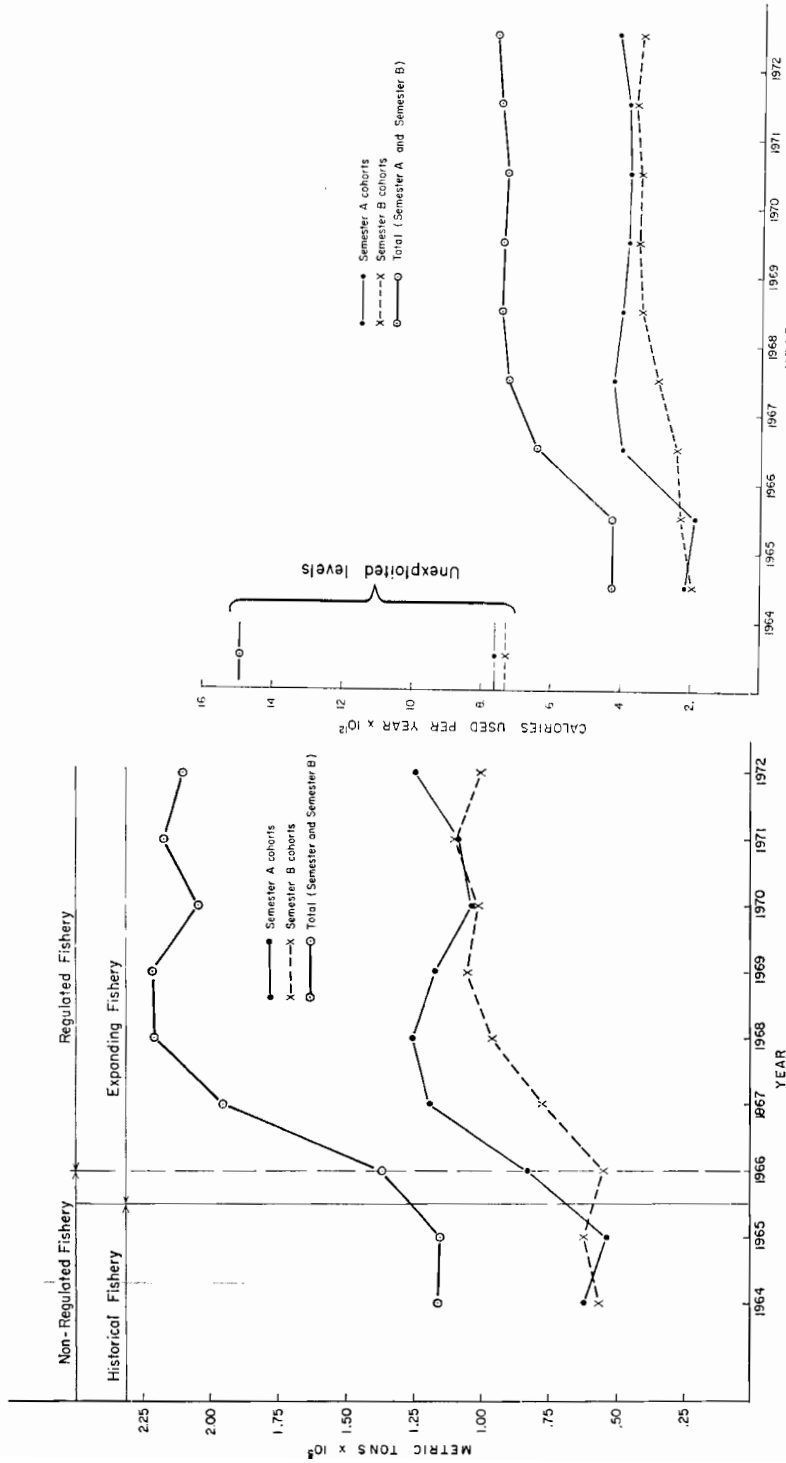


FIGURE 15. Average biomass of the exploited yellowfin population, as estimated by ENSIM for 1964-1972 period.

FIGURA 15. Promedio de la biomasa de la población explotada de atún aleta amarilla durante el período de 1964-1972, según ha sido estimado por ENSIM.

FIGURE 16. Estimates of ENSIM of the calories used per year by yellowfin for the 1964-1972 period.

FIGURA 16. Estimaciones de ENSIM de las calorías usadas anualmente por el atún aleta amarilla en el período de 1964-1972.

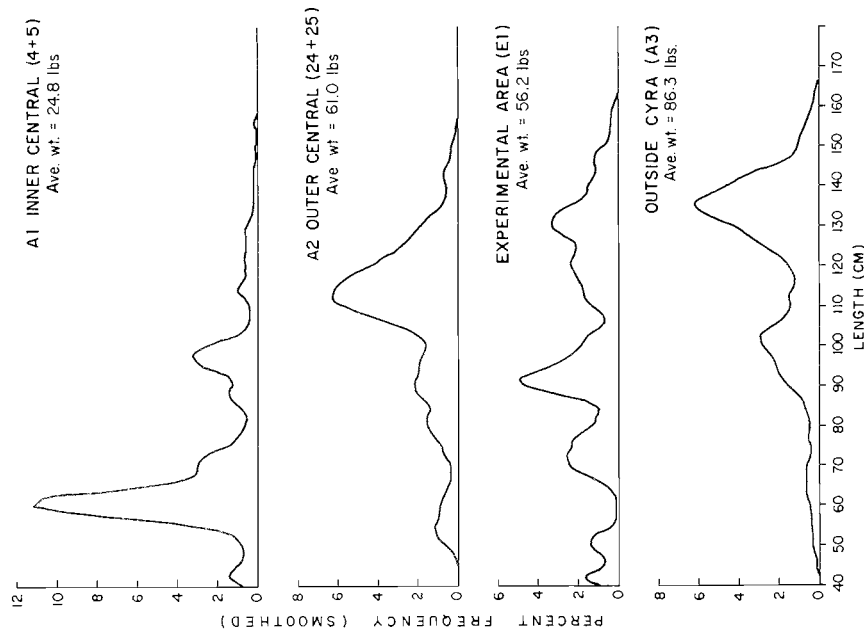


FIGURE 18. Length-frequency distribution of yellowfin tuna in the inner area (areas 4 and 5), the outer area (areas 24 and 25) of the central region of the CYRA, in the experimental area (E-1) and in the area to the west of the CYRA (A3).

FIGURA 18. Distribución frecuencia-talla de atún aleta amarilla en el área interior del ARCAA (áreas 4 y 5) en el área exterior (áreas 24 y 25) de la región central del ARCAA, en el área experimental (E-1) y en el área al oeste del ARCAA (A3).

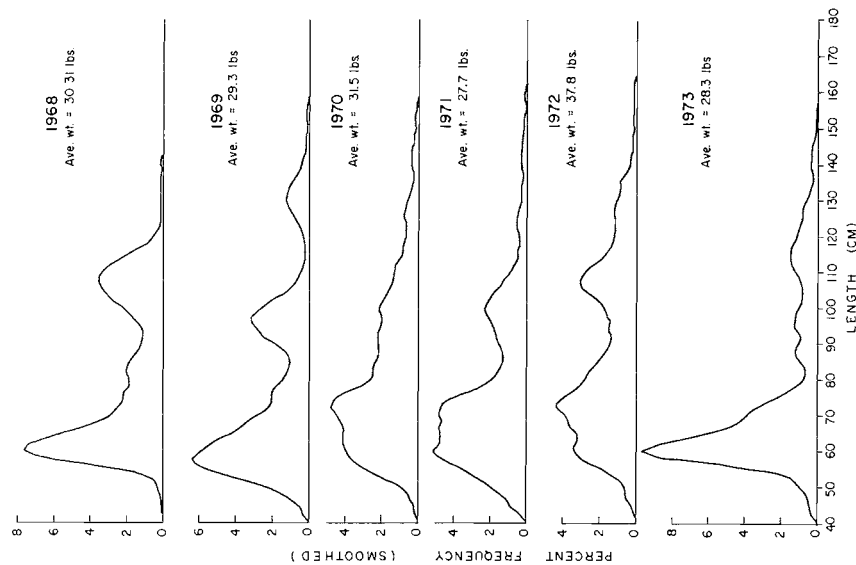


FIGURE 17. Length-frequency distribution of all yellowfin tuna samples taken in the CYRA, 1968-1973.

FIGURA 17. Distribución frecuencia-talla de todas las muestras de atún aleta amarilla obtenidas en el ARCAA, 1968-1973.

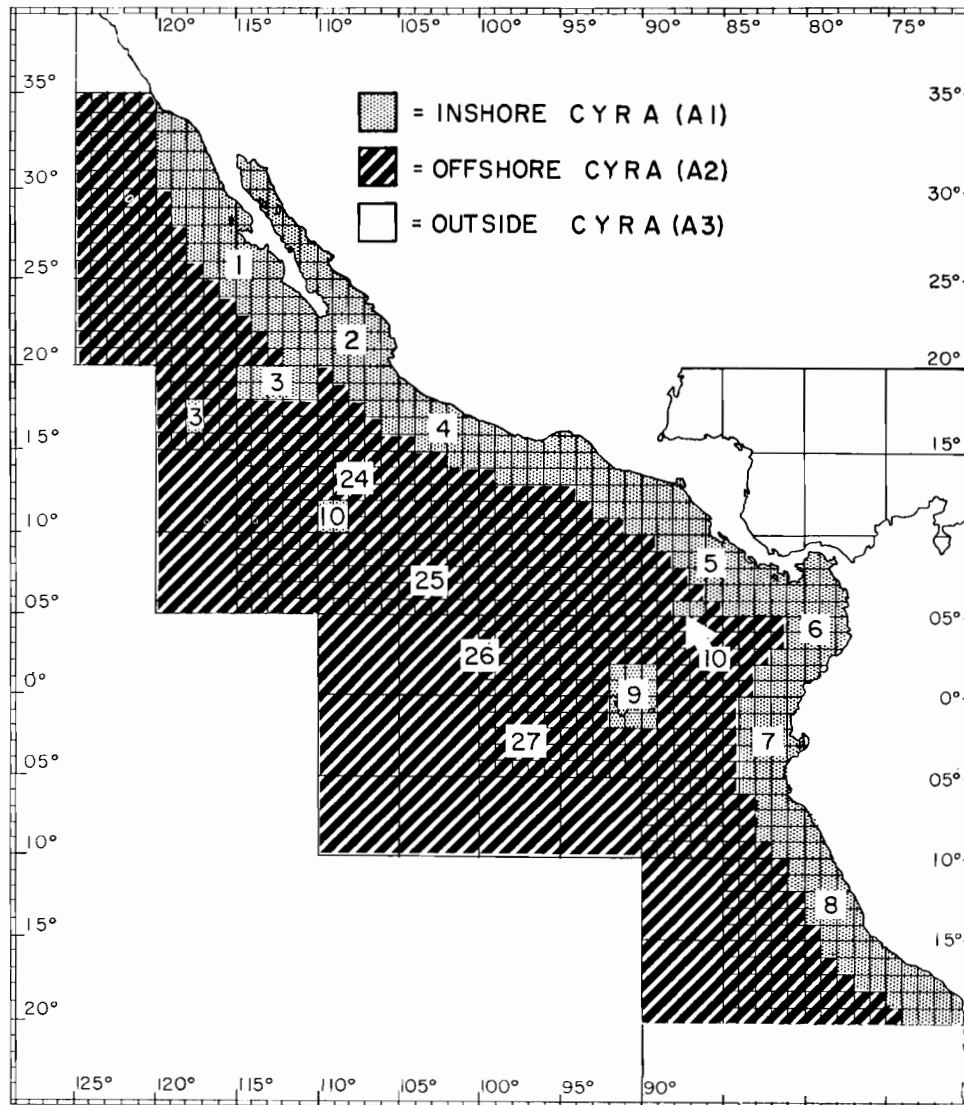


FIGURE 19. The eastern Pacific Ocean, showing Areas A1, A2, and A3. The numbers within the areas designate subareas used for size-composition studies.

FIGURA 19. Se indican las áreas A1, A2 y A3 en el Océano Pacífico oriental. Las cifras en las áreas indican las subáreas usadas en los estudios de la composición de tallas.

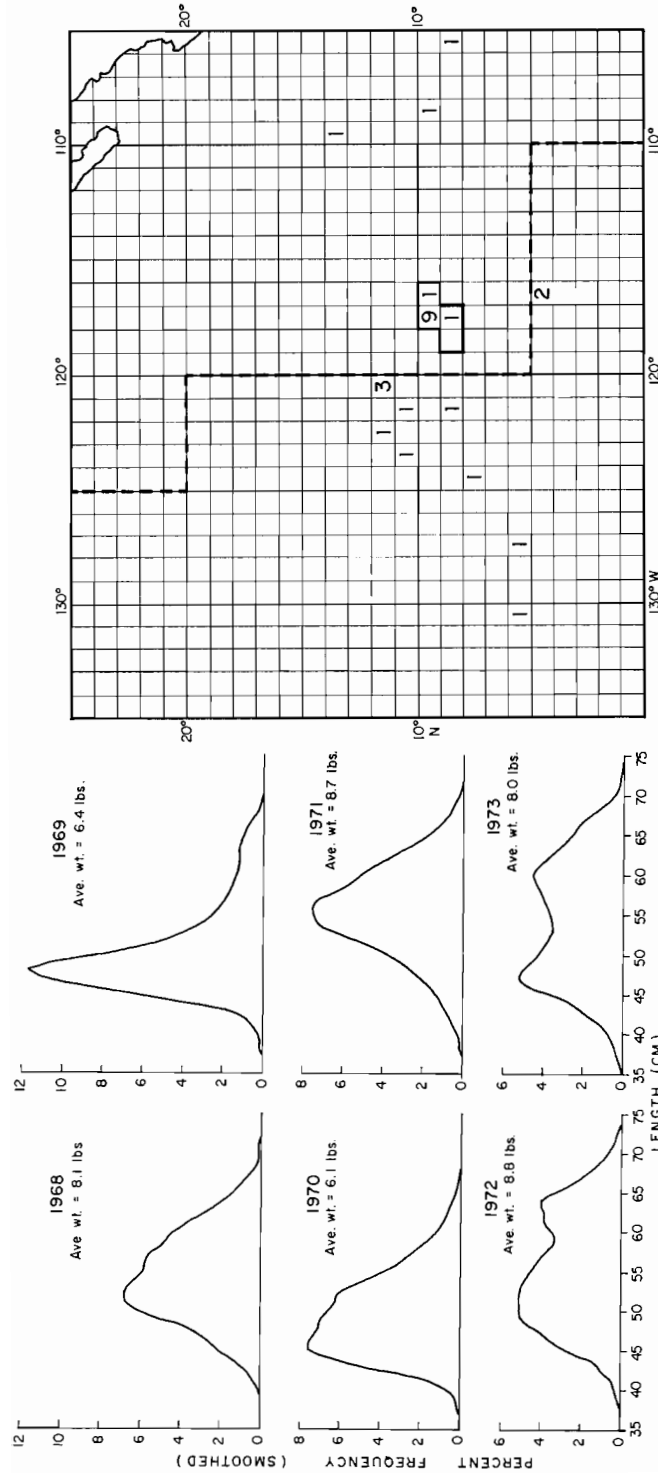


FIGURE 20. Length-frequency distribution of skipjack sampled from the eastern Pacific Ocean, 1968-1973.

FIGURA 20. Distribución frecuencia-talla del barrilete muestreado en el Océano Pacífico oriental, 1968-1973.

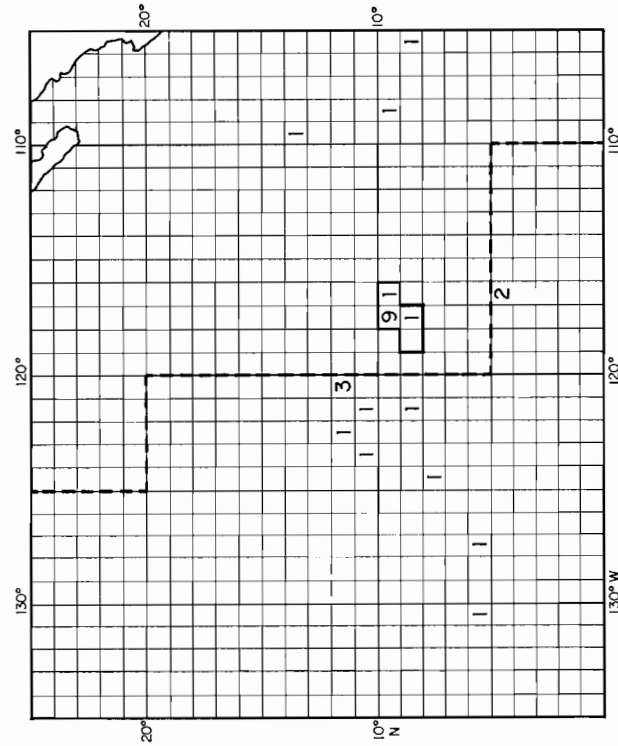


FIGURE 21. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for yellowfin released in the vicinity of 9°N-118°W during 1972.

FIGURA 21. Áreas de liberación (áreas marcadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas con cifras) del atún aleta amarilla liberado en los alrededores de los 9°N-118°W durante 1972.

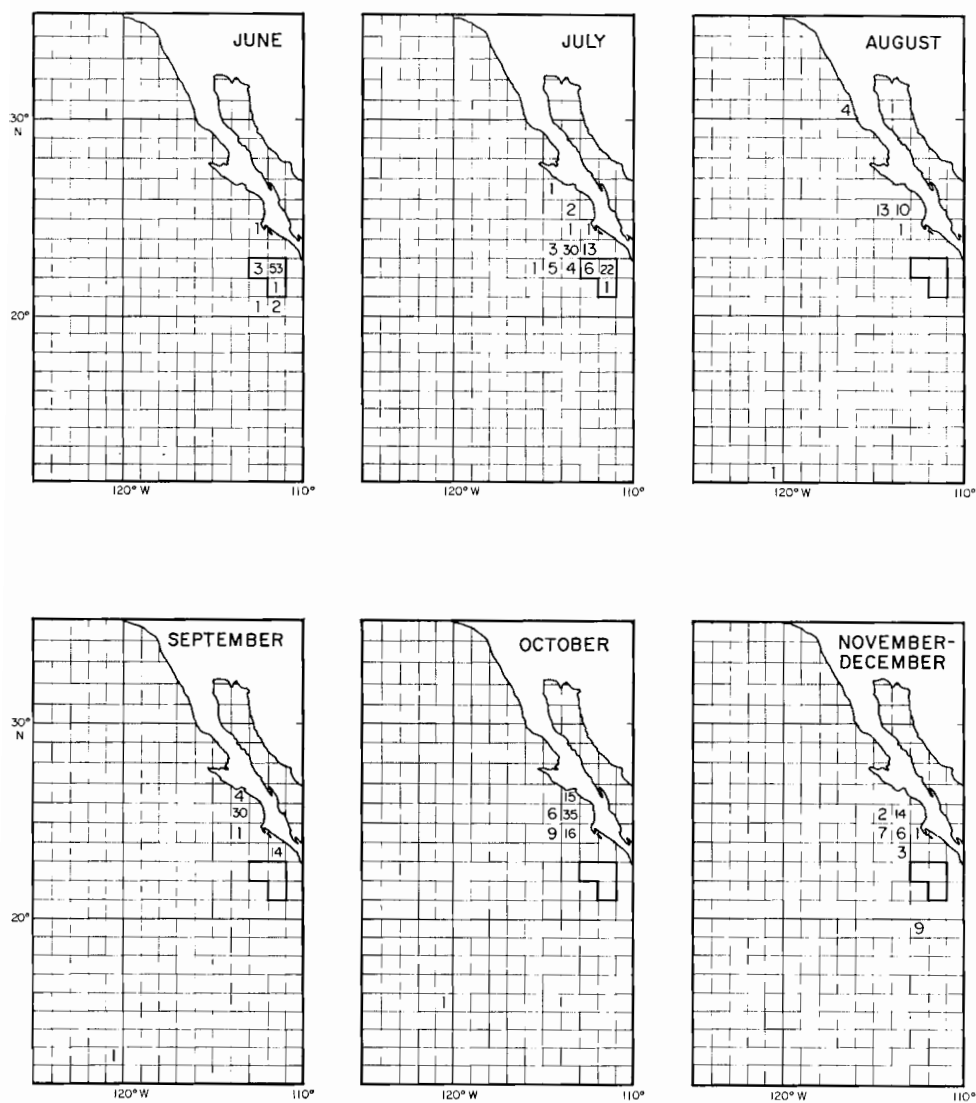


FIGURE 22. Areas of release (areas delineated with heavy lines) and areas of recapture (areas with numerals) for skipjack released off Baja California during June-July 1973.

FIGURA 22. Areas de liberación (áreas marcadas con líneas gruesas) y áreas de recaptura (áreas con cifras) del barrilete liberado frente a Baja California durante junio-julio 1973.

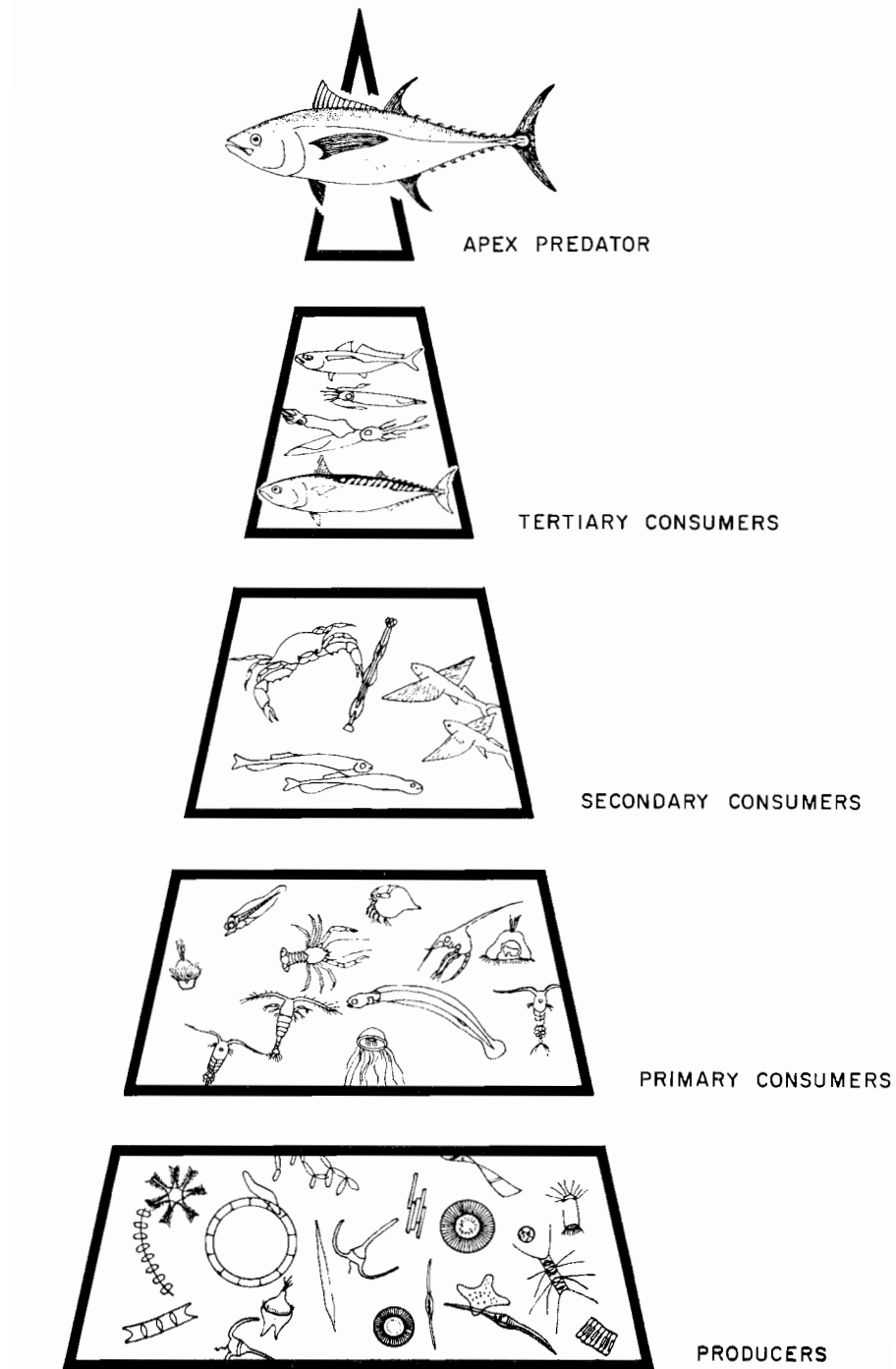


FIGURE 23. Trophic levels of tuna and their forage.
FIGURA 23. Niveles tróficos de los atunes y su alimento.

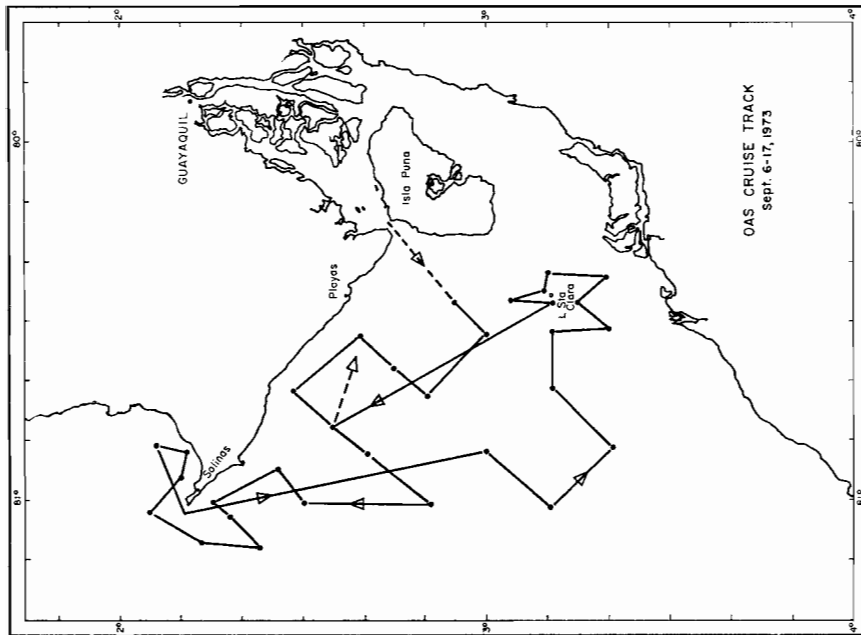


FIGURE 24. Cruise track and station locations for the joint INPE/IATTC Primary Production study, sponsored by the Organization of American States (OAS).

FIGURA 24. Derrotero del cruceo y localidad de las estaciones correspondientes al estudio de la Producción Primaria realizado en colaboración por INPE y la CIAT, y subvencionado por la Organización de los Estados Americanos (OEA).

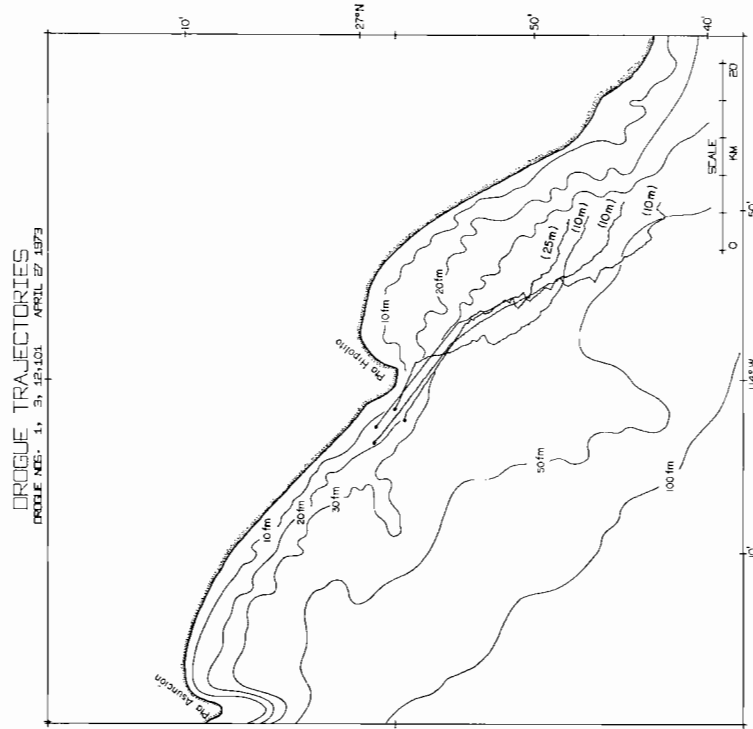
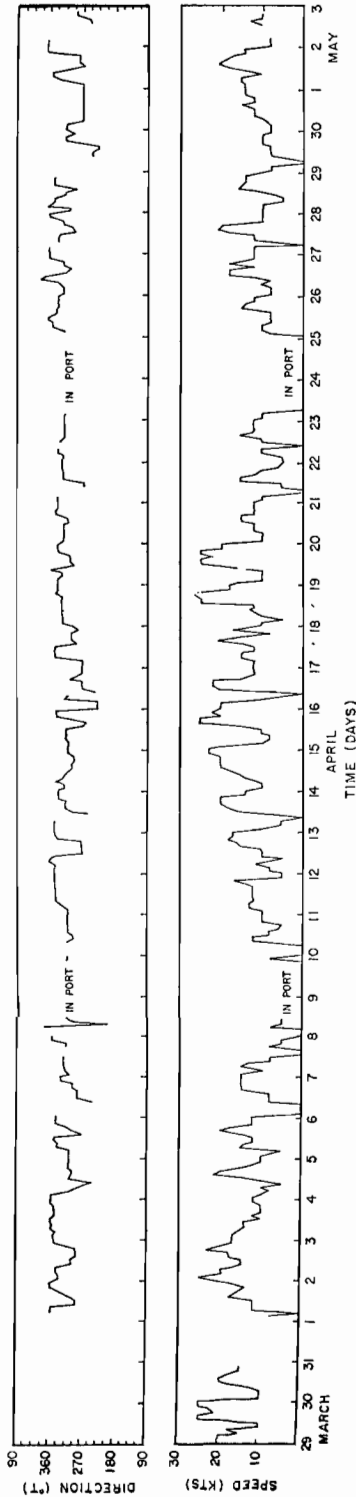


FIGURE 25. Trajectories of water motion for April 27-29, on the MESCAL II expedition. Drifting floats consisted of 2m diameter parachutes set for the depths indicated in the figure.

FIGURA 25. Trayectorias del movimiento del agua, abril 27-29, de la expedición MESCAL II. Los flotadores a la deriva consistían de paracaídas de 2 m en diámetro, colocados a las profundidades indicadas en el diagrama.

WIND TIME SERIES FOR MESCAL II
29 MARCH - 3 MAY 1973



PT. SAN HIPOLITO STATION TIME SERIES
TEMPERATURE (°C)

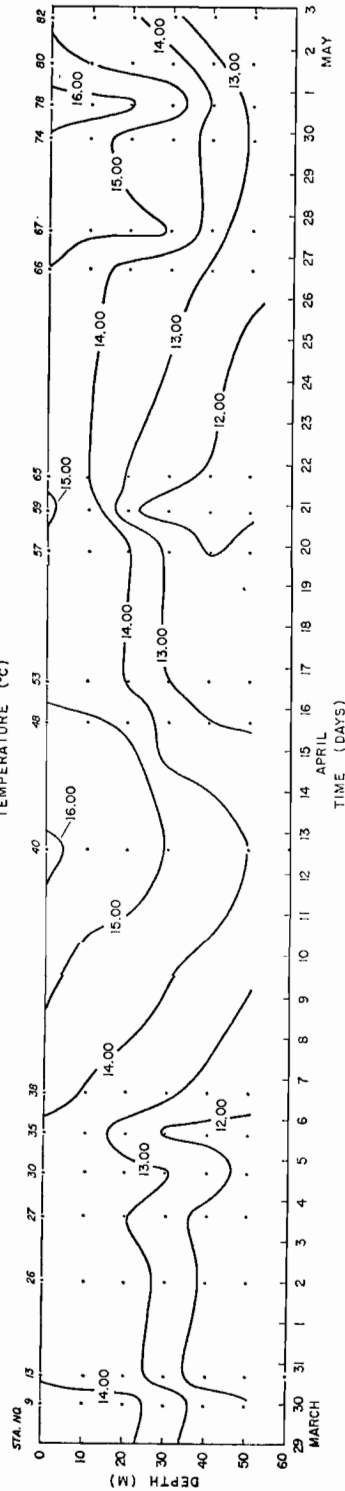


FIGURE 26. Time series of winds and water temperatures from the R/V THOMPSON during the MESCAL II expedition. Upwelling, indicated by changes in depth with time of isotherms, responds in a complex manner to changes in wind intensity and direction. The frequent daily minimums in wind intensity seen in the figure play an important role in regulating the intensity of upwelling.

FIGURA 26. Serie cronológica de la temperatura del agua y los vientos, obtenida desde el B/I THOMPSON durante la Expedición MESCAL II. El afloramiento indicado por los cambios en la profundidad de las isotermas con relación al tiempo, reaccionó de una manera compleja a los cambios de la intensidad y dirección del viento. Los valores mínimos, diarios, de la intensidad del viento, que ocurren frecuentemente y que se ven en el diagrama, juegan un papel importante en la regulación de la intensidad del afloramiento.

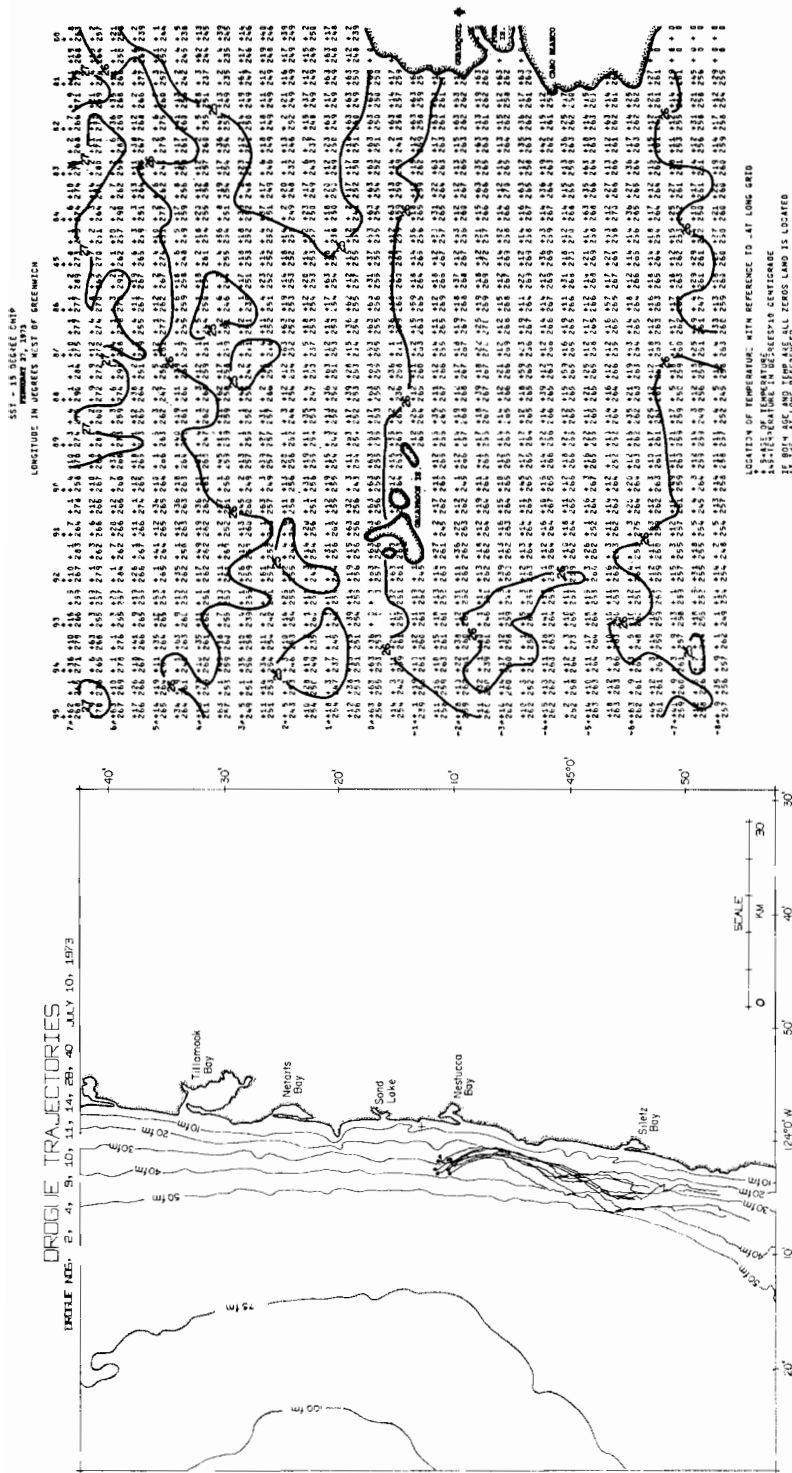


FIGURE 27. Trajectories of drogues were used by IATTC scientists during CUE-II to determine the velocity field of the near-surface water. Though the drogues were launched in a rectangular pattern (denoted by dots in the figure), the relative locations of the ends of the trajectories suggest that both lateral velocity shear and distortion were present in the water motion.

FIGURA 27. Las trayectorias de las anclas paracaidas fueron usadas por los científicos de la CIAT durante CUE-II para determinar el grado de velocidad del agua superficial. Aunque las anclas paracaidas fueron lanzadas para que formaran un rectángulo (indicadas por puntos en la figura), las localidades relativas de los puntos terminales de las trayectorias indican que tanto la fricción de la velocidad lateral como la distorsión se encontraban presentes en el movimiento del agua.

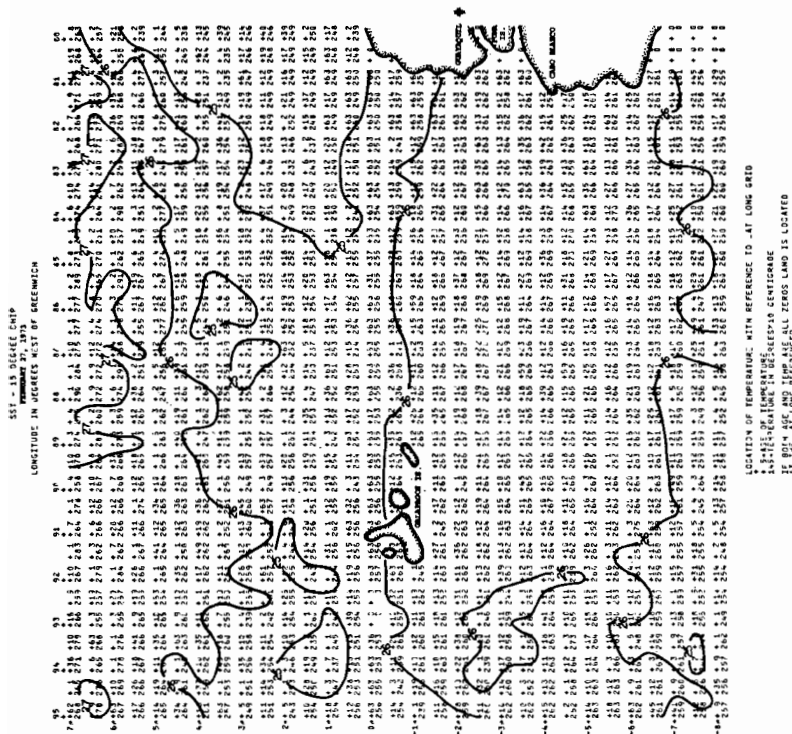


FIGURE 28. Contoured $15^{\circ} \times 15^{\circ}$ geographic "chip" of sea surface temperature (SST) in $^{\circ}\text{C}$ originally collected from the NOAA-2 weather satellite. Latitude and longitude are listed on upper and left margins. The lower number of each numerical pair represents a mean SST for a particular day while the upper number indicates the age of the temperature. The chart is a composite of several days data and is produced when a region is frequently obscured by decks of clouds.

FIGURA 28. Porción geográfica contorneada de $15^{\circ} \times 15^{\circ}$ de la temperatura de la superficie del mar (TSM) en $^{\circ}\text{C}$ obtenida originalmente del satélite meteorológico NOAA-2. La latitud y longitud se indican en el margen izquierdo superior. La cifra inferior de cada par numérico representa la media de la TSM de un día determinado, mientras la cifra superior indica la hora y día en que se tomó la temperatura. El gráfico es una combinación de datos de varios días y se produce cuando una región es obscurecida frecuentemente por cubiertas de nubes.

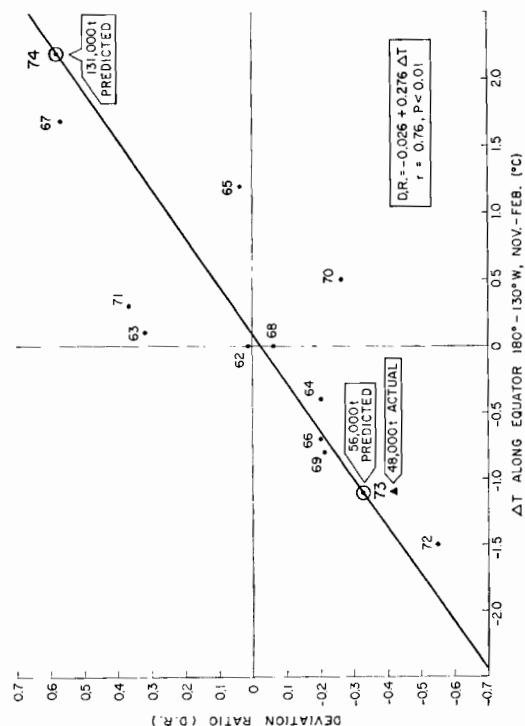


FIGURE 29. Plots of deviation ratios (D.R.) of total catches of skipjack by seiners and baitboats in the Pacific east of 150°W and temperature anomalies (ΔT) along the equator between 180° and 130°W during November-February (1962-1973) about 1½ years earlier. The regression line is based on 1962-1972 fishery data (closed circles), the predicted values for 1973 and 1974 are shown by open circles and the preliminary value of the actual catch for 1973 is shown by a triangle.

FIGURA 29. Diagramas de los índices de la desviación (I. D.) de las capturas totales de barrilete obtenidas por embarcaciones de cerco y de carnada en el Pacífico al este de los 150°W, y anomalías de temperatura (ΔT) a lo largo del ecuador entre los 180° y 130°W durante noviembre-febrero (1962-1973) aproximadamente año y medio antes. La línea de regresión se encuentra basada en los datos de pesca de 1962-1972 (círculos negros), los valores pronosticados de 1973-1974 se presentan por círculos en blanco y el valor preliminar de la captura actual de 1973 se indica mediante un triángulo.

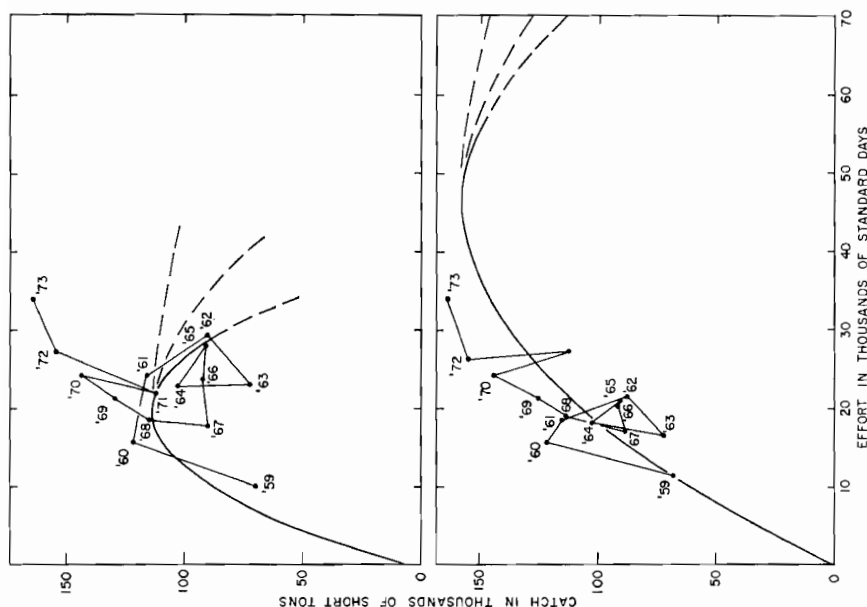


FIGURE 30. Relationships between catch and effort for the yellowfin fishery of the CYRA.

FIGURA 30. Relación que existe entre la captura y el esfuerzo de la pesca del atún aleta amarilla en el ARCAA.

TABLE 1. Catch (1958-1973), and landings (1945-1973) of yellowfin and skipjack tuna in the CYRA and west of the CYRA, in millions of pounds. YF = yellowfin, SK = skipjack.

TABLA 1. Captura (1958-1973) y desembarques (1945-1973) de atún aleta amarilla y de barrilete en el ARCAA y al oeste de ésta en millones de libras. AA = aleta amarilla, B = barrilete.

Year Año	Total CYRA catch Capturas totales del ARCAA			Total CYRA landings Desembarques totales del ARCAA				Total catch outside CYRA Captura total fuera del ARCAA		
	YF AA	SK B	Total	YF AA	SK B	No ident. Sin ident.	Total	YF AA	SK B	
1945				89.2	34.0	—	123.2	—	—	
1946				129.7	42.5	—	172.2	—	—	
1947				160.1	53.5	—	213.6	—	—	
1948				200.3	61.5	7.3	269.1	—	—	
1949				192.5	81.0	9.2	282.7	—	—	
1950				224.8	129.3	—	354.1	—	—	
1951				183.7	121.1	3.7	308.5	—	—	
1952				192.2	90.8	4.5	287.5	—	—	
1953				138.9	133.7	1.6	274.2	—	—	
1954				138.6	173.7	1.5	313.8	—	—	
1955				140.9	128.0	—	268.9	—	—	
1956				177.0	150.3	—	327.3	—	—	
1957				163.0	128.3	1.3	292.6	—	—	
1958	148.4	161.1	309.5	149.9	164.9	0.4	315.2	—	—	
1959	140.5	174.1	314.6	145.4	177.6	—	323.0	—	—	
1960	244.3	103.0	347.3	234.2	110.5	0.7	345.4	—	—	
1961	230.9	152.7	383.6	239.8	143.1	—	382.9	—	—	
1962	174.1	156.8	330.9	172.5	161.4	—	333.9	—	—	
1963	145.5	212.2	357.7	144.3	205.1	—	349.4	—	—	
1964	203.9	130.6	334.5	197.7	125.2	—	322.9	—	—	
1965	180.1	172.2	352.3	188.7	185.9	—	374.6	—	—	
1966	182.3	133.1	315.4	187.9	132.4	—	320.3	—	—	
1967	179.3	265.0	444.3	180.8	269.8	—	450.6	—	—	
1968	229.2	155.4	384.6	229.1	155.3	—	384.4	2.4	0.0	
1969	253.0	128.4	381.4	253.4	129.2	—	382.6	38.4	2.0	
1970	285.4	110.9	396.3	284.2	110.4	—	394.6	59.6	12.8	
1971	227.0	227.7	454.7	227.6	227.8	—	455.4	46.7	2.3	
1972	304.7	71.4	376.1	298.9	70.4	—	369.3	89.5	2.5	
1973**	351.8	94.9	446.7	352.3	93.6	—	445.9	99.8	2.9	

* (west of the CYRA and east of 150°W. — Al oeste del ARCAA y al este de los 150°W)

** preliminary — preliminar

TABLE 2. Logged yellowfin and skipjack tuna catch by major areas of the CYRA, in thousands of short tons, 1969-1973.**TABLA 2.** Capturas registradas de atún aleta amarilla y de barrilete por áreas principales del ARCAA, en miles de toneladas cortas, 1969-1973.

Yellowfin — Atún aleta amarilla											
Area of catch	1969	1969	1970	1970	1971	1971	1972	1972	1973*	1973*	
Area de captura	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR	R	
North of 20°N	14.6	8.7	19.9	9.4	9.4	4.9	4.1	5.3	2.6	5.1	
Al norte de los 20°N											
15°-20°N	11.7	0.7	27.5	0.8	8.9	0.5	9.7	2.1	10.6	1.7	
10°-15°N	28.4	0.1	23.3	0.2	13.6	1.2	23.0	1.5	18.0	0.3	
5°-10°N	38.6	0.3	31.7	0.2	32.9	1.5	58.8	3.4	68.3	5.1	
0°- 5°N	5.2	0.3	2.6	0.0	8.8	0.2	18.1	0.8	10.4	1.5	
South of 0°	3.3	2.2	8.2	2.8	12.5	3.7	8.4	3.8	11.8	4.2	
Al sur de los 0°											
Total	101.8	12.3	113.3	13.4	86.1	12.0	122.1	16.9	121.7	17.9	
Skipjack — Barrilete											
North of 20°N	1.7	6.9	4.0	18.7	13.6	5.7	1.2	6.3	0.8	4.7	
Al norte de los 20°N											
15°-20°N	0.4	1.5	1.8	2.7	1.2	0.3	0.4	0.1	0.6	0.4	
10°-15°N	2.1	0.0	2.1	0.3	4.4	1.0	0.2	0.1	0.0	0.0	
5°-10°N	4.6	0.5	2.4	0.2	20.3	4.8	3.7	0.3	6.7	2.9	
0°- 5°N	0.4	2.2	0.2	0.1	1.2	2.8	1.2	0.5	3.6	6.9	
South of 0°	6.7	13.5	4.9	2.1	32.3	4.6	4.0	5.9	4.5	0.6	
Al sur de los 0°											
Total	15.9	24.6	15.4	24.1	73.0	19.2	10.7	13.2	16.2	15.5	

NR = non-regulated — sin reglamentación

R = regulated — reglamentado

* = preliminary — preliminar

TABLE 3. Number of tuna fishing vessels operating in the CYRA by flag, gear, size class and capacity (short tons) during 1973.**TABLA 3.** Número de embarcaciones pesqueras de atún que maniobraron en el ARCAA, por bandera, artes, clase de tamaño y capacidad (tonelada americana) durante 1973.

SIZE CLASS — CLASE DE TAMAÑO								
FLAG	GEAR	1	2	3	4	5	6	Total No. of vessels No. total de barcos
BANDERA	ARTE							Total capacity Capacidad Total
Bermuda	seiner					2		
Costa Rica	seiner		1		2	1		
Japan*	seiner						1	
Mexico	baitboat			1				
Venezuela	seiner					1		
(total Bermuda, Costa Rica, Japan, Mexico & Venezuela)								9 2,840
Canada	seiner				3		5	8 6,146
Ecuador	baitboat	49		2				51 1,695
	seiner		4	5	4			13 1,960
	bolicheras	3						3 75
France	seiner						3	3 4,353
Mexico	seiner			2	9	1	6	18 7,173
Netherlands	seiner						2	2 2,700
Panama	seiner				1	1	4	6 3,021
Peru	seiner		1	2	2			5 955
	bolicheras	7	12					19 1,119
Spain	seiner						5	5 5,543
USA	baitboat	10	24	15	3			52 4,852
	seiner			13	17	10	93	133 94,991
	jig	27	1					28 729
All flags	seiner		6	22	38	16	119	201
	baitboat	59	24	18	3			104
	jig	27	1					28
	bolicheras	10	12					22
Total		96	43	40	41	16	119	355

Capacity of vessels by size class (short tons) Capacidad de los barcos por clase de tamaño (tonelada americana)								
Size class Clase de tamaño	1	2	3	4	5	6		
seiner		150	3,674	10,100	5,741	109,557		129,222
baitboat	1,826	2,003	2,460	718				7,007
jig	666	63						729
bolicheras	248	946						1,194
Total	2,740	3,162	6,134	10,818	5,741	109,557		138,152

* The number of Japanese longline vessels operating in the CYRA each month during 1973, varied between 26-39. Information concerning their capacity is not available.

El número de embarcaciones japonesas palangreras que maniobraron en el ARCAA cada mes durante 1973, fluctuó entre 26 y 39. No se dispone de la información referente a su capacidad.

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

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

BAITBOATS — BARCOS DE CARNADA								
Yellowfin — Atún Aleta Amarilla					Skipjack — Barrilete			
Class Clase	1970	1971	1972	1973**	1970	1971	1972	1973**
1	1,969	1,522	2,853	170	1,110	2,044	616	796
2	2,392	2,209	5,116	1,094	2,846	5,421	2,037	1,141
3	5,817	2,463	5,547	1,635	4,808	10,582	2,445	1,335
4	6,108	5,334	6,988	3,605	5,040	8,538	1,750	4,802
5	*	—			*	—		
6	—	—			—	—		
Standardized to Class 4 — standardizados a la Clase 4								
	6,624	4,397	8,417	2,359	4,968	10,081	3,006	2,432
PURSE SEINERS — BARCOS CERQUEROS								
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	15,741	7,219	8,734	5,032	1,017	3,602	68	214
4	14,884	7,468	8,775	8,015	1,534	4,665	262	265
5	18,893	8,812	14,263	8,022	2,290	8,168	979	1,076
6	31,100	20,612	31,855	25,866	2,887	17,039	2,787	3,057
Standardized to Class 3 — standardizados a la Clase 3								
	16,508	10,428	18,175	15,048	1,594	8,537	1,498	1,738

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

** 1973 is preliminary — 1973 es preliminar

TABLE 5. Catch per ton of carrying capacity (all species), gross earnings per ton of capacity and average gross earnings per vessel for California- and Puerto Rico-based purse seiners, 1963-1973.

TABLA 5. Captura por tonelada de capacidad de acarreo (todas las especies) ganancia bruta por tonelada de capacidad y promedio de la ganancia bruta por barco de las embarcaciones de cerco con base en California y Puerto Rico, 1963-1973.

Size Class Clase por Capacidad	3 101-200	4 201-300	5 301-400	6 401-600	7* 601-800	8** 801-1000	9 1001-1200	10 1201+
Year Año	Catch per ton of carrying capacity — all species Captura por tonelada de capacidad de acarreo — todas las especies							
1963	4.76	4.33	4.07	3.49	2.49			
1964	4.56	4.50	4.12	3.67	2.48			
1965	4.14	3.68	4.16	3.11	3.32			
1966	4.80	3.87	3.98	3.75	3.02			
1967	6.64	5.19	4.92	5.12	4.27			
1968	4.57	3.98	4.02	4.26	4.00	3.92		
1969	5.11	3.48	3.65	4.34	4.09	3.45		
1970	4.96	3.85	3.77	4.06	4.21	3.06	2.82	
1971	4.26	2.92	2.97	3.27	4.33	3.59	2.80	3.69
1972	5.31	2.56	3.03	3.12	3.83	2.73	2.12	2.17
1973	3.62	2.71	2.47	2.71	3.09	2.51	2.48	2.28
	Gross earnings per ton of carrying capacity Ganancia bruta por tonelada de capacidad de acarreo							
1963	\$1,153	\$1,050	\$1,068	\$ 776	\$ 552			
1964	1,145	1,113	1,009	876	560			
1965	1,077	974	1,073	776	764			
1966	1,462	1,256	1,298	1,271	912			
1967	1,572	1,251	1,199	1,172	914			
1968	1,327	1,189	1,220	1,258	1,155	\$1,136		
1969	1,533	1,078	1,142	1,380	1,290	1,070		
1970	1,658	1,322	1,299	1,428	1,483	1,061	\$ 961	
1971	1,391	1,105	1,150	1,312	1,729	1,388	1,073	\$1,407
1972	1,887	1,020	1,278	1,364	1,676	1,190	918	939
1973	1,263	1,136	1,065	1,275	1,480	1,193	1,173	1,062
	Gross earnings per vessel — Thousands of dollars Ganancia bruta por barco — miles de dólares							
1963	\$ 189	\$ 268	\$ 363	\$ 354	\$ 446			
1964	187	284	345	398	456			
1965	181	252	369	362	627			
1966	245	320	448	570	792			
1967	263	319	413	547	779			
1968	223	303	426	617	751	\$1,059		
1969	264	275	403	680	855	987		
1970	282	337	459	724	1,007	954	\$1,018	
1971	234	278	402	672	1,181	1,227	1,154	\$2,180
1972	323	277	459	720	1,170	1,093	989	1,354
1973	224	299	400	683	1,032	1,101	1,269	1,616

* Classes 7, 8 and 9 combined 1963-1967

* Clases 7, 8 y 9 combinadas 1963-67

** Classes 8 and 9 combined 1968-69

** Clases 8 y 9 combinadas 1968-69

TABLE 6. Sensitivity of annual equilibrium catch variables to systematic changes in model input parameters and variables. The outputs are as follows: y_1 , annual catch in numbers; y_2 , annual catch in weight; y_3 , annual average weight of the fish in the catch.

TABLA 6. Sensibilidad de las variables de la captura de equilibrio anual con relación a los cambios sistemáticos de la entrada de los parámetros y variables en el modelo. Los resultados son los siguientes: y_1 , la captura en números; y_2 , la captura anual en peso; y_3 , el peso promedio anual de los peces en la captura.

x	Δ	S(x, y_i, Δ)		
		.115864 y_1	.266708 y_2	23.02 y_3
$q_i; i = 1, \dots, 4$ (year 1)	-.10	-.023	+.005	+.028
	+.10	+.025	-.005	-.030
$q_i; i = 5, \dots, 8$ (year 2)	-.10	-.023	-.002	+.022
	+.10	+.022	+.001	-.020
$q_i; i = 9, \dots, 12$ (year 3)	-.10	-.008	-.012	-.004
	+.10	+.007	+.011	+.003
$q_i; i = 13, \dots, 16$ (year 4)	-.10	-.002	-.007	-.006
	+.10	+.002	+.007	+.005
f	-.10	-.056	-.019	+.040
	+.10	+.051	+.013	-.037
R	-.10	-.100	-.100	—
	+.10	+.100	+.100	—
$M_i; i = 1, \dots, 18$	-.10	+.110	+.160	+.045
	+.10	-.097	-.135	-.042
$\rho_i; i = 1, \dots, 18$	-.10	-.063	-.023	+.043

TABLE 7. The 14 enzyme systems in this table were studied electrophoretically during 1973 in a search for additional genetic polymorphisms for use in the yellowfin population studies. The general observations of the results are presented and their potential utility for use in genetic studies of population structure are shown.

TABLA 7. En 1973 se estudiaron electroforéticamente los 14 sistemas de enzimas en esta tabla, en busca de otro polimorfismo genético para usarlo en los estudios poblacionales de los atunes aleta amarilla. Se presentan las observaciones generales de los resultados y se indica el potencial de su utilidad para emplearlo en estudios genéticos de la estructura de población.

Enzyme System — Sistemas de Enzimas	Observations — Observaciones	Utility — Utilidad
1. Lactate Dehydrogenase	Tissue specific patterns-invariant La característica específica es invariable en los tejidos	none ninguna
2. Malate Dehydrogenase	Uniform pattern all tissues La característica es uniforme en todos los tejidos	none ninguna
3. Glutamate Dehydrogenase	Uniform pattern in tissues where present Se encontró presente una característica uniforme en los tejidos	none ninguna
4. α Glycerophosphate Dehydrogenase	White muscle only — invariant Solo se encuentra en el músculo blanco y es invariable	none ninguna
5. 6-phosphogluconate Dehydrogenase	One band in tissues where present Se encontró presente una banda en los tejidos	none ninguna
6. Glucose-6-phosphate Dehydrogenase	Tissue specific patterns—invariant except in red muscle La característica específicas en los tejidos es invariable excepto en el músculo rojo	potential potencial
7. Isocitrate Dehydrogenase	Muscle patterns invariant La característica en los músculos es invariable	none ninguna
8. Phosphoglucomutase	Tissue specific patterns-invariant La característica en los tejidos es invariable	none ninguna
9. Alkaline Phosphatase	Liver specific pattern-invariant La característica específica en el hígado es invariable	none ninguna
10. Acid Phosphatase	Tissue specific patterns-invariant La característica específica en los tejidos es invariable	none ninguna
11. Leucine-amino Peptidase	Tissue specific patterns-invariant La característica específica en los tejidos es invariable	none ninguna
12. Glutamate-oxaloacetate Transaminase	Tissue specific patterns-invariant La característica específica en los tejidos es invariable	none ninguna
13. Tetrozolum Oxidase	Tissue specific patterns-invariant La característica específica en los tejidos es invariable	none ninguna
14. Alcohol Dehydrogenase	Liver specific pattern-invariant La característica específica en el hígado es invariable	none ninguna

TABLE 8. Genetic data for the analysis of the serum transferrin allelic system in yellowfin tuna for semester A cohorts in samples collected during 1969, 1970 and 1971, including samples of fish in their initial, first and second complete years in the fishery.

TABLA 8. Datos genéticos para el análisis del sistema alélico de transferina en atunes aleta amarilla de las cohortes del semestre A, según las muestras obtenidas desde 1969, 1970 y 1971, incluyendo ejemplares de peces que habían estado uno o dos años completos en la pesquería.

Semester A ₀₋₂	AA	AB	BB	N _i	P _A	χ^2	Degrees of Freedom Grados de Libertad	Significance Level Nivel de significación
LB _a	373	299	69	741	.705	0.647	2	—
JJ	80	53	8	141	.755	3.601	2	—
A	52	31	2	85	.794	8.218	2	P < .005
10	75	72	13	155	.694	0.759	2	—
27	94	67	13	160	.733	1.363	2	—
42	99	81	16	196	.712	0.096	2	—
XXA	72	60	14	146	.699	0.141	2	—
IJ	114	61	7	182	.791	14.961	2	P < .05
K	36	21	9	66	.705	3.525	2	—
M	43	24	2	69	.797	6.471	2	P < .05
N	42	20	3	65	.800	6.177	2	P < .05
R	62	60	11	133	.692	0.574	2	—
37	51	43	6	100	.725	1.023	2	—
45	80	47	13	140	.739	3.862	2	—
10	37	27	5	59	.732	0.489	2	—
L	50	20	5	75	.800	8.917	2	P < .025
V	39	27	4	70	.750	1.466	2	—
				Total		62.393	34	P < .005
Semester A ₀₋₂ pooled	1399	1013	200	2612	.705	16.131	2	P < .005
				Heterogeneity		46.262	32	P < .05

TABLE 9. Genetic data for analysis of the serum transferrin allelic system in yellowfin tuna for semester B cohorts in samples collected during 1969, 1970 and 1971, including samples of fish in their first and second complete years in the fishery.

TABLA 9. Datos genéticos para el análisis del sistema alélico de transferina en atunes aleta amarilla para las cohortes del semestre B de las muestras obtenidas durante 1969, 1970 y 1971, incluyendo ejemplares de peces que habían estado uno o dos años completos en la pesquería.

Semester B ₁₋₂	AA	AB	BB	N _i	P _A	χ ²	Degrees of Freedom Grados de Libertad	Significance Level Nivel de significación
XXB	59	34	2	95	.805	10.389	2	P < .01
D. E.	139	83	11	233	.775	11.563	2	P < .005
W. B.	196	143	28	367	.729	2.119	2	—
A	63	41	7	111	.752	2.475	2	—
37	49	36	8	93	.720	0.355	2	—
57	40	23	7	70	.736	2.258	2	—
AA	42	33	9	84	.696	0.475	2	—
BB	56	18	8	82	.793	13.307	2	P < .005
CC	38	35	7	80	.694	0.167	2	—
C	40	24	7	71	.732	1.815	2	—
K	36	26	6	68	.721	0.331	2	—
L	174	146	27	347	.712	0.384	2	—
P	37	29	8	74	.696	0.457	2	—
Q	127	73	10	210	.779	11.573	2	P < .005
R	83	64	15	162	.710	.305	2	—
				Total		59.074	30	P < .005
Semester B ₁₋₂ pooled	1179	808	160	2147	.705	23.766	2	P < .005
				Heterogeneity		35.308	28	ns
				Total		121.467	64	P < .005
Semesters A+B ₀₋₂ Pooled	2578	1821	360	4759	.705	39.027	2	P < .005
				Heterogeneity		82.440	62	P < .05

TABLE II. Food of yellowfin tuna from the eastern Pacific Ocean. Only the more important forage items are tabulated.
TABLA II. Alimentación del atún aleta amarilla en el Océano Pacifico oriental. Solo se enumeran los componentes más importantes de alimentación.

Principal Group Grupo Principal	Family Familia	Trophic Level Nivel trófico (Consumer)			Percent by volume Porcentaje por volumen		
		Primary Primario	Secondary Secundario	Tertiary Terciario	CYRA Inshore ARCAA en la costa	CYRA Offshore ARCAA mar afuera	Outside CYRA Fuera del ARCAA
Fish			+	+	47 (12)	91 (39)	94 (61)
	Scombridae			+	(12)	(39)	(61)
	Gempylidae			+	(<1)	(<1)	(<1)
	Coryphaenidae			+	(<1)	(4)	(<1)
	Carangidae			+	(2)	(<1)	(<1)
	Bramidae		+		(0)	(<1)	(<1)
	Exocoetidae		+		(4)	(22)	(4)
	Nomeidae		+		(1)	(7)	(9)
Gonostomatidae		+		(1)	(1)	(18)	
Cephalopods	Loliginidae and Ommastrephidae			+	8	8	5
Crustaceans							
	Galatheidae	+	+		45 (34)	<1 (0)	1 (0)
	Portunidae		+		(9)	(0)	(0)

TABLE 12. Coefficients of correlation (r) for indices of apparent abundance of skipjack in the Pacific east of 150°W and anomalies of sea-surface temperature and atmospheric pressure at earlier periods, and predictions for 1973 and 1974 from the linear regression equations. The fishery data for 1973 are preliminary.

TABLA 12. Coeficientes de correlación (r) de los índices de la abundancia aparente del barrilete en el Pacífico oriental al este de los 150°W, y anomalías tanto de la temperatura superficial del mar como de la presión atmosférica en períodos anteriores, y pronósticos para 1973 y 1974, según las ecuaciones lineales de regresión. Los datos de pesca de 1973 son preliminares.

1962-72 Fishery Data 1962-72 Datos de la Pesca			Equator, 180°-130°W 1973 1974 -1.1°C 2.2°C			Christmas Island 1973 1974 -0.7°C n.d.			S. Cristobal, Galapagos 1973 1974 -0.3°C 2.4°C			Darwin, Australia 1973 1974 -0.7mb 1.4mb		
Skipjack Indices Indíces Barrilete	Units Unidades	ETL† Medio	r	P	Pred.	r	P	Pred.	r	P	Pred.	r	P	Pred.
1. Total catch	10 ³ t	83	0.76	**	56	0.73	**	71	0.78	**	73	0.84	**	49
2. PS C/E CYRA	t/day (dia)	3.1	0.73	*	1.7	0.68	*	2.5	0.71	*	2.7	0.80	**	1.4
3. PS C/E 15 5° Areas	t/day	3.8	0.74	**	2.2	0.70	*	3.1	0.74	**	3.2	0.81	**	1.7
4. PS AV C/E 15 5° Areas	t/day	2.8	0.64	*	1.7	0.59	n.s.		0.63	*	2.5	0.74	**	1.4
5. PS C/E SJ Areas	t/day	5.2	0.72	*	3.0	0.71	*	4.2	0.72	*	4.5	0.84	**	2.2
6. PS U. . SJ Areas	t/day	0.51	0.73	*	0.29	0.75	**	0.41	0.85	**	0.43	0.85	**	0.22
1962-1973 Fishery Data Datos de la pesca			1974 2.2°C			1974 n.d.			1974 2.4°C			1974 1.4mb		
1. Total catch	10 ³ t	83	0.79	**	132	0.74	**		0.77	**	132	0.86	**	133
2. PS C/E CYRA	t/day	2.9	0.76	**	5.7	0.68	*		0.71	**	5.6	0.82	**	5.7
3. PS CE 15 5° Areas	t/day	3.6	0.77	**	7.1	0.71	**		0.74	**	7.0	0.84	**	7.1
4. PS AV C/E 15 5° Areas	t/day	2.7	0.67	*	4.9	0.61	*		0.64	*	4.9	0.76	**	5.0

*P ≤ 0.05; *P ≤ 0.01; n.s.—not significant; t—short tons; mb—millibars; n.d.—no data; Skipjack indices: 1—Deviation ratio of total catch east of 150°W; 2-6 seiner data only; 2—logged catch divided by logged effort in CYRA; 3—logged catch divided by logged effort in 15 areas; 4—the average of the catch per unit of effort values for each of the 15 areas; 5—Joseph and Calkins (IATTC Bull. 13 (1)) unweighted index of abundance; 6—Joseph and Calkins weighted index of abundance. †ETL—Extrapolation of trend line.

*P ≤ 0.05; *P ≤ 0.01; n.s.—no significant; t—tonelada americana; mb—milibares; n.d.—no hay datos; Índices de barrilete: 1—razón de desviación de la captura total al este de los 150°W; 2-6 Unicamente datos de las embarcaciones de cerco; 2—Captura registrada dividida por el esfuerzo registrado en el ARCAA; 3—Captura registrada dividida por el esfuerzo registrado en 15 áreas; 4—Promedio de los valores de captura por unidad de esfuerzo para cada una de las 15 áreas; 5—Índice de la abundancia no ponderado de Joseph y Calkins (CIAT Bol. 13 (1)); 6—Índice de la abundancia ponderado de Joseph y Calkins. †ETL—extrapolación de la inclinación de la línea.

TABLE 13. Catches and CPSDF of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean.**TABLA 13.** Capturas y CPDNP de aleta amarilla y barrilete (listado) en el Oceano Pacifico oriental.

YELLOWFIN ATUN ALETA AMARILLA							SKIPJACK BARRILETE				YF + SJ	
Inside CYRA			Outside CYRA		TOTAL		Inside CYRA		Outside CYRA		Total	Inside + Outside
	Expected CPSDF	Observed	CPSDF	Catch	Observed	CPSDF	Catch	Observed	CPSDF	Catch	Total	Grand Total Catch
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
1968	—	5.1	114.6	5.5	1.2	115.8	1.3	77.7	0.2	—	77.7	193.5
1969	5.1	5.9	126.5	7.8	19.2	145.7	2.1	64.2	0.6	1.0	65.2	210.9
1970	4.0	6.0	142.7	4.6	29.8	172.5	1.8	55.4	1.5	6.4	61.8	234.3
1971	3.0	4.2	113.5	5.0	23.4	136.9	4.0	113.8	0.3	1.2	115.0	251.9
1972	—	6.0	152.4	5.5	44.8	197.2	1.0	35.7	0.2	1.2	36.9	234.1
1973	—	4.9	175.9	5.8	49.9	225.8	0.9	47.4	0.3	1.4	48.8	274.6
Mean		5.6	137.6	5.7	28.0	165.6	2.3	65.7	0.6	2.2	67.6	233.2