
ANNUAL REPORT

of the

Inter-American Tropical Tuna Commission

1970

INFORME ANUAL

de la

Comision Interamericana Del Atun Tropical

**La Jolla California
1971**

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION	7
THE FISHERY IN 1970	7
Resumé	7
Statistics of catch and landings	9
The catch of bigeye tuna in the surface fishery of the eastern Pacific Ocean	11
The international tuna fleets	11
RESEARCH IN CALENDAR YEAR 1970	15
Success of fishing, abundance of tunas, and population dynamics	15
Vital statistics, population structure and migrations	24
Other aspects of tuna biology	30
Oceanography and tuna ecology	33
Status of the tuna stocks in 1970 and outlook for 1971	36
ADMINISTRATION	43
The budget	43
Financial statement	43
Inter-agency cooperation	46
Field offices	46
THE ANNUAL MEETING	47
PUBLICATIONS	51

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION	53
LA PESCA EN 1970	53
Sumario	53
Estadísticas de captura y desembarque	55
La captura de patudo en la pesca de superficie del POT	57
La flota internacional atunera	58
INVESTIGACIONES DURANTE EL AÑO CIVIL DE 1970	62
Exito de pesca, abundancia de atunes y dinámica poblacional	62
Estadísticas vitales, estructura poblacional y migraciones	72
Otros aspectos de la biología atunera	79
Oceanografía y ecología de los túnidos	81
Condición de las existencias de atún en 1970 y perspectivas para 1971	85
ADMINISTRACION	93
El presupuesto	93
Declaración financiera	93
Cooperación entre entidades afines	96
Oficinas regionales	96
REUNION ANUAL	97
PUBLICACIONES	101
<hr/>	
APPENDIX I — APENDICE I	
STAFF — PERSONAL	104
APPENDIX II — APENDICE II	
FIGURES AND TABLES — FIGURAS Y TABLAS	107



MILNER B. SCHAEFER

Director of Investigations — Director de Investigaciones

1951 - 1963

It is with deep sorrow that we record here the death of Dr. Milner B. (Benny) Schaefer on July 26, 1970. Dr. Schaefer was the first Director of Investigations of the Tuna Commission. He served in that position until 1963, at which time he assumed the position of Director of the Institute of Marine Resources for the University of California, as well as Professor of Oceanography at the Scripps Institution of Oceanography. He remained on the staff of the Commission as an Advisor until the time of his death.

Dr. Schaefer was individually responsible for developing the research program of the Commission and attracting a staff of highly competent, internationally recruited scientists to carry it forward. Evidence of his exceptional ability and dedication is provided by the large number of high quality publications on many phases of fisheries biology and oceanography authored by him. His research on the dynamics of exploited fish populations resulted in the development of classic theory in this field. His abilities and talents in all scientific disciplines were so comprehensive that he was asked to serve as Science Advisor to the U. S. Secretary of the Interior from 1967 through 1969.

Dr. Schaefer will be very greatly missed by his friends and colleagues, but his profound influence as a scientist and teacher will be reflected in the thoughts and actions of his colleagues and students throughout the world for many years to come.

THIS REPORT WAS APPROVED FOR PUBLICATION BY THE
UNANIMOUS VOTE OF ALL NATIONAL SECTIONS ON MAY 7, 1971.

ESTE INFORME FUE APROBADO PARA SU PUBLICACION POR
VOTO UNANIME DE TODAS LAS SECCIONES NACIONALES EL
7 DE MAYO DE 1971.

**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-
Donald P. Loker1969-
William M. Terry1970-

PANAMA

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

*Deceased in service, April 10, 1961

*Murió en servicio activo el 10 de abril de 1961

†Deceased in service, April 26, 1965

†Murió en servicio activo el 26 de abril de 1965

‡Deceased in service, December 18, 1968

‡Murió en servicio activo el 18 de diciembre de 1968

MEXICO

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

CANADA

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

JAPAN

Tomonari Matsushita1971-
Shoichi Masuda1971-
Fumihiko Suzuki1971-

**ANNUAL REPORT OF THE
INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION 1970**

INTRODUCTION

The Inter-American Tropical Tuna Commission operates under the authority and direction of a convention originally entered into by the Republic of Costa Rica and the United States of America. The convention, which came into force in 1950, is open to adherence by other governments whose nationals fish for tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. Under this provision the Republic of Panama adhered in 1953, the Republic of Ecuador in 1961, the United Mexican States in 1964, Canada in 1968 and Japan in 1970. In 1967, Ecuador gave notice of her intent to withdraw from the Commission, and her withdrawal became effective on August 21, 1968.

The principal duties of the Commission under the convention are (a) to study the biology, ecology and population dynamics of the tropical tunas and tuna baitfishes of the eastern Pacific Ocean with a view to determining the effects that fishing by man as well as natural factors have on the tuna and baitfish stocks, 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 researches show 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 researches are 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 20th year. The results of researches are published by the Commission in a special Bulletin series in both English and Spanish, the two official languages. Review of each year's operations and activities are reported upon in the Annual Report, also in the two languages. Other studies are published in a number of 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 1970, the Commission's staff had published 99 Bulletins, 113 articles in outside journals and 19 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.

THE FISHERY IN 1970

RESUME

The fishery for yellowfin tuna in the eastern Pacific was once again under international management during 1970. In 1966, the first year of regulation, implementation was somewhat delayed due to the inability of

all countries fishing in the area to meet the recommended deadline. In each year since then, however, recommended conservation measures have been promptly accepted and implemented with appropriate regulations by all countries fishing substantially in the area. The Commission's Regulatory Area (CRA) for yellowfin tuna is shown in Figure 1.

At its 21st regular annual meeting held in March 1969, the Commission inaugurated a 3-year experimental fishing quota to verify empirically the estimates of maximum sustainable yield of yellowfin tuna. The experimental program called for a catch quota of 120,000 short tons to be taken each year during 1969, 1970 and 1971, unless the catch per day's fishing, as measured in standard purse-seine units, should fall to 3.0 short tons prior to the termination of the 3-year experiment. In this latter case, the unrestricted fishing for yellowfin tuna in the CRA would be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield. For 1969, only, flag vessels of each country of 300 short tons capacity and less, fishing in the CRA after the closure date for yellowfin tuna, could fish freely until a total of 4,000 short tons of yellowfin was taken by such vessels.

During its 22nd Annual Meeting held in 1970 the Commission reaffirmed its desire to continue with the experimental program and established a quota of 120,000 short tons of yellowfin tuna for the 1970 fishing year. It also established once again a 4,000-short ton special allowance for vessels under 300 tons carrying capacity and again made allowance for an incidental catch of yellowfin tuna to be taken after the closure date, but not to exceed 15% of the combined species catch.

Subsequent to the closure date to unrestricted yellowfin fishing the Commission increased the small-boat allowance from a total of 4,000 to 6,000 short tons although recognizing that this action would cause the catch to exceed the recommended quota of 120,000 short tons. The additional 2,000 tons could be taken by vessels up to 400 tons carrying capacity.

During 1970, vessels of 10 countries (Canada, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Japan, Mexico, Panama, Peru, Spain and the U.S.A.) fished for tuna in the CRA. From 1965 to 1967, the aggregate fish carrying capacity of all fleets participating in the surface fishery within the CRA (excluding longliners and some small vessels of Colombia whose carrying capacity is not included in Commission records) ranged from about 46,400 to 47,100 short tons. In 1969 it reached 62,300 short tons and by the end of 1970 there was a record fleet of about 72,000 short tons actively fishing in the CRA.

These vessels captured about 141,750 short tons of yellowfin and 52,500 short tons of skipjack from within the CRA during 1970. In addition, 45 vessels comprising a total of approximately 26,000 tons of capacity captured about 29,800 tons of yellowfin and 6,300 tons of skipjack west of the CRA. Also in 1970, 26 purse seiners comprising 20,061 capacity tons of the eastern Pacific fleet were active in the Atlantic tuna fisheries.

By Commission resolution, unrestricted yellowfin fishing is terminated at such time as the quantity of yellowfin tuna already caught, plus the expected catch of yellowfin by vessels which are at sea with permits to fish without restriction, reaches the quota for the year minus the portion reserved for the 15% incidental catches and the 6,000-ton allowance. With increasing fleet capacity the closure date has become earlier every year, *i.e.*, September 15, 1966, June 24, 1967, June 18, 1968, April 16, 1969 and March 23, 1970.

STATISTICS OF CATCH AND LANDINGS

The annual catches (the amounts captured during the calendar year regardless of the year of unloading) of yellowfin and skipjack tuna from the CRA during the period 1958-1970 are shown in Table 1 and Figure 2. The catch of yellowfin during 1970 was 283.5 million pounds (141,754 short tons), the largest amount ever taken from the CRA. This amount is 30.7 million pounds greater than the 1969 catch and 78.9 million pounds greater than the annual average catch during the previous 6 years. The catch of skipjack during 1970 was 105.0 million pounds (52,480 short tons), the lowest catch since 1960. This catch is 22.5 million pounds below that of 1969 and 59.0 million pounds below the average catch during the previous 6 years. The combined catch of yellowfin and skipjack during 1970 totaled 388.5 million pounds (194,234 short tons), 8.2 million pounds above the combined species catch during 1969 and 19.9 million pounds greater than the average combined catch during the previous 6 years. In addition to the 388.5 million pounds of tunas caught in the CRA, 59.4 million pounds of yellowfin and 12.6 million pounds of skipjack were taken by purse seiners fishing west of the CRA. During the period April through December, 45 seiners with a combined carrying capacity of 25,569 short tons of frozen tunas made 93 trips to the area west of the CRA. Seven of the purse seiners fishing west of the CRA delivered their catches to canneries in Samoa and some of these vessels fished off the eastern coast of the Philippine Islands.

The catch of yellowfin and skipjack from the CRA by flag vessel (in terms of the percent of the total catch) during 1970, was as follows:

<u>FLAG</u>	<u>% Yellowfin</u>	<u>% Skipjack</u>
Canada	3.1	3.5
Ecuador	4.6	13.9
Mexico	5.4	7.0
Panama	3.0	3.6
U. S. A.	82.4	70.8
Colombia, Costa Rica, Japan, Peru, Spain	1.5	1.2

All of the yellowfin and skipjack catch from west of the CRA was made by U. S. flag vessels, however the catch information from this area does not include data for longline vessels.

Shown in Table 2, by latitudinal zones, are the logged catches of yellowfin and skipjack by seiners and baitboats operating in the CRA during both non-regulated and regulated trips during 1967-1970. During 1970 the greatest yellowfin catch occurred in the area between 5°-10°N. The fishing areas north of 15°N produced about 42% of the logged yellowfin catch, and 91% was taken north of 5°N. For the fourth consecutive year the catch of yellowfin in the fishing areas south of 5°N was quite small. The most intensive yellowfin fishing in 1970 occurred off Cape Corrientes, Mexico (about 20°N, 106°W) where nine 1° areas yielded about 16% of the logged non-regulated catch. The 5° areas within the CRA fished by purse seiners on non-regulated trips during 1970 are shown in Figure 3. The yellowfin captured during the closed season were taken mainly from north of 20°N and in the Ecuador-Peru region. During the closed season the tuna vessels tended to avoid areas which traditionally produce high percentages of yellowfin.

Logbook records indicate that the skipjack catch during non-regulated trips in 1970 was about 8% less than that of 1969 and about 78% below the record skipjack catch during non-regulated trips in 1967. The skipjack fishery in the Ecuador-Peru region (south of the equator) was very poor during all of 1970. Most of the large seiners which previously fished in the area moved to the yellowfin fishery off the coast of Central America, and the local vessels turned to bonito. During the closed season for yellowfin about 81% of the skipjack catch was taken from north of 20°N.

The baitboat and seiner fleets based in Ecuador experienced very good yellowfin fishing during 1970 but, relative to previous years, poor skipjack fishing. Landings of yellowfin in Ecuadorian ports during 1970 were about 2½ times greater than during 1969 and about twice as much as the average of the previous 3 years. Skipjack landings in Ecuador during 1970 were 46% of the amount landed during 1969 and 47% of the average amount during the previous 3 years. The landings of both species combined during 1970 were 74% of the amount landed during 1969 and of the average amount of the previous 3 years. As shown in another section of this report, the Ecuadorian fleet of tuna vessels during 1970 increased both in terms of the number of vessels and total carrying capacity.

The landings (the amounts of tunas unloaded during the calendar year regardless of the year of capture) of yellowfin and skipjack from the CRA during the period 1940-1970 are shown in Table 3. The landings are almost identical to the catches. During 1970 about 86,889 short tons of yellowfin and 30,877 short tons of skipjack from the CRA were landed by U. S. flag vessels in California ports. Of these amounts the baitboat fleet landed about 5.5% of the yellowfin and 22.1% of the skipjack (Table 4). The baitboat landings of both species combined are about 19% greater than the average annual landings during the previous 4 years, primarily because of the fairly good skipjack fishing experienced by this fleet in May and June.

Thereafter most of this fleet moved to the Pacific Coast albacore fishery. None of the baitboats fished in the area west of the CRA.

THE CATCH OF BIGEYE TUNA IN THE SURFACE FISHERY OF THE EASTERN PACIFIC OCEAN

Historically, bigeye tuna have been captured, for the most part, incidentally to the capture of yellowfin tuna and skipjack, and are usually sold to canners as yellowfin tuna. Since the inception of the Commission's log-book system in 1951 the estimated catch of bigeye tuna has been calculated separately from that of yellowfin tuna. Through 1966 the catch of bigeye ranged up to 300 short tons annually but following the implementation of yellowfin tuna catch restrictions, the catch of bigeye increased to about 1,800 tons in 1967, 2,800 tons in 1968, and 600 tons in 1969. It is estimated that in 1970 a total of 1,600 short tons was captured.

Most of the catch has been recorded from the Galapagos Islands, off Ecuador-Peru and Colombia, and to a lesser extent off Baja California. In 1968, much of the record catch was taken by seiners in the area between 5°N and 10°N latitude; in this same year unusual amounts of skipjack were taken in the central region of the fishery.

Catches of bigeye are sampled routinely by the Commission and data concerning this fishery will be published when sufficient information has been compiled.

THE INTERNATIONAL TUNA FLEETS

In 1970, vessels of 10 countries fished for tunas in the eastern Pacific Ocean. For the most part the Commission obtains individual landing records for these vessels, except for the Japanese longliners and a small fleet of little vessels operating in Colombia. The size of the international fleet in numbers of vessels and its fishing power in terms of its aggregate fish carrying capacity in short tons have been recorded on the basis of landing records of vessels making one or more trips for yellowfin tuna or skipjack.

Since 1965, the international fleet, exclusive of those vessels noted above, may be summarized as follows. For 1965-1967, the tuna fleet ranged from 239 to 253 vessels with a combined capacity varying from 46,445 to 47,148 short tons. Over the past 3 years (1968-1970) the international fleet's carrying capacity was increased about 56% with a concomitant small increase in the number of vessels of approximately 11%. The number of vessels and carrying capacities over these years were: 1968—248 vessels, 57,126 short tons; 1969—250 vessels, 62,347 short tons; and in 1970—266 vessels, comprising a record capacity of 72,326 short tons. In all years noted above the total fleet does not include Japanese longline vessels which participated each year in the tuna and billfish fisheries in the CRA. Most of the increased fleet capacity was due to new large purse seiners, which are noted below.

The number of tuna vessels which operated in the CRA by flag, gear

and vessel size-class during 1970 is given in Table 5. Also shown is the carrying capacity in short tons, by vessel flag (Except for those countries which operated a single vessel in 1970, capacities are grouped; the Commission's vessel size-class categories are explained in Table 6).

In 1970, the U. S. fleet continued as the dominant element of the international tuna fleet in the eastern Pacific Ocean (Table 5). About 58% of all vessels in the international fleet (less longliners and some small day-boats) during 1970 were purse seiners, comprising about 92% of the fish carrying capacity.

A review of the status of the international fleet active in 1970, by country, together with fleet changes from the previous year and some possible future developments, are discussed below.

Canada—This fleet was increased over those vessels active in 1969 by one Class-4 and two Class-6 purse seiners. These vessels are based on the east and west coasts of Canada. The two Class-5 seiners are based in Peru. Also, in 1970 two Class-6 seiners of Canada's tropical tuna fleet were undergoing major refitting to increase their fishing capabilities. No significant change in fleet size (eight vessels at present) is expected in the immediate future.

Costa Rica—In past years Costa Rica has had one Class-3 baitboat which was used primarily to transport tunas from Ecuador to Costa Rica. It fished for a short period in 1970 and was then put out of operation. Late in the year two U. S. seiners (Class 4 and 5), the *Ranger* and *Cape Ann*, were transferred to Costa Rican flag, and will operate in 1971 out of Puntarenas, Costa Rica. Costa Rica is also planning to construct in Costa Rican shipyards, two modern, wood-hulled, Class-2 vessels with the versatility to fish both for tunas and thread herring. This strengthening of the Costa Rican fleet will enable Costa Rica's tuna cannery to operate without being as dependent upon tuna purchased from foreign vessels.

Colombia—The fleet is comprised of a small number of canoes and daily-trip baitboats; the exact number is not known hence this fleet is not included in Table 5. On the basis of tuna landings records from Colombia this fleet is not large. At least two small Ecuadorian baitboats were based in Colombia during part of 1970.

Ecuador—There was no great increase in the number of Class-1 baitboats and bolicheras during 1970. However, four Class-2 purse seiners (*Intrépido*, *Magdalena*, *Perla del Pacífico* and *Pacífico del Sur*) were added during the year, as was the *Garrido I*, a new Spanish flag, Class-6 purse seiner.

Further growth in the fleet is evidenced by: the basing in Ecuador, in December 1970, of the U. S. flag, Class-3 seiner *Dolores M*; the planned construction in Manta and Guayaquil of five purse seiners and one baitboat (Classes 2 or 3); the proposal to build in foreign shipyards in 1971, four Class-3 seiners of the 12 planned for under the World Bank loan

granted to Ecuador in 1968; and the intention to construct, also in foreign shipyards, at least 15 Class-3 tuna purse seiners.

Japan—Japanese participation in the surface fishery of the eastern Pacific began in 1968 with one purse seiner. Four were active during the early part of 1969, and only one (a Class-4 seiner) fished during the open season for yellowfin tuna in 1970. The Japanese plan to use a newly constructed Class-6 seiner in the CRA in 1971.

Japan is the major participant in the sub-surface, longline tuna and billfish fishery in the eastern tropical Pacific. The maximum number of longline vessels operated in the CRA in 1 month during 1970 was 39, a decrease of 16 from the maximum number of vessels which operated in 1 month during the previous year.

Mexico—This country's fleet of purse seiners was increased during 1970 by the acquisition of two Class-3 and two Class-4 seiners purchased from the U. S. fleet. Three of these vessels fished under both flags during the year. Vessels lost by sinking were: the Class-2 baitboat *St. Mary* in May 1970, the Class-3 baitboat *Los Felix* in October 1970, and in December 1970 the Class-3 seiner *Vikingo I*. As these vessels made at least one trip for tunas in 1970 they are included in the fleet in 1970 and their loss will be reflected in the fleet tabulations for 1971.

Three new Class-5 seiners and three new Class-6 seiners for Mexico have been built or are under construction in Spanish shipyards. Two of these vessels are expected to join the fleet in early 1971 with the others expected to follow at regular intervals.

Additionally, a new Mexican company, Industria Pesquera Integral, S. A., is planning to enter the tuna industry in 1971. This company plans to acquire at least two tuna vessels.

Panama—Panama's tuna fleet, unchanged since 1968, consisted of three Class-6 purse seiners during 1970. These vessels are based in Peru.

Peru—In recent years there have not been any Peruvian flag vessels fishing for tunas, but Peru has tuna operations in Paita and Coishco which in 1970 consisted of 10 seiners of U. S., Canadian and Panamanian flags. In 1970, the Peruvian Class-4 seiner *Naylamp* was added to this fleet. The U. S. seiner *May Queen*, mentioned below, sank in 1970.

Press reports indicate that Peru plans to bolster her fishing fleets by about 264 vessels of all types. Among these are six tuna seiners, each of approximately 700 metric tons carrying capacity.

Spain—As mentioned above, the new Class-6 seiner *Garrido I* was based in Ecuador in 1970. Two more Class-6 seiners and two new Class-2 or -3 seiners from Spain may be added in early 1971.

United States—As noted above this fleet is the largest of all operating in the CRA but its share of the total fish carrying capacity of the international fleet has been reduced somewhat in the past 3 years. During 1962-1967, the U. S. share of capacity ranged from about 87% to nearly 90% ;

in 1968 it was about 80%, in 1969 it was approximately 85% and in 1970 it was nearly 83%.

Almost all U. S. flag vessels are based in the United States and Puerto Rico. The changes in the composition of these fleets since 1964 are summarized in Table 6.

The major changes in the U. S.-based fleet in 1970 were: the Class-3 baitboat *Tropicana* and the Class-4 and -6 seiners *High Seas* and *Normandie* sank in March; the Class-6 seiner *Western Ace* sank in December; the Class-4 seiner *Aldebaran* was sold out of the fishery in January and the Class-3 seiner *Pacific Knight* was inactive. As mentioned above, two Class-3 seiners, the *Portuguesa* and *Lou Jean*, and two Class-4 seiners, the *Antoinette B.* and *Cape Falcon*, were sold to Mexican interests during the year. Also, as mentioned above, late in 1970 the Class-4 and -5 seiners *Ranger* and *Cape Ann* were changed to Costa Rican flag vessels.

The U. S.-flag, Peru-based Class-4 seiner *May Queen* burned and sank in January off Coishco, Peru.

In December the Class-3 seiner *Dolores M* was based in Ecuador and the Class-5 seiner *Azoreana* was refitting for transfer to Ecuador in 1971 to operate as a combination carrier and fishing vessel.

In 1970 at least four small jig boats fished for tunas in the CRA and an increased number is expected to be active during 1971.

A total of 11 new Class-6 purse seiners was added to the U. S. fleet during the year. These were: The *Anna Maria*, *Kathleen* and *Mary Antoinette* in January; the *Jacqueline A* in February; the *Antonina C* and *J. F. Kennedy* in March; the *Polaris* and *Sea Quest* in June; the *Ocean Queen* in July; and the *Quo Vadis* in October. The *Captain Vincent Gann* began its maiden fishing voyage in August off Africa but it did not participate in the tuna fishery of the eastern Pacific Ocean during 1970.

On the basis of information available to the Commission early in 1971, there are plans to add 20 new Class-6 purse seiners, comprising about 23,000 short tons of carrying capacity, to the U. S. tuna fleet in 1971 and 1972. Among these, the first to be added (in January 1971) will be the largest purse seiner ever constructed, the *Apollo* with a carrying capacity of about 1,800 short tons.

Several other countries did not have vessels actively fishing for tunas in the CRA during 1970, but their present activities and future plans merit some mention here. Both Honduras and El Salvador have indicated plans for joint tuna fishery developments with other countries. El Salvador is reported to have two Class-6 seiners under construction and may acquire other smaller vessels. France plans on fishing in the CRA in 1971 with at least one Class-6 seiner, the *Biscaya*. Cuba has not fished in the CRA since 1967 when one longline vessel made an exploratory fishing voyage to the Pacific, but is reportedly actively engaged in acquiring new tuna fishing vessels.

In summary, fishing vessels of 10 nations participated in the tuna fishery within the CRA in the eastern Pacific Ocean in 1970, and the fleet has undergone a significant increase in its size in terms of tuna carrying capacity, reaching a record total of over 72,000 short tons in 1970. New or planned vessel construction by many countries indicate that this trend will continue.

RESEARCH IN CALENDAR YEAR 1970

SUCCESS OF FISHING, ABUNDANCE OF TUNAS AND POPULATION DYNAMICS

Recent trends in the catch per standard day's fishing

The Commission's principal measure of the apparent abundance of tunas is the catch per standard day's fishing (CPSDF). Information to compute the CPSDF is obtained from logbook records from most of the baitboats and purse seiners fishing for tunas in the eastern Pacific. During recent years the major portion of the yellowfin and skipjack catch has been taken by purse seiners, which cover the fishing areas more completely than do other types of vessels. Though the CPSDF is affected to a degree by spatial and temporal variability in the distribution and catchability of the fish, it is nevertheless a reasonably good indicator of abundance.

The CPSDF for yellowfin and skipjack, by months, during 1960-1970 is shown in Figures 4 and 5. The data are expressed in standard purse-seine (size Class-3) units. During 1966 through 1970, only data from unregulated trips were used to compute the CPSDF of yellowfin due to the closure of the fishery to unrestricted yellowfin fishing. Therefore, the yellowfin CPSDF could not be measured after August in 1967 and 1968, and after June in 1969 and 1970. Data from both regulated and unregulated trips were used to compute the skipjack CPSDF.

Yellowfin CPSDF

It has been found from previous analyses that apparent abundance of yellowfin in the northern and southern areas of the fishery is quite similar, indicating that data from the two areas can be analyzed jointly. The CPSDF of yellowfin in the two areas combined (Fig. 4) was highest, for the period of years shown, in early 1960. Following heavy fishing pressure, the CPSDF declined sharply in mid-1961 and continued to decline in 1962, when it reached the low point of the series of years shown. The CPSDF remained low in 1963. In that year the catch was less than the equilibrium yield, which permitted the stock to increase. This was reflected in the CPSDF which increased sharply in early 1964. In mid-1964 the CPSDF dropped back to a level not greatly above that of 1963. During 1966 through 1969 the CPSDF showed a pronounced seasonal fluctuation, with a sharp increase early in the year and a drop in mid-year. There was an upward trend in the CPSDF from 1965 through 1968.

As noted in previous Commission annual reports, the efficiency of the

purse-seine fleet has increased since 1960, particularly between 1964 and 1966. Thus some part of the increase in the CPSDF between 1965 and 1969 can be attributed to increased efficiency of the gear, particularly in regard to the percentage of successful sets, rather than to an increase in the stock size. Because of this the Commission's staff has recomputed the CPSDF (dashed lines, Fig. 4) using correction factors derived from the ratio of successful sets to total sets in each year. The trend in the adjusted CPSDF is the same as in the unadjusted CPSDF, but the former does not show as great an increase in apparent abundance between 1965 and 1968 as does the latter. The adjusted measure of apparent abundance for 1969 is slightly lower than that for 1968, and for 1970 is slightly lower than that for 1969. The horizontal dashed lines indicate annual averages of these lines.

During recent years, data for computing CPSDF are available only for the early part of the year when unrestricted fishing for yellowfin tuna is allowed. From Figure 4 it is obvious that this is the part of the year when apparent abundance of yellowfin is highest. Therefore, a measure of CPSDF for only the early part of the year may overestimate abundance. For this reason the staff has computed the catches per unit of effort for the first 4 months of the year for each year since 1960. These are shown on the graph as horizontal solid lines. It can be seen that this 4-month measure of CPSDF, except for 1969 when it fell slightly lower than the annual CPSDF, is always higher than the annual CPSDF, especially prior to 1969 when it was considerably higher.

During the late 1950's and early 1960's when Class-3 seiners were established as the standard size class, the majority of the purse-seine fleet was made up of Class-3 vessels. Since 1962 the actual number of Class-3 vessels has decreased and has comprised a smaller proportion of the total fleet. This has also been true for Class-4 and -5 vessels. Class-6 vessels have increased remarkably since 1960, when there were no Class-6 seiners in the fleet. The following table illustrates this well.

TONS OF CARRYING CAPACITY

Year	Size class						Total
	0-50 1	51-100 2	101-200 3	201-300 4	301-400 5	401 + 6	
1959	1	5	39	6	2		53
1960		4	43	23	12		82
1961		3	48	34	22	7	114
1962			33	36	25	9	103
1963			32	33	30	16	111
1964			29	34	28	20	111
1965			27	35	28	21	111
1966			22	32	28	20	102
1967			22	30	25	24	101
1968			22	28	24	30	104
1969			19	28	23	44	114
1970			17	23	21	55	117

Because of this shift to much larger vessels the staff has been examining the practicability of changing its standard size class to a larger size, which is more representative of the fleet. This involves dividing the Class-6 vessels into sub-groups because of the larger range of sizes included in this group (from 401 tons to 2,000 tons). However, because the trend is toward still larger vessels it is necessary to first establish the relative efficiency of the larger vessels. Since preliminary analyses suggest that a vessel of about 600-700 tons may be as efficient as larger size vessels, from the point of view of catching efficiency, this size might be the best standard to choose. These preliminary analyses also suggest that shifting the standard to a larger size class is not only more meaningful in terms of representing actual CPSDF in the fleet, but the present conclusions concerning the dynamics of the yellowfin would not be altered by doing so. As more information becomes available for these larger size classes the staff's analyses will be reported in terms of a larger standard size class of vessel.

Skipjack CPSDF

The skipjack CPSDF for purse seiners, standardized to size class 3, is shown in Figure 5 by months for 1960-1970. In the area north of 15°N (upper panel, Fig. 5) the CPSDF is typically very low in the first part of the year with the highest values coming in late summer or early fall. During most of the series of years shown, the CPSDF has been less than 4 tons. In 1967, however, the CPSDF reached almost 9 tons and was exceptionally high the last 8 months of the year. The CPSDF reached 6 tons in October, 1968 but at a very low level of fishing effort. In 1970 the CPSDF was unusually high in October but, again, this was at a low level of fishing effort.

The CPSDF for skipjack in the area south of 15°N is shown in the middle panel of Figure 5. In the south there has been less of a seasonal pattern of fluctuation than in the north although the higher values of the CPSDF have tended to occur in the middle of the year. The apparent abundance was low in 1960 and 1961 and was exceptionally high in 1963 and 1967. In 1968, 1969 and 1970 the CPSDF has shown a steady decline from the high values of 1967. In 1970 the CPSDF was the lowest of any year in the 11-year series.

The fluctuations in apparent abundance for the entire CRA (bottom panel, Fig. 5) conform quite closely, in most years, to those in the southern area because the catch there is usually much larger than in the north. The CPSDF was low in 1960 and 1961 and was at its height in 1963 and 1967. In the last part of 1970 there was very little fishing effort in the southern area and, therefore, the CPSDF for the total CRA is nearly identical with the CPSDF for the northern area. On an annual basis the apparent abundance of skipjack in 1970 was the lowest since 1961.

Studies of the efficiency of purse-seine vessels

The purpose of this study is to develop a methodology to permit the monitoring of tuna abundance in the historic fishing areas and areas of recent expansion in the eastern Pacific Ocean. The store of information provided by the Commission's logbook system is being used in this endeavor which ultimately will contribute to the evaluation of the quota on yellowfin tuna.

The approach chosen reflects the difficulty of utilizing the usual procedure of adjusting catch per effort to some reference vessel type. Instead, in the tuna fishery, it appears that the entire fleet almost uniformly evolved techniques and equipment which rendered the vessels more effective for harvesting tunas. The vessel cruising speeds have increased. The time to set the seine, bring the fish on board, and retrieve the net has decreased. The probability of successfully setting on a sighted school of tuna has increased over the years. Finally, there is good reason to suspect that, in those sets which are successful, there has been an increase in the portion of the school which is captured. These factors all tend to inflate the catch per day (the index of abundance), making more recent indices biased upward in relation to earlier ones.

The procedure and rationale for the Commission's methodology is outlined as follows. It has been shown that purse seining can be thought of as a semi-Markov stochastic process. A seiner is viewed as being in one of a number of states at any time during the day. If, as shown later, it is assumed that four school types are being fished, then a seiner is in one of nine states anytime in the day: searching, in a successful set on one of the school types, or in an unsuccessful set on a school type. The seiner spends a random interval of time in each state entered, the distribution depending on the state. Semi-Markov theory permits computation of the expected number of entries into any state from a knowledge of the average waiting time in the states (and their variances which are of less importance) and the transition probabilities among the states. These waiting times and transition probabilities are determined in practice from logbook records (in the case of waiting times in the set states), theoretical considerations (in the case of the search state), and relative densities, schools/area (for the transition probabilities from the search state). Other transition probabilities take on obvious values (0 or 1) or are unknown. In the latter, sensitivity analyses are planned for nonestimable parameters. The expected number of entries into the successful set states during a day, when scaled by the average catch per set, is the familiar measure of fishing success, *i.e.*, mean catch per day.

On the other hand, if estimates are available of the mean number of successful sets per day of each school type, successful set probabilities, waiting times in the set states, area searched, and assumed values for the remaining transition probabilities, the set of equations relating expected

numbers of entries into the successful set states to the other variables can then be solved for the densities of the schools. (Actually, indices of school densities are obtained which are proportional to school densities of the four types. The reason that absolute densities cannot be determined is the lack of knowledge concerning the width of the search path of a seiner.)

If the indices of numbers of schools of each type are scaled by the average quantities of yellowfin and skipjack in the types (or a measure proportional to the quantities) and summed across types, indices for yellowfin and skipjack biomass densities in the region under consideration are obtained.

The basic sampling unit used so far in this study for which yellowfin and skipjack density indices are being computed is the fished portion of a 5° square during a month. Of immediate concern is to determine approximate scalars with which to adjust the observed catch-per-day information for variation in fishing power within the fleet in the same year and for the very obvious changes in fishing power of the seining fleet since the late 1950's.

The observations which the Commission uses consist of an array of information including among other things the time and place at which a vessel fished, the number of sets made by the vessel (partitioned into various tuna school categories), success or failure of the sets, time required to complete the sets, and weight of the catch in successful sets by species. (Needless to say, all this information is not available for each vessel each day). The observations are stratified to 5° area and month, the finest stratification feasible for the entire data base. For each of these there has been estimated for 1961 through 1969 the probabilities of successfully capturing sighted tuna schools of the four types, times required to complete sets, relative fractions of schools captured among size classes of vessels, and cruising speeds of vessels. Utilizing these data, together with the seining model, there have been calculated indices of the biomass of yellowfin and skipjack in the fished region of each 5° square for each month for which the data were adequate. (Actually the data are adequate for a large portion of the total 5° square-month strata each year.)

The first step with these indices is to compare them with the usual measure, catch per day's fishing. For this purpose the data have been stratified by year and size class of vessel. Graphs which indicate proportional relationships between the indices and the catch per day have been prepared. The more efficient a category of vessels, the smaller is the slope of the relationship between the computed index (considered the dependent variable) and the catch per day (the independent variable).

The slope coefficients contain the known information concerning the efficiency of the tuna fleet and its effect on catch per day. It is therefore now possible to quantify these effects, and the rationale for doing this can be discussed with the aid of Figure 6.

If the average relationship for a given size class in two years, say 1961 and 1969, are as indicated in the figure, then since the biomass indices are in theory approximately proportional to biomass, the catch per day can be adjusted to be proportional to biomass density. It is necessary to choose a year as a base, say 1961, in this example. Then from the figure, if the catch per day in 1961 were 5 tons, the catch per day in 1969 with efficiency of 1961 would be $2.5 = (\text{slope of 1969}/\text{slope of 1961}) \times (\text{catch per day of 1961})$. The idea can be extended easily to the actual situation of several size classes and several years. To do so merely requires choosing a base year-size class combination and adjusting the catch-per-day information to that reference level of efficiency.

Following this scheme the staff is currently re-estimating standard efficiency factors. After this analysis, if successful, the biomass indices will be analyzed in an attempt to adjust them for the increasing area over which the fishery has expanded in recent years.

Indices of concentration

The concentration index is the ratio of the unweighted catch per unit of effort (total logged catch divided by total logged effort) and the weighted catch per unit of effort (summation of the catch per unit of effort for all exploited 1° areas divided by the number of exploited 1° areas). It indicates the degree to which the fishing vessels are concentrating their effort in areas where the apparent abundance of tunas is greater than average. Values of greater than one indicate that the fleet is expending more effort in the areas where the apparent abundance is higher than average; values of less than one indicate the opposite and a value of one indicates that the fleet is distributing its effort between areas in a no better than random manner. Fluctuations in the concentration index have been reported on in three Commission Bulletins and in previous annual reports.

Dr. B. J. Rothschild of the University of Washington and Dr. D. S. Robson of Cornell University have suggested that the correlation coefficient between effort and catch per unit of effort (in 1° areas) is also an index of concentration and that it would yield more information than the index used by the Commission because statistical tests of significance can be applied to it. Positive values of the correlation coefficient would indicate that the fleet is applying more effort in areas where the abundance of fish is higher than average (comparable to values of the concentration index of greater than one), negative values would indicate more effort is being applied in areas where the abundance is lower than average (comparable to concentration index values of less than one) and values not significantly different than zero would indicate areas are being selected in a random manner (comparable to a value of one for the concentration index).

For a first comparison of the two indices, catch and effort data for 1965, the last year of unrestricted yellowfin fishing, were examined. In

order for the correlation coefficient to be meaningful, the two variables, effort and catch per unit of effort, must be drawn from a bivariate normal distribution. Examination of the data showed that both variables were highly skewed toward the smaller values. Therefore a log-log transformation was applied to normalize the data. The catch-per-unit of effort values that were used were derived from combined catches of yellowfin and skipjack because this set of data contained fewer zero values and was somewhat more normally distributed than the catches per unit of effort for either species calculated separately.

The value for the four quarters of 1965 for the two indices of concentration are shown below. All of the correlation coefficients are positive and significant at the 99-percent confidence level.

<u>Quarter</u>	<u>N</u>	<u>Concentration Index</u>	<u>Correlation coefficient</u>
1	142	1.41	.526
2	144	1.47	.450
3	69	1.70	.580
4	139	1.24	.367

The highest and lowest values of the two indices occur in the third and fourth quarters respectively; however, in the other two quarters the expected sequence is reversed. Both indices in all quarters indicate that the fishing vessels concentrated relatively more of their effort in areas where the apparent abundance was higher than average. Comparison of the two indices over a time series of several years will be carried out in the future.

Variations of annual indices of skipjack abundance

Concentrations of skipjack larvae in the central Pacific Ocean between 10°N and 10°S and between 180° and 130°W are greatest during the months with warmest surface water. From this it is hypothesized that spawning, or survival of larvae, or both, are greater in warm years than in cold ones which, in turn, may result in fluctuations in year-class strength, reflected by indices of abundance in the eastern Pacific fishery sometime later. Observing that two of the best years for skipjack fishing, 1959 and 1967, were preceded by warm years, correlation coefficients were calculated for deviations in skipjack indices of abundance and deviations in surface temperature along the equator between 180° and 130°W. Total catch and catch per unit of effort (CPUE) were partially corrected for long-term trends, apparently due to changing efficiencies and the exploitation of new areas, by extrapolating smooth curves through the 8-year running means then calculating the deviation ratios for each year. The deviation ratio is the deviation from the trend line divided by the value of the trend in that particular year. Eight-year periods were selected for the running means because the data suggest a 4-year cycle of abundance, and the inclusion of two such apparent cycles was thought to filter out the short-term vari-

ations and reveal long-term trends. The basic assumption underlying the rationale of this method is that the average abundance of skipjack remains stable over a long period and any trends are caused by changes in the scope of the fishery. As new data are accumulated each year, an additional point representing the 8-year running mean is plotted and a new trend line fitted and extrapolated. The equator was selected for temperature data because, owing to the fluctuations in intensities of upwelling, the seasonal and annual variations can be expected to be maximal there relative to other latitudes in the spawning areas. It is the temperature fluctuations during the cooler season that are assumed to most affect the length of the spawning season or the conditions for the survival of the larvae. Along the equator between 180° and 130° W the coldest months are November to February, so deviation ratios for the various annual indices of skipjack abundance were tested against the mean sea-surface temperature deviations for November-February approximately $1\frac{1}{2}$ years earlier, (*i.e.* deviation ratios for catch and CPUE in 1967 were paired with temperature deviations for November 1965-February 1966). Skipjack enter the eastern Pacific fishery at approximately $1\frac{1}{2}$ years of age.

The three indices of abundance examined were i) the deviation ratio of total annual catch from 1951 on, when reliable statistics are first available, ii) the deviation ratio of CPUE by bait boats and seiners combined from 1951 on, and iii) the deviation ratio of CPUE by seiners from 1961 on, when seining became the principal means of fishing. Both of the latter indices are based on data from years with a minimum of 13,000 standardized day's fishing (SDF). Baitboat and seiner data were combined to obtain a crude measure of apparent abundance, in addition to that of total catch, spanning the 20 years of the fishery since 1951. The combining of data from such dissimilar methods, although highly questionable, has some validity as an index of abundance since the mean annual CPUE of skipjack for the two methods during the years of their respective predominance has been similar: mean annual baitboat CPUE for 1951-60 was 3.11 tons/SDF and mean annual seiner CPUE for 1961-70 was 3.03 tons/SDF.

Deviation ratios and temperature deviations are plotted in Figure 7. Table 8 shows the results of the analyses. For examples with a small number of observations such as these (≤ 20 years) Spearman's rank-difference coefficient of correlation (r_d) is considered to be more reliable and conservative than the product-moment coefficient of correlation (r). The latter is also presented since it is the more familiar.

For skipjack indices of abundance through 1969 and temperature data approximately $1\frac{1}{2}$ years earlier, r_d is significant for two out of three, and r is significant for all three indices of abundance. However, when the preliminary data for skipjack catch and CPUE for 1970 are included, and the deviations from the new trend lines are tested, r_d is not significant for any of the indices and r is significant for only one. So the hypothesis that

annual skipjack abundance is related to sea-surface temperature in the central tropical Pacific 1½ years earlier, which had been supported by the results of analyses of skipjack data through 1969, appears unsubstantiated when the preliminary 1970 data are included.

Computer programs

Four general computer programs were written during 1970. The first of these is a program entitled LARVE which counts the number of larvae (seven species) within a temperature range (18 temperature ranges) and computes the arithmetic means and approximations of the geometric and harmonic means. The results of this program will be used to examine the relationship between occurrence of larvae and sea surface temperature (see page).

A second computer program entitled NDEEPB (N dependent β) was written as a tool in the use of a generalized experimental design for genetic studies (population discrimination) of mobile populations. This program generates conservative estimates of sample sizes required to fulfill significant and β levels, which will most effectively and efficiently permit statements of relationship to be made about any pair of samples. Discrimination of populations should be accomplished with definitive information. It should be possible to define sample differences as well as relative similarity when they do not exhibit significant differences.

A third program entitled CONTABLE (contingency table) was developed to facilitate analysis of 2 by $n \times 2$ relationships. It was designed to test relationships and similarity of frequency data encountered in genetic population studies.

The fourth computer program entitled ABUNDAC (abundance indices) was written to read the output of the MEASURES program (see 1969 Annual Report). This output consisted of the abundance indices, the area of habitation of yellowfin and skipjack, the average weight of the sets, the weighted vessel speed, and the catch and effort in days exerted on both species by 5° area, month and size-class stratum. It reads in the set power factors by school types and computes the biomass estimates by the 5°-area, month and the size-class stratum. This program then weights these indices by fishing effort and summarizes them to monthly indices.

The Commission's hydrographic computer program was modified by increasing the number of density surfaces that are contained in the isentropic analysis subroutine. A geostrophic flow subroutine was also written and integrated into the above program. It computes the velocity and transport for selected depths for paired hydrographic stations.

A program developed primarily to process EASTROPAC data was modified to work with data on magnetic tape or with IBM cards. An additional program was written that accepts the output from the previous program and draws a chart containing temperature vs. depth, salinity vs. depth, and temperature vs. salinity curves with the aid of a Calcomp plotter.

All of the programs relating to catch and effort by purse seine and baitboats were modified to accept data from IBM cards directly to avoid specially placing the cards onto magnetic tape. This has greatly simplified and increased the efficiency of the programs when the data decks are under 5000-6000 cards. For larger data decks the original version of the programs has been retained. These catch and effort programs were also expanded to include catch and effort statistics from anywhere in the world instead of being restricted to the eastern Pacific Ocean.

Finally, the Commission program CIAT CO4 was expanded to accept data from 14 nations rather than 10.

VITAL STATISTICS, POPULATION STRUCTURE AND MIGRATIONS

Size composition of the 1970 commercial catch

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

In 1970, a total of 330 length-frequency samples of yellowfin and 192 samples of skipjack were obtained from catches landed in California, Puerto Rico and Peru. The annual length-frequency distributions of yellowfin tuna for all samples collected in the CRA during 1966-1970 are shown in Figure 8. The distributions are expressed as percent and are smoothed by a moving average of three size intervals with double weight given to the middle interval. The preliminary estimate of the average weight of yellowfin caught in the CRA in 1970 is 32.2 pounds. This is approximately 3 pounds greater than the average weight for 1969 and 2 pounds higher than the average weight for 1968.

In 1970, as in 1969, substantial catches of yellowfin were taken in the eastern Pacific west of the CRA boundary. Forty-nine samples of yellowfin and 29 samples of skipjack were measured from fish caught in this area. The length-frequency distribution of the yellowfin from outside the CRA is shown in the bottom panel of Figure 9. In the other two panels of Figure 9 are length-frequency distributions of yellowfin taken in the CRA between 5°N and 20°N (excluding the Revillagigedo Islands). This area is approximately the same latitude as the fishing area to the west of the CRA boundary. The top panel shows the size distribution of yellowfin taken inshore (within about 200 miles of the coast) and the middle panel shows the size distribution of yellowfin taken offshore (from about 200 miles off the coast to the CRA boundary). The same age groups appear to be present in all three distributions but in varying proportions with larger fish being relatively more numerous with increasing distance offshore. The average

weights are 30.6 pounds for the central area inshore, 45.6 pounds for the central area offshore and 67.9 pounds for the area to the west of the CRA boundary.

Increase in average size of yellowfin with increasing distance from shore also occurred in 1968 and 1969. In 1969 the average weights of yellowfin from the central area inshore, offshore and west of the CRA were 49.2, 53.7 and 58.6 pounds, respectively. In 1968 the average weights for the inshore and offshore portions of the central area were 28.8 pounds and 49.1 pounds, respectively.

Morphometric studies

The study of measurements of body shape or form is one of the techniques employed in the possible identification of unit populations of tunas. Because previous studies were performed over a wide time strata, by many different investigators, inferences on population structure were believed to be in need of re-examination, based on sounder sampling techniques. Therefore in 1969, morphometric studies on yellowfin tuna were reinstated by the Commission, and some sampling at sea was performed. In 1970 a considerable amount of work was performed; a definition of the most suitable characters to be measured was established, sample size was defined, variability among individual measurers and techniques was established, and a sampling program was developed which designates the number of samples and the locations from which samples are to be taken. From July through October 1970, 15 samples were obtained (because of restrictions on yellowfin tuna fishing the availability of samples in the last 3 months of the year was greatly reduced). Continued sampling is planned for 1971.

Serological studies

During the past year the staff has continued to concentrate its primary efforts in the field of serological research on the identification and description of inheritable protein systems in the blood and other tissues of yellowfin tuna. This search for genetically determined polymorphisms within tissues of yellowfin tuna has resulted in the use of two well-defined systems and the detection of two apparently useless systems. The systems to be used are the transferrin and esterase systems found in the serum. The apparent polymorphism of the glutamate dehydrogenase enzymes would require a full biochemical analysis for complete understanding of their relationships. As this is a complex and very expensive task, there is little hope that this will be accomplished at the Commission's laboratory. The red blood cell lactate dehydrogenase system has the same complexity and though of genetic interest, will probably not be of use for population discrimination until much more sophisticated facilities are available.

A recently encountered esterase system, which is potentially useful, has yet to be fully investigated but a thorough analysis will be made in 1971.

In addition to the important problem of defining genetic systems for discriminating between subpopulations of tuna, the problem of the extent and magnitude of sampling is important to any conclusions which might be drawn concerning the presence or absence of possible differences. Along these lines the staff has formulated an experimental design for a general population differentiation method. On the basis of a tabular format which includes all known variables, and estimates of "observed only" variables, a conservative parameter defining program has been developed which will set minimum sample-size limits under given conditions. These conditions involve the frequency of genetic alternatives within a large reference sample. After collecting and analyzing approximately 2000 individuals from the same time-area stratum it should be possible to set optimum sample requirements for discrimination analysis of animals separated in time and space.

Sampling was initiated this year in conjunction with three tagging cruises. A total of 2,990 samples was collected from August to December 1970. Of these, 2,360 were collected from within the CRA (601 near 10°N) and 520 were collected along 10°N outside the CRA. In November 1969 approximately 400 samples were collected at or near 10°N within the CRA. The analysis of the data is currently being conducted. Virtually no sampling has been done south of 7°N.

Tuna tagging

Tagging experiments

Because of the greatly increased fishing intensity 500 to 1,500 miles offshore in recent years, mostly between the equator and 15°N, and the consequent need to know the extent of mixing between the inshore and offshore fish, much greater emphasis was placed on tagging in 1969 and 1970 than in previous years. Two charter cruises, one on the baitboat *Mary Carmen* and the other on the purse-seiner *Connie Jean*, were conducted during October-November 1969. The principal objectives of these cruises were: (1) to release tagged yellowfin tuna from a baitboat and a purse seiner fishing at the same time and as close together as possible in inshore waters off the Mexican coast to compare the rates of return for tagged fish released from the two types of vessels; (2) to attempt to release tagged yellowfin from a baitboat and a purse seiner fishing at the same time and as close together as possible in offshore waters west of a line between the Revillagigedo Islands and the Galapagos Islands to see if fish could be caught for tagging offshore by the baitboat fishing either alone or cooperatively with the purse seiner; (3) to release substantial numbers of tagged yellowfin both inshore and offshore, preferably inside the Commission's regulatory area (CRA), to determine the amount of mixing, if any, between the fish of these two areas; (4) to improve existing methods and/or develop better ones for tagging from a purse seiner (chartered or unchartered).

The releases and the returns to the end of 1970 for these experiments are as follows:

Area of release	Yellowfin		Skipjack	
	Released	Returned	Released	Returned
Cruise 1054 (baitboat)				
Mexican coast	28	5	0	0
Clipperton Island	100	5	231	27
Revillagigedo Islands	215	86	206	20
TOTAL	343	96	437	47
Cruise 1055 (purse seiner)				
Cape Corrientes	436	49	1	0
Acapulco	4,736	429	29	0
10°N-100°W	1,714	98	5	0
10°-108°W	1,637	85	195	0
TOTAL	8,523	661	230	0

The first objective was not very well achieved, as only 28 tagged yellowfin were released inshore off the Mexican coast from the baitboat. The return rate for these fish was 17.9%, as compared to 9.2% for the tagged fish released from the purse seiner. If only the fish released during the first 10 minutes of tagging during each set are considered for the purse seiner, however, the rates of return for the two gears are about equal.

The second objective was not met, as the baitboat was not able to catch yellowfin offshore except near islands.

The third objective was very well achieved, as can be seen by the numbers of yellowfin tagged and released in the above table and in Figures 10 through 13. In these figures the 1° areas with heavy outlines are the ones in which tagged fish were released, while the numbers represent the numbers of returns of tagged fish in the corresponding 1° areas from these releases. The purse seine-tagged fish migrated considerable distances, both northwest and southeast along the coastline and from inshore to offshore and vice versa. Eight fish were recaptured outside the CRA. (One of these is not shown in Figures 10-13 because the 1° area of recapture is not known.) The areas of recapture are determined not only by the migrations of the fish, but also by the distribution of the fishing effort; therefore the tag returns per unit of effort should be examined. Preliminary estimates of the tag returns per unit of effort for the fish from Cruise 1055 for the first and second quarters of 1970 have been made, and it appears that the fish are distributed somewhat further to the southeast during the second quarter. When final tag return and effort data are available the data will be subjected to a much more comprehensive analysis.

The fourth objective was also very well met. Most important, of course, it was proved that tagged yellowfin can be released in large num-

bers from a purse seiner and that the survival rates of these fish are high enough to produce returns on the order of 5 to 10%. A considerable amount of effort was devoted to evaluation of the tagging methods. A record of the time was kept at 10-minute intervals as the tagged fish were released, and it was found that the returns were highest for the fish confined the least amount of time and gradually decreased as the time of confinement increased. Returns were realized from fish confined more than 1 hour, however. Several other variables were also evaluated during the course of the experiments.

Most of the fish released from both the baitboat and the purse seiner were double tagged, which will make it possible to estimate the rate of shedding of the tags. Considerable numbers of double-tagged fish were released off Baja California in 1963, but the results are of limited value because most of the recaptures were made within 60 days of release. In contrast, practically all the returns of tagged fish released in October-November 1969 were from fish which were at liberty more than 60 days.

The results of the skipjack tagging are also of considerable interest. It is significant, of course, that no returns resulted from the 230 fish released from the purse seiner. Most of the recaptures of fish released near Clipperton Island and near the Revillagigedo Islands were made very near the locations of release. Two of the fish released near Clipperton Island on November 6, 1969, were recaptured near the Hawaiian Islands, however. The first was recaptured on July 21 and had grown from 660 to 703 mm. The second was recaptured on August 8 and had grown from 650 to 715 mm. This makes a total of six skipjack returned from the Central Pacific Ocean since the Tuna Commission began its tagging investigations. One fish from Baja California, two from the Revillagigedo Islands, and two from Clipperton Island have gone to Hawaii, and one from Baja California has gone to Christmas Island. The two from Clipperton Island are the first to have been recaptured after less than 1 year at liberty.

Five additional cruises were conducted in 1970. Three of these were purse-seine charter cruises conducted for the purpose of releasing tagged yellowfin outside the CRA and additional yellowfin inside the CRA, especially more than 200 miles offshore, to obtain further information on the extent of mixing of these fish. One cruise was an opportunistic one on a baitboat; one Commission employee accompanied this vessel on one of its regular fishing trips to the Cape Corrientes-Tres Marias Islands area. The purpose of this trip was to supplement the Commission's meager knowledge of the migrations of yellowfin and skipjack in this area. The other cruise was made aboard the U. S. National Marine Fisheries Service vessel *David Starr Jordan*, which was being used for a study of skipjack ecology near the western edge of the CRA. One Tuna Commission employee accompanied this cruise and tagged a few fish, in addition to his other duties.

The releases, and the returns through the end of 1970, were as follows:

Area of release	Dates	Yellowfin		Skipjack	
		Released	Returned	Released	Returned
Cruise 1056 (baitboat <i>Invader</i>)	February				
Cape Corrientes		667	111	7	2
Tres Marias Islands		109	16	142	3
Total		776	127	149	5
Cruise 1057 (purse seiner <i>Anne M.</i>)	June- August				
Inside CRA		1,194	3	16	0
Outside CRA		870	44	293	0
Total		2,064	47	309	0
Cruise 1058 (purse seiner <i>Anne M.</i>)	September- November				
Inside CRA		796	7	47	0
Outside CRA		395	5	10	0
Total		1,191	12	57	0
Cruise 1059 (purse seiner <i>Marietta</i>)	October- December				
Inside CRA		2,065	2	1	0
Cruise 1060 (research vessel <i>David Starr Jordan</i>)	November- December				
Inside CRA		1	0	1	0
Outside CRA		3	0	31	0
Total		4	0	32	0
All cruises					
Inside CRA		4,832	139	214	5
Outside CRA		1,268	50	334	0
Total		6,100	189	548	5

The 1° areas of release for the yellowfin are shown in Figure 14.

Most of the returns of the fish released in the Cape Corrientes-Tres Marias Islands area were from fish recaptured near the area of release, the fishery having been heavy in the Cape Corrientes area at the time the fish were released.

Most of the fishing effort for yellowfin during the latter half of 1970 took place outside the CRA, so the results to date from Cruise 1057 through 1060 are much less meaningful than they will be when more effort has been exerted inside the CRA (during the first half of 1971). Four tagged fish released inside the CRA have been recaptured outside of it, and one fish released outside the CRA was recaptured inside it.

A paper discussing the migrations of tagged yellowfin and skipjack released during 1952-1964 was published in the Commission's Bulletin series. A study of the mortality of yellowfin tuna as estimated from the results of tagging experiments has been initiated based on experiments conducted off the west coast of Baja California during 1957-1963 and in

the Gulf of Guayaquil during 1956-1962. It is necessary for this study to have an estimate of the rate of shedding of the tags, so a new estimate of this rate, based on experiments initiated during 1963, 1965, and 1969 will be made. A preliminary examination of the data indicates that about 7.6% of the tags are shed shortly after the fish are released (Type-1 shedding) and that thereafter the shedding is exponential (Type-2 shedding), but at a lesser rate than estimated previously.

Computer simulation studies

Tagging experiments have been used extensively to study migrations and mortalities of yellowfin and skipjack in the eastern Pacific Ocean. It is believed that some new estimation techniques which are currently being developed by the Commission will make it possible to obtain more accurate information about the migrations, mortalities and abundance of these species, particularly for yellowfin. It is very costly and time consuming to determine the amount and type of tagging and recapture effort necessary to obtain reliable estimates from actual field studies. Computer simulation has been used widely in recent years to investigate properties of estimation procedures and to develop appropriate experimental designs. The computer program SIMTAG was developed to simulate the life history of tagged fish. Another program, CATCHSIM, was written specifically to test a new estimation technique which is being developed. Both of these programs are written in FORTRAN IV. Neither of these simulators pretends to describe the exact behavior of fish at sea; however they provide a quite inexpensive method of screening and designing tagging studies. They provide information about the accuracy and precision of estimates and also indicate how many tagged fish should be released, and where and how this should take place.

Preliminary studies show that to get meaningful estimates of migration, mortality and abundance from tagging studies on yellowfin it is necessary to mark substantial numbers of fish simultaneously in a number of areas, either several times during 1 year or once a year over a period of at least 3 years. A detailed tagging study is presently being developed with the aid of the simulator CATCHSIM.

OTHER ASPECTS OF TUNA BIOLOGY

Tuna larvae program

A program has been initiated to put on computer cards all data on net tows which have been searched for the most commonly occurring tuna larvae. The larvae in question are yellowfin, bluefin, bigeye, albacore, skipjack, *Euthynnus*, and *Auxis* (frigate mackerel). The objectives are the determination of the apparent abundance of larvae in relation to temperature, region, time, and measures of abundance of adults from the commercial fisheries. All available data from net tows in the Pacific Ocean and adja-

cent seas will be included. The program will eventually be extended to include all other oceans and seas where such larvae occur. The following data have been put on punch cards: ocean, country, cruise, station, date, local time, position, surface temperature, type and duration of tow, volume of water strained (if metered), number of larvae of each species (including zero catches) and references for data sources. The computer program calculates measures of occurrence and central tendency for each species by intervals of 1°C. Thus far about 5,200 cards have been punched, representing the same number of net tows from 53 cruises in the tropical Pacific.

The first computer run of the tuna larvae program has been completed and the results for yellowfin and skipjack are given in Table 9. They are based on 1,149 paired tows from 14 cruises of the R.V. *Shunyo-maru* in the western Pacific. The data were obtained from references given at the bottom of Table 9. For frequency distributions such as these, the geometric and harmonic means are less biased than the arithmetic mean. The means have been calculated in different ways: i) based on all tows, including zero catches (Program A), and ii) based on successful paired tows only (those having one or more larvae, Program B). Yellowfin larvae were found at surface temperatures of 24°C to 31°C with maximum concentrations at 29°C for all tows and at 28°C for successful tows only. Skipjack larvae were found from 23°C to 31°C with maximum concentrations at 30°C for all tows and at 29°C for successful tows only.

Spawning and early life history

The study of spawning and early life history of tunas was one of the research projects which the Commission undertook shortly after its inception. Studies based on the examination of gonads and capture of larval and juvenile tunas have provided some insight not only into the time and area of spawning but also into other aspects of the ecology of the larvae and juveniles. Nevertheless much remains to be learned and the Commission, as well as other scientific organizations, is continuing its research in this field.

During the EASTROPAC program, larval fish were obtained from the 1800 samples of zooplankton collected between February 1967 and March 1968 from the large Pacific area between 20°N and 20°S and between the coast of the Americas and 126°W. The identification of larval tunas from EASTROPAC cruises is nearly completed. The distribution of catches of skipjack tuna and frigate mackerel tuna collected during two cruises (April-June, 1967) appears on several charts of the newly published EASTROPAC ATLAS (National Marine Fisheries Service, Circular No. 330). To illustrate some of the findings obtained from the study of the larval scombrids collected during the EASTROPAC cruises Figure 15 has been prepared illustrating the distribution of larval skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis*, during the first 11 of the 15 cruises of the program.

The scientific literature contains a wealth of information on the general biology, ecology, and culturing of early life stages of tunas and other scombrids. The oldest published report on the subject dates back to the year 1880. During subsequent years about 500 additional reports have appeared in various journals, books, and similar media. To facilitate the retrieval of this published information a bibliography on the subject has been prepared by Dr. W. J. Richards of the National Marine Fisheries Service in Miami and Mr. W. L. Klawe from the Commission. This bibliography enumerates reports on the early life history of tunas and other scombrids published before 1971. All entries are indexed, usually by species, but on occasion by a larger taxonomic unit, and within each taxonomic unit the entries are indexed by one or more subjects. This bibliography will be submitted for publication during 1971.

Feeding habits of tuna

In 1963 the Commission published an extensive study (Bulletin, Vol. 7, No. 5) of the feeding habits of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean based on the contents of about 6,000 tuna stomachs examined during the period July 1957-December 1959. During this time most of the tuna captured in the eastern Pacific Ocean was taken by bait-boats fishing within about 200 miles of the coast. Since 1960 there have been radical changes in fishing areas and methods. Most of the surface-caught tunas from the eastern Pacific are now taken by purse seiners fishing as far as 1,800 miles or more offshore.

In October 1969, Commission personnel began to take tuna stomach samples from vessels operating in the more recently exploited offshore fishing grounds to determine whether the feeding habits of these tunas differ from those in the areas covered in the earlier study. Stomachs from about 1,600 yellowfin tuna have been sampled thus far. Most of these fish were captured along the 10° band between 0° and 10°N, from 36° to 135°W, although a few came from approximately 16°N, 108°W.

A preliminary analysis was made of two groups of samples, one from about 8°N, 100°W and the second from about 5°N, 135°W. Both of these areas are far west of the area of the fishery which existed at the time of the study made during the period 1957-1959.

In the first of these areas, fish (principally *Auxis* and flying fish) comprised about 95% by volume of the stomach contents. Almost all of the remainder was comprised of squid. These samples differ from those of the nearest areas (southern Mexican coast and off Central America) included in the earlier study in that samples from the present study lack the large component of portunids found in the yellowfin from the more inshore waters during the earlier study.

The stomach contents of yellowfin from the second area (5°N, 135°W) are nearly identical (*i.e.*, 96% fish, 3.5% squid) to those in the first area, but there appears to be less variety of food in the second area.

OCEANOGRAPHY AND TUNA ECOLOGY

Gulf of Guayaquil Project

Work on data collected during the project has continued with time series constructed from the physico-chemical and biological parameters measured at four stations located throughout the Gulf during the 2½-year period of the field operations. The time series contain 12 monthly intervals with each month representing the average of 2 or 3 months of data over the 2½-year period. The time series provide a more detailed picture of the occurrence of maximum and minimum features and the rates of change than do the analyses of the data for the dry and wet seasons.

The annual cycle of mean monthly values of surface temperature follows the discharge cycle of the Guayas River, which in turn follows the annual precipitation cycle. River discharge is greatest in February and least in October. Warmest and coolest surface water in the inner estuary occurs during February and August, respectively. The outer estuary follows the same cycle but temperatures are about 2.5°C cooler.

Surface salinity in the inner estuary exhibits a fluctuation that is inverse to the river discharge cycle with the lowest salinity occurring in April and the highest in November. The minimum salinity occurs 1 or 2 months later than the maximum river outfall. Salinity changes in the outer estuary are much less pronounced although a minimum occurs in February and a maximum around August.

In addition to the construction of charts showing monthly variations, the mean monthly values were also cross-correlated to determine the significance of time lags among the various parameters in the inner and outer estuaries and between the inner and outer estuaries for the same properties. When river discharge is correlated with surface salinity for the inner estuary, salinity lags the river discharge by 1 month (correlation coefficient $r = -.92$, $P < .5\%$). A comparison of river discharge with salinity in the outer estuary ($r = -.76$, $P = .5\%$) indicates that the salinity pattern lags behind the river discharge by 11 months. The comparison of river outflow and dissolved silicate illustrates a more marked change. The optimum correlation gives $r = .85$ ($P < .5\%$) with a 1-month lag for silicate in the inner estuary. For the outer estuary the silicate correlation was $r = -.33$ (P not significant at 5%) for a 1-month lag.

Water circulation in the Gulf may markedly affect the distribution of important biological properties. Since measurements of currents in the Gulf were not made during the original investigation, a survey cruise was made jointly with the National Fisheries Institute in Guayaquil in July 1970 to obtain these data. Direct measurements of surface and subsurface currents were made at each station together with supporting hydrographic observations. At three of the 18 stations detailed time series of current velocities were collected with a moored instrument for periods up to 25 hours.

Although the sampling periods were short due to the limited time available, the processed data provide an important glimpse of actual water motion in the Gulf (Fig. 16). During the cruise period the mean downstream flow was 24 cm/sec in the inner estuary but decreased to about 12 cm/sec in the outer estuary. Near the entrance of the Gulf the mean current was about 11 cm/sec. Because the field measurements reflected the presence of both mean motion and periodic motion such as the tides, the data were analyzed to determine the characteristics of the oscillations. In the inner estuary at the upper end of Jambeli channel, a 3.25-3.50 hour period was present in the current measurements in addition to the average flow. In the lower end of the channel the 3.25 hour period was weaker but still present. Semi-diurnal tidal motion was present at the three primary current meter stations. From a determination of the amplitude of the 12.5 hour tide, a mean tidal current of about 6 cm/sec was estimated. Because the actual currents represent a combination of river outflow, tidal motion and miscellaneous currents in the Gulf, the water velocity at a given time may greatly exceed the velocity contributed from any single source. The resulting currents in the Gulf vary in time and space and may be expected to alter the distribution of biological parameters to a considerable extent. Seasonally strong currents may play a decisive role in the advection of important larval forms around and in or out of the Gulf.

Air-sea interaction study

Work on this study of the energy exchange between the atmosphere and the near surface waters of the eastern Pacific Ocean has continued on a limited basis. Previously constructed maps of the heat content in the upper 25 m have been integrated by 5° squares for the region between 15°N-15°S and 75°W-120°W to provide a more detailed picture of oceanic conditions during the EASTROPAC period. Values of heat content in the 0°-5°N and 0°-5°S zones are shown as a function of time in Figure 17. An annual cycle is evident in the heat content on both sides of the equator but the cycles are out of phase by several months. Except for February-March 1967, the heat content along the 0°-5°S zone is lower than for the zone north of the equator. For the 12-month period the imbalance amounts to 25.17 kcal/cm² for the zone extending from 85°W to 120°W or 3.88 x 10¹⁷ kcal for the zonal band. The difference in heat content across the equator is due to a combination of factors such as the greater influence of the Peru Current along the 0°-5°S zone, the direction of the wind field and the extent of low-level cloud cover along the equatorial zone.

More restricted locations such as the Costa Rica Dome (5°-10°N, 85°-90°W) are important because the lower temperature of the upwelled water tends to stabilize the overlying air mass. Based on the 1967-68 EASTROPAC data, the heat content in the Costa Rica Dome remained fairly constant (a variation of only 1.0%) from the winter of 1967 to the next. From

winter to summer, however, the heat content increased by 9.5% or 5.16 kcal/cm² in the vicinity of the dome.

Project Little Window

New research techniques are rapidly developing in the fields of oceanography and meteorology, and Commission scientists evaluate those methods that hold promise for facilitating the research of the Commission. Several years ago the U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) commenced launching satellites for research and development of sensors capable of doing meteorological research. Shortly thereafter the Environmental Science Services Administration (ESSA), now a branch of the U.S. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), was given the task of extending the developing from NASA research into an operational format. Sensors aboard both NASA and NOAA satellites have already provided a wealth of information on weather conditions (cloud cover and temperatures of cloud tops) for meteorologists. Because of similarities between meteorology and oceanography, attention is being given to the feasibility of using the sensors aboard NASA and NOAA satellites for studying sea surface temperatures and marine meteorology.

Because of the Commission's involvement in fishery oceanography, Commission scientists were invited to participate in an international cooperative calibration study, called Project Little Window. The purpose of this project was to obtain information across the air-sea interface and extending into the troposphere so that the high resolution infrared radiometer (HRIR) sensors aboard the satellites could be calibrated and a check made on their areal resolution. The field operations took place on 15-21 March 1970, in the lower part of the Gulf of California (Fig. 18). Overall scientific leadership for the project was provided by the U. S. Oceanographic Office. The U. S. National Marine Fisheries Service provided the research vessel *David Starr Jordan* and scientific personnel. The Commission provided scientific and technical personnel, and took the responsibility for evaluating ground-truth information. The U. S. Weather Bureau (branch of NOAA) launched and processed data from weather balloons (radiosondes). The Mexican Navy gave technical support in the form of a vessel and personnel.

In the interim, Commission scientists have processed the hydrographic data, made charts of surface temperature and have completed the analyses of the radiosonde ascents. The general evaluation will be completed after the satellite data are available in a format suitable for comparison.

PIQUERO Expedition

In keeping with the Commission's interest in learning more about the physical and biological oceanography of the eastern Pacific Ocean, a Commission oceanographer was invited to participate in the PIQUERO Expedition (see 1969 Annual Report). Since the previous annual report a data

report containing the physical, chemical and biological observations collected in the coastal region off Peru has been published by the Institute of Marine Resources of the Scripps Institution of Oceanography (SIO). The purpose of the expedition was to study biological productivity and related water motion as part of the International Biological Program. During the 4-week cruise period, southbound water was found both beneath the surface and occasionally at the surface in the region between 10°30'S and 15°30'S and within 100 miles of the coast. Based on direct measurements the water velocity decreased from a maximum of about 30 cm/sec in the north to 7 cm/sec near 15°30'S. Highest velocities of the coastal undercurrent were usually found at or near 50 m depth. Scientists of SIO and of the Tuna Commission are presently preparing manuscripts detailing the coastal circulation and variability in the biological productivity in the upwelling zone.

Following completion of the coastal research, the R/V *Thomas Washington* continued northward toward the equator. Additional hydrographic and current measurements across the equator provided Commission and SIO oceanographers the evidence needed to verify the hypothesis that some of the Equatorial Undercurrent passes around the Galapagos Islands to the south before continuing farther eastward. A manuscript on this subject has been accepted by an oceanographic journal and will be published soon.

Salinity atlas

Work on the new salinity atlas (see the 1969 Annual Report for details) has progressed with the addition of almost 2000 new observations to the archive. This addition of observations made since 1964 represents about 30% of the total new data that is available. Salinity data collected during the EASTROPAC Program are being included in the data file and will greatly improve the areal coverage in the eastern tropical Pacific. Determination of mean monthly salinities will begin after the archive has been updated.

STATUS OF THE TUNA STOCKS IN 1970 AND OUTLOOK FOR 1971

Yellowfin

At its 1968 annual meeting, the Commission asked its staff to report back at the 1969 annual meeting with specific proposals for programs of experimental overfishing designed to ascertain empirically the maximum sustainable yield (MSY) of yellowfin. To comply with this request, the staff presented alternative schemes of experimental fishing.

The scheme recommended by the staff and accepted by the Commission provided for a catch quota of 120,000 short tons per year during 1969, 1970 and 1971. However, it was agreed that if the average catch per day's fishing computed on an annual basis, measured in standard purse-seine

units, should fall below 3 short tons at any time before the completion of the 3-year period, the catch would be curtailed to correspond to the then level of sustainable yield.

The rationale for selecting an experimental overfishing program is as follows: While the model used by the Commission in the analysis of the catch and effort data for the yellowfin stock fits the data fairly well in the sense of explaining the variability in the observed catches and catches per unit of effort, the analysis does not prove that the model is correct. However the model is the most reasonable hypothesis the staff has been able to develop to explain analytically the behavior of the fishery and the stock. The underlying reasoning in developing the model is certainly sound, *i.e.*, there is some optimum rate of exploitation at which the stock, when in equilibrium with the fishery, produces on the average the greatest sustainable yield. Though most agree with this concept, there is some doubt as to the estimates of the parameters of the model, specifically the MSY. This is even more evident in light of certain factors in the fishery which create a confounding effect on estimates derived from the model. Such factors include: (1) a shortening of the season during which a measure of abundance is available from about 12 months prior to regulation to about 4 months for 1970; (2) changes in the efficiency of the fishing vessels; (3) expansion of the fishing grounds offshore; and (4) changes in the size composition of the catch.

One way to determine whether the estimates of the parameters of the model are correct would be to purposely overfish the stock and then observe the course of the catches and catches per unit of effort according to the model. However the Commission's convention directs the staff to make recommendations to maintain the stock at the level which will produce the MSY. The staff then is faced with the dilemma of recommending overfishing to better ascertain that level while safeguarding the stock (if indeed the parameter estimates or model are right). The staff, therefore, cannot simply recommend indiscriminate overfishing (*i.e.*, no regulations), because it must maximize the probability that the stock can return to its optimum level if it is indeed overfished.

With the objective of "safe" overfishing in mind, the staff examined the past history of the fishery to determine if there had been a period when apparent overfishing occurred and from which the stock subsequently recovered. Such an experience would provide justified confidence that the stock would not be endangered by similar overfishing. If the staff is able to predict (on the basis of the present concept of sustainable yield of the stock) the future course of the fishery during such overfishing, then doubt concerning the present estimates of the parameters of the model should diminish.

Of those years during which purse seiners have been the dominant element of the fleet (1960 to the present), the Commission's data indicate

that overfishing, followed by recovery, occurred during the period 1960 to 1962. The catch and catch per unit of effort in those three years were as follows:

<u>Year</u>	<u>Catch (short tons)</u>	<u>Catch per unit of effort (tons/fishing day)</u>
1960	122,166	7.983
1961	115,443	4.827
1962	87,032	2.942

On the basis of these statistics the staff recommended successive quotas of 120,000 short tons for 3 years with the stipulation that if the catch per day of fishing, measured in standard Class-3, purse-seine units, falls below 3 short tons the fishery must either be immediately closed or a lower quota set. The lower quota would be based on the then current measure of abundance and would prevent a catch greater than the natural rate of increase of the stock at that level of population. The Commission staff predicted from the model that with a quota of 120,000 short tons the catch per standard day of fishing (CPSDF) during 1969 would be approximately 5 short tons and drop to around 4 tons during 1970. During 1971, if fishing continued at the same rate as in 1969 and 1970, the CPSDF would drop to 3 tons. At this point fishing would be curtailed in accord with the stipulation.

If under this fishing strategy of about 120,000 tons per year the CPSDF does not change over the period of 3 years, then this would imply that the stock is in equilibrium at this level. The quota could then be increased and fishing continued at this new level for 3 additional years of experimentation.

If after fishing for 3 years at 120,000 short tons per year it is observed that the CPSDF is decreasing at a decreasing rate, then a higher quota could be set and the CPSDF observed for 3 years at this level. On the other hand if the CPSDF is decreasing at an increasing rate, this would imply overfishing and would require reduced quotas to rebuild the stock to its optimum level.

A detailed review of the trends in the apparent abundance of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean as monitored by the CPSDF by purse-seine vessels is given in a previous section of this report. It was observed that the CPSDF of yellowfin was highest 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. During recent years when the fishery has been under regulation (1966-1968) there has been an upward trend in the CPSDF. It has been indicated elsewhere that this increase was due to a number of factors including the results of regulations, increased efficiency of the vessels, and possibility of moving on to previously unexploited portions of the yellowfin population as the

fishery expanded westward. It has been possible to account partially for the first two of these factors but not the last one.

During the years prior to 1959 when the baitboat fishery was the dominant one, the baitboat fleet ranged from Baja California to northern Chile in search of yellowfin tuna and skipjack. Except for a few offshore island areas such as the Galapagos and the Revillagigedos, fishing was confined to within about 200-300 miles of the coastline. During this period purse-seine vessels were less abundant than now and restricted their operations mostly to the northern areas of the fishery. Between 1959 and 1961 the fleet was rapidly converted to the use of purse-seine gear, and by the end of 1960 this purse-seine fleet had extended its operation throughout the historic area of baitboat fishing.

The inshore, striated area (area A1) in Figure 1 represents the historic region of the fishery. The stippled area (Area A2) is the newer region of exploitation within the CRA. Areas A1 + A2 comprise the CRA for yellowfin tuna. The area to the west of the CRA, which has been exploited only during the last 1½ years, is referred to as area A3.

As the capacity of the international fleet increased, the competition for yellowfin tuna increased and the fleet began to range farther offshore. By 1964 the fleet was operating regularly at least 150 miles farther seaward. During the years following, the fleet continued to increase so that by the end of 1970 its carrying capacity was about 72,048 tons, nearly 31,410 tons more than in 1962. This additional increase in capacity, coupled with shorter fishing seasons under the management program, led to increased competition among the vessels. As a result the fishing area was expanded farther seaward. By 1968 the fishery was operating 600-700 miles offshore and by the middle of 1969 reached to the edge of the CRA and beyond.

As previously noted, this seaward expansion of the fishing area raises certain important questions relative to the stock structure of yellowfin tuna and its effect on the estimates of potential sustainable harvest. If the fleet begins to harvest previously unexploited bodies of fish as it moves farther offshore then one would expect the potential sustainable harvest to increase. However if these fish taken further offshore are part of the same stock fished inshore in the areas of the fishery exploited previously, then the potential harvest would not be expected to increase on a sustained basis. The real situation may be somewhere between these two extremes.

Earlier studies, reported in detail elsewhere, bear on the problem of stock structure of the yellowfin tuna. On the basis of these earlier analyses of tagging and morphometric data it was not possible to elucidate exactly the nature of the population structure, nor have the genetic relationships of these stocks of fish been established conclusively. However, the results of these three studies considered together with the geographic range of the high-seas surface fishery and the predictable manner in which the

yellowfin stock in the eastern Pacific reacted to exploitation, suggested an empirical break between the inshore stock and those to the westward. Therefore, it was expedient from the standpoint of fishery management to consider, at that time, the yellowfin of the eastern Pacific as a management unit (as applied to the population models used by the Commission) separate from those to the westward.

As the fishery expands further offshore, an answer to the population structure problem becomes critical. Although the experimental fishing program will provide some insight into this problem, more direct means are needed. Beginning in 1969 the staff accelerated its tagging program, which was continued in 1970. Also, morphometric and serological studies have been reinstated. The results of these studies, though inconclusive, have been reported elsewhere in this report.

A considerable amount of the research time of the scientific staff has been devoted to the development and application of mathematical models to describe the general dynamics of the yellowfin tuna and to assess the effect that exploitation by man has upon their abundance.

The detail of much of this research has been presented in the literature published by the staff. A comprehensive review of this research was presented in Background Paper No. 2, "Condition of the Yellowfin Stock and Suggestions for Commission Consideration for 1969," which was presented at the 1969 annual meeting of the Commission as well as the corresponding background paper presented at the 1970 annual meeting.

Though a number of different models have been examined by the staff to assess the effect of exploitation on the abundance of yellowfin tuna, the logistic or general surplus production type models have continued to be used for this purpose.

Data for the fishing year have been included with previous data from the fishery and the parameters for the logistic model have been recomputed. The results of this analysis are shown in Figure 19 which depicts the relation between catch and effort and between CPSDF and effort for 1959-1970. The effort and the CPSDF are expressed in standard Class-3, purse-seine units. The dashed line represents the symmetrical logistic curve and the solid line the slightly asymmetrical general productivity curve. In each case the MSY is about the same and occurs at nearly the same level of fishing effort. According to the results of this model, the average MSY should occur at a level of about 20,000 standard fishing days and reach approximately 108,000 short tons.

The catch and effort data which are shown for 1970 on the figure are preliminary. The yellowfin catch from within the CRA (about 141,000 short tons) is the highest recorded in the history of the fishery. Approximately 25,000 days of standard effort were expended to make this catch. The CPSDF, expressed in terms of a Class-3, purse-seine vessel and corrected for efficiency changes is approximately 5.5 tons.

As reported earlier, the experimental program called for a quota of 120,000 short tons for each of 3 years commencing in 1969. If the CPSDF should fall to a critical level (3 tons) before the end of the 3-year experiment, fishing would be curtailed. It was estimated on the basis of the model that by the end of 1969 the CPSDF should have fallen to about 5 tons, by the end of 1970 to about 4 tons and during 1971 to about 3 tons. The expected and observed CPSDF during the experiment and corresponding catches inside and outside the CRA to date are as follows:

	Catch in thousands of tons				
	Expected CPSDF	Observed CPSDF	Inside CRA	Outside CRA	TOTAL
1968	—	6.1	114.5	1.2	115.7
1969	5.0	5.8	126.4	18.9	145.3
1970	4.0	5.5	141.0	30.0	171.0
1971	3.0	—	—	—	—

It is apparent that the CPSDF has decreased, but not as much as expected. The crucial question is whether this is due to the possibility that the CPSDF is overestimating the relative abundance in comparison to earlier years, or whether the sustainable yield from the fishery within the CRA is underestimated. It is precisely for these reasons that the experimental fishing program was inaugurated.

Additional analyses have been conducted during the past year by the staff to examine further the potential yield from the CRA. The catch within the CRA has been divided into two regions: (A) the inshore area, which is the historic area of the fishery and extends to about 200-300 miles offshore, including some of the offshore island catches and (B) the remaining outer area within the CRA which has been substantially exploited only in recent years (Fig. 1). For each of these two areas the catch and effort statistics have been used to estimate the parameters of the general production model. The curves representing the average relationship between catch and effort are shown in Figure 20. The curve labeled A is that computed for the inner area (A1) and the curve labeled B is that computed for the outer area (A2). The catches for 1959-1970 from the inner area are shown connected by straight lines. The catches for the outer area (B) are shown as dots.

If the sustainable yield curves for A and B are considered to represent well the actual situation in the fishery, plus fulfilling the necessary assumptions of the model used, namely that the populations of yellowfin in areas A1 and A2 are completely independent of each other, then they can be combined to estimate the potential production from both areas together. This has been done and is shown as curve A + B. If on the other hand the fish inhabiting areas A1 and A2 mix completely, and on a nearly instantaneous basis, then potential production would be represented by curve A.

Information presented elsewhere in this report suggests that neither of these situations concerning mixing of fish among the two areas obtain. That is, there is neither complete isolation nor instantaneous mixing. Therefore, the MSY from area A1 + A2 would most likely lie somewhere between the two extremes represented by curves A and B. The best current estimate of this is shown by Curve C, which is the curve derived by using all of the data from within the CRA, and which was shown earlier in Figure 19. In Figure 20 the catch and effort data for curve C are represented by the dots connected by straight lines for the years 1959 through 1961 and thereafter by open circles for the years 1962 through 1970.

It is noted that the experimental program was originally established for a period of 3 years in an attempt, among other things, to average out any short term environmental effects on the measure of apparent abundance. Two-thirds of the experiment has been completed and, as noted above, the decline in apparent abundance has not been as rapid as expected. This would indicate that the original estimate of the MSY is low if the CPSDF is accurately indicating relative abundance. If, in fact, the MSY was underestimated it would not appear to be greater at a maximum than that suggested by curve A + B shown in Figure 20. It should be noted that the catch during 1970 from within the CRA (A1 + A2), exceeded the maximum level of curve A + B. It should also be noted, based on the tagging and size composition data, that the level of the sustainable yield curve for the CRA is most likely below the level depicted by curve A + B and that the best estimate is represented by curve C.

On the basis of information presented in this document there does not appear to be any strong scientific evidence for curtailing the experimental program at this time, but that, as a minimum, 120,000 short tons should be harvested during 1971 unless the CPSDF during 1971 falls to 3 short tons, at which time the fishery should be closed to unrestricted fishing for yellowfin tuna within the CRA.

Skipjack

The skipjack tuna is a ubiquitous species occurring in nearly all of the tropical oceans of the world. In the Pacific Ocean they are distributed from Asia to the Americas and support large commercial fisheries in both the eastern and western regions.

The relationship among the stocks of fish comprising the large fisheries in the western and eastern Pacific, as well as those in the central Pacific is not known; however, it is known from tagging data that some skipjack from the eastern Pacific migrate to the central Pacific. Catch statistical data show that apparent abundance of skipjack in the eastern Pacific is highly variable both within and among years, and that the fishery for skipjack in this area apparently has no measurable effect on their abundance in subsequent years. Only skipjack of intermediate size

were captured in the eastern Pacific, and there is no evidence of significant skipjack spawning in this area. These facts then strongly support the hypothesis that skipjack of the eastern Pacific are not a discrete population unit but rather are a part of a larger population which extends farther to the westward.

The catch of skipjack in the eastern Pacific Ocean during 1970 was 52,480 short tons. This is the lowest catch on record in recent years and is about 11,250 short tons less than the catch in 1969.

ADMINISTRATION

THE BUDGET

At its annual meeting in 1969 the Commission approved a research program for FY 1970-1971 recommended by the Director of Investigations and a budget of \$1,196,835 to carry it out. However, because of the existing difficult financial climate, the Commission's staff was requested to draw up a second, reduced or "austerity" budget (\$564,735) which would be used by government officials when presenting the budget for government approval if the first (recommended) budget was unacceptable.

The recommended research program would have provided 350 boat days at sea urgently needed for tagging experiments and for obtaining samples and data for population structure analysis. The austerity budget would have eliminated desired research at sea aboard chartered vessels, but would have allowed the reinstatement of a modest program of genetic research as well as some tagging aboard tuna vessels during their normal fishing activities.

On December 30, 1970 (one-half of the fiscal year having already passed), the Commission's Director was informed that the Commission's budget for FY 1970/1971 had been fixed at \$479,596, about \$31,600 higher than the amount in the previous fiscal year, but about \$717,000 less than the amount required for the recommended budget for FY 1970/1971 and \$85,000 less than that requested for the austerity budget. Unfortunately the small increase granted in FY 1970/1971 is more apparent than real because of the high rate of inflation.

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. A summary of the year-end account for Fiscal Year 1970 (July 1, 1969 to June 30, 1970) follows:

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Sources and Disposition of Funds

July 1, 1969 to June 30, 1970

U. S. DOLLAR ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance (including unliquidated obligations) July 1, 1969	\$154,909.93*
U.S.A.	426,700.00
Mexico	10,602.00
Canada	500.00
Other receipts	19,446.67
TOTAL	\$612,158.60

*The unexpended balance includes \$24,926.98 of unpaid commitments.

Disposition of Funds

Advances	\$	600.00
Project expenditures		
1) By projects		
A. Administrative expenses	\$106,901.96	
B. Research on bait species	—	
C. Collection, compilation, and analysis of catch statistics	62,101.92	
D. Tuna biology	135,460.18	
E. Oceanography	66,995.18	
F. Tuna tagging	72,403.83	
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	60,619.97	
2) By budget projects		
01—Salaries	364,158.70	
02—Travel	15,694.30	
03—Transportation of things	221.43	
04—Communications	3,354.77	
05—Rents and utilities	1,240.00	
06—Printing and binding	20,909.48	
07—Contractual services	62,517.51	
08—Supplies and materials	11,413.61	
09—Equipment	3,400.42	
13—Rewards for tags	1,796.00	
15—Employer's contributions to U.S. Social Security	12,341.62	
17—Employer's contribution to Pension Plan	3,540.87	
19—Employer's contribution to Group Insurance	3,894.33	\$504,483.04
Purchase of Soles (for operations in Peru)		4,500.00
Purchase of Sucres (for operations in Ecuador)		5,000.00
Cash in bank	103,400.66	
Cash on hand	150.00	
	\$103,550.66	
Less: reserves for Pension	6,892.90	
Less: reserves for Group Insurance	—492.80	
	\$ 6,400.10	\$ 97,150.56
Deposits		425.00
TOTAL		\$612,158.60

COSTA RICAN COLON ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance July 1, 1969	¢	637.21
Cash in bank		637.21
TOTAL	¢	637.21

ECUADORIAN SUCRE ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance July 1, 1969	S/	108,479.00
Purchase of Sucres with Dollars		107,400.00
Other receipts		6,470.00
TOTAL	S/	222,409.00

Disposition of Funds

Project Expenditure

1) By projects		
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	S/	89,065.18
2) By budget objects		
01—Salaries		89,051.18
07—Contractual services	14.00 S/	89,065.18
Cash in bank		133,343.82
TOTAL	S/	222,409.00

PERUVIAN SOL ACCOUNT

Sources of Funds

Unexpended Balance July 1, 1969	S/o.	122,575.11
Purchase of Soles with Dollars		281,610.00
TOTAL		404,185.11

Disposition of Funds

Advances		15,600.00
Project expenditures		
1) By projects		
F. Tuna tagging		85.00
G. Rapid collection of catch statistics for regulation	S/o.	199,113.12
2) By budget objects		
01—Salaries		163,151.05
02—Travel		18,037.74
04—Communications		1,654.65
05—Rents and utilities		9,600.00
07—Contractual services		1,600.00
08—Supplies and materials		460.00
13—Tag rewards		85.00
15—Employer's contribution to Social Security	4,609.68 S/o.	199,198.12
Cash in bank		189,386.99
TOTAL	S/o.	404,185.11

INTER-AGENCY COOPERATION

Being located in the Fishery-Oceanography Center on the Campus of the University of California at San Diego, the staff of the Commission is in constant contact with scientists of the U. S. National Marine Fisheries Service, the Institute of Marine Resources, Scripps Institution of Oceanography, the California Department of Fish and Game, and other research organizations located in the area. This contact has resulted in a fruitful exchange of ideas and information and has led to the cooperative planning of research projects of common interest.

During the past year the Commission has continued to work closely with the fisheries institutes of Chile, Peru, Ecuador and Mexico as well as with the FAO/UNDP fisheries projects in Colombia, Central America and Mexico. Information and personnel exchanges among these scientific bodies and the Commission have been frequent and productive, and numerous joint scientific studies have been undertaken. These are reported elsewhere in this report.

The Commission's staff has enjoyed a close relationship with other international bodies, particularly with the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. A number of the staff have served on international panels established within the framework of FAO, and have served at various times in an advisory capacity.

It is particularly gratifying to report that an extremely cordial and productive relationship has been established between this Commission and the International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas. There has already been established an exchange of ideas and information, and there is proposed an even closer working relationship.

During the year, members of the staff have participated in a number of scientific meetings at the national and international level and have served on numerous panels, working parties and advisory groups as well as holding faculty positions at several universities.

With these broad and continuing contacts, the Commission is able to keep abreast of the rapid development in fisheries and oceanography locally, nationally and internationally.

FIELD OFFICES

In addition to the Commission's headquarters in the U. S. Government Fishery-Oceanography Center, situated on the campus of Scripps Institution of Oceanography at La Jolla, California, the Commission maintains field offices in several important tuna industry centers.

An office with a permanent staff of three is maintained in Terminal Island, California. Staff members here are concerned primarily with the collection and compilation of catch and effort statistics, 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 one full-time technician who, in turn, employs seasonal assistance. This representation also visits Ponce regularly, the other principal tuna port in Puerto Rico. Since tuna operations in Puerto Rico are becoming increasingly important, the Commission plans to augment its staff there in the near future.

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

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 at Manta.

The Commission keeps track of the movement of tuna vessels through the Panama Canal from reports of a ship agent in Panama. These operations are increasing rather substantially since many more vessels are being stationed in Puerto Rico and hence transit the Canal to fish in the Pacific. Also many of the Pacific-based vessels transit the Canal to fish off West Africa.

ANNUAL MEETING

The Commission's 22nd Annual Meeting (Regular) was scheduled to be held in Ottawa, Canada on May 12-13, 1970, but because it became necessary to take Commission action on a number of important subjects before that time the Chairman, Dr. A. W. H. Needler, moved the meeting dates up to April 22 to 25, 1970. The Commission convened in plenary session in the Centennial Room of the Government Conference Center, Ottawa, Canada.

All member countries except Panama were represented by one or more regular Commissioners. Panama was represented by an alternate Commissioner who is a member of the Panamanian foreign service at Montreal, Canada.

Chile, Ecuador, France, Japan and Peru were represented by observers. The Commission took the following actions:

1. Agreed to the reduced program of research recommended for FY 1970/1971 to fit the reduced probable budget of \$522,234.
2. Agreed to the recommended program and budget of \$1,169,314 for FY 1971/1972 but recommended that an austerity budget in the sum of

\$629,915 be submitted. The staff was asked to submit two budgets in the future. The first should be for the complete required research program and the second for an austerity budget which would allow operations at the existing level.

3. Approved the proportion of contributions from Member Governments as follows: U.S.A.—100.00; Mexico—3.672; Costa Rica—0.672; Canada and Panama—\$500 minimum contribution each.
4. Approved the 1969 Annual Report and directed that it be printed and distributed.
5. Agreed to the continuation of the experimental quota of 120,000 tons for 1970, with the stipulation that if the annual catch rate should fall below 3 short tons per day fishing would be curtailed to the level of the then current equilibrium catch.
6. The 4000-ton small boat allowance be increased to 6000 tons (recognizing the fact that this action would cause the catch to exceed the recommended quota of 120,000 short tons), the additional 2000 tons to be taken by size Class-1 to 5 vessels.
7. Agreed that the next annual meeting be held in San José, Costa Rica, commencing on 23 February 1971.
8. Elected Sr. Jose Luis Cardona-Cooper (Costa Rica) as Chairman. The office of Secretary was voted to Mexico, but the person to fill this office would be designated by Mexico at a later date.

The full resolution adopted and recommended to governments covering this action, including the recommendations transmitted to the Commission by the Inter-Governmental Meeting, was as follows:

“THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Taking note that at its 21st annual meeting at San Diego, California, on March 18, 19 and 22, 1969, the Commission recommended the initiation of a three-year program of experimental fishing designed to test present assessments of the yellowfin tuna stock, and

Taking note that the apparent changes in the stock during 1969 have been within the limits set for continuation of the experiment, and

Taking note that although the Commission's resolution adopted at the 21st annual meeting makes provision for continuation of the experimental catch quota in 1970, certain provisions of the resolution relating to the catch of yellowfin tuna after the season closure are limited to the year 1969,

Concludes that it is desirable to continue in 1970 the same level of yellowfin tuna catch, and the same provisions for regulating the catch after the season closure as were in force in 1969, and

Therefore recommends to the High Contracting Parties that they take joint action to:

1. Establish the annual catch limit (quota) on the total catch of yellowfin tuna for the calendar year 1970 at 120,000 short tons from the regulatory area defined in the resolution adopted by the Commission on May 17, 1962; provided that if the annual catch rate falls below 3 short tons per standard day's fishing, measured in purse-seine units, adjusted to levels of gear efficiency previous to 1962, as estimated by the Director of Investigations, the unrestricted fishing for yellowfin tuna in the regulatory area shall be curtailed so as not to exceed the then current estimate of equilibrium yield and shall be closed on a date to be fixed by the Director of Investigations.
2. Reserve a portion of the annual yellowfin tuna quota for an allowance for incidental catches of tuna fishing vessels when fishing in the regulatory area for species normally taken mingled with yellowfin tuna, after the closure of the unrestricted fishery for yellowfin tuna. The amount of this portion should be determined by the scientific staff of the Commission at such time as the catch of yellowfin tuna approaches the recommended quota for the year.
3. Open the fishery for yellowfin tuna on 1st January 1970; during the open season vessels should be permitted to enter the regulatory area with permission to fish for yellowfin tuna without restriction on the quantity until the return of the vessels to port.
4. Except if the catch rate falls below 3 short tons per standard day's fishing, close the fishery for yellowfin tuna in 1970 at such date as the quantity already caught plus the expected catch of yellowfin tuna by vessels which are at sea with permission to fish without restrictions reaches 120,000 short tons less the portion reserved for incidental catches in Item 2 above and, for the year 1970 only, the portion reserved for vessels of 300 tons and less capacity provided for in Item 6 below, such date to be determined by the Director of Investigations.

In order not to curtail their fisheries, those countries whose Governments accept the Commission's recommendations but whose fisheries of yellowfin tuna are not of significance will be exempted of their obligations of compliance with the restrictive measures.

Under present conditions, and according to the information available, an annual capture of 1,000 tons of yellowfin tuna is the upper limit to enjoy said exemption.

After the closure of the yellowfin tuna fishery, the Governments of the Contracting Parties and cooperating countries may permit their flag vessels to land yellowfin tuna without restriction in any country described in the preceding section which has tuna canning facilities

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

In order to avoid congestion of unloading and processing facilities around the date of the season closure and the danger the vessels may put to sea without adequate preparations, any vessel which completes its trip before the closure may sail to fish freely for yellowfin tuna within the regulatory area on any trip which is commenced within 10 days after the closure.

5. For 1970 only, permit each vessel over 300 short tons capacity (determined from tables prepared by the Commission on the basis of existing information and additional data provided by the various governments, which relate capacity to gross and/or net tonnage) fishing tuna in the regulatory area after the closure date for the yellowfin tuna fishery to land an incidental catch of yellowfin tuna taken in catches of other species in the regulatory area on each trip commenced during such closed season. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch of yellowfin tuna shall be determined by the Government which regulates the fishing activities of such vessel; provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by all such vessels of a country so permitted shall not exceed 15 percent of the combined total catch taken by such vessels during the period these vessels are permitted to land incidental catches of yellowfin tuna.
6. For 1970 only, permit the flag vessels of each country of 300 short tons capacity and less fishing tuna in the regulatory area after the closure date for the yellowfin tuna fishery to fish freely until 4000 short tons of yellowfin tuna are taken by such vessels or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit the catch of yellowfin tuna by such vessels to 4000 short tons; and thereafter to permit such vessels to land an incidental catch of yellowfin taken in the catch of other species in the regulatory area on each trip commenced after 4000 tons have been caught. The amount each vessel is permitted to land as an incidental catch shall be determined by the Government which regulates the fishing activities of such vessel; provided, however, that the aggregate of the incidental catches of yellowfin tuna taken by such vessels of each country so permitted shall not exceed 15 percent of the total catch taken by such vessels during trips commenced after 4000 short tons of yellowfin tuna have been caught.
7. For 1970 only, permit the flag vessels of each country of IATTC classes 1 to 5 inclusive fishing tuna in the regulatory area after the closure date for the yellowfin tuna fishery to fish freely until such vessels have taken 2000 short tons of yellowfin tuna in addition to the 4000 short

tons taken by vessels of IATTC classes 1 to 5 as provided in paragraph 6 above or to fish for yellowfin tuna under such restrictions as may be necessary to limit this additional catch to 2000 short tons, the allocation of this additional catch among such vessels to be determined by the flag Government which regulates their fishing activities.

8. The species referred to in Items 2, 5 and 6 are: skipjack, bigeye tuna, bluefin tuna, albacore tuna, bonito, billfishes and sharks.
9. Obtain by appropriate measures the cooperation of those Governments whose vessels operate in the fishery, but which are not parties to the Convention for the establishment of an Inter-American Tropical Tuna Commission, to put into effect these conservation measures."

PUBLICATIONS

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

The Commission publishes on the research of its staff and of cooperating scientists in its Bulletin series. During 1970, four additional publications were issued in this series, in English and Spanish. Bulletins issued were:

Bulletin, Volume 14, Number 3—On the physical and biological oceanography near the entrance of the Gulf of California, October 1966—August 1967, *by* Merritt R. Stevenson.

Bulletin, Volume 14, Number 4 (completing the volume)—The distribution, abundance and ecology of larval tunas from the entrance to the Gulf of California, *by* W. L. Klawe, J. J. Pella and W. S. Leet.

Bulletin, Volume 15, Number 1—Migrations of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean as determined by tagging experiments, 1952-1964, *by* Bernard D. Fink and William H. Bayliff.

Bulletin, Volume 15, Number 2—Sea surface temperature and the distribution and apparent abundance of skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern Pacific Ocean, 1951-1968, *by* F. Williams.

One additional Commission internal report was prepared in 1970:

Internal Report, Number 5—Use of GENPROD on small data sets, *by* Jerome J. Pella and Patrick K. Tomlinson.

In addition to these bulletins and reports, five papers by staff members have been published in other periodicals:

109. Stevenson, Merritt R. 1970. Circulation in the Panama Bight. *J. Geophys. Res.*, 75(3): 659-672.
110. Joseph, James. 1970. Management of tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 99(3): 629-648.
111. Joseph, James. 1970. The Tuna Commission and its 20 years of research and control. *Nat. Fisherman Yearbook Issue*, 1970: 25-28.
112. Stevenson, Merritt R., Oscar, Guillen G., and José Santoro de Ycaza. 1970. Marine atlas of the Pacific Coastal waters of South America. University of California Press, Berkeley and Los Angeles, California. 23 pp. + 99 charts.
113. Klawe, Witold L. 1970. Scombroid larvae. Figures 20-FS, 20-FA, 30-FS, and 30-FA. In: Love, Cuthbert M. (Ed.) *Eastropac Atlas—Volume 4*, *Circ. U. S. Natn. Mar. Fish. Serv.* (330): i-v + unpaginated section.

On behalf of the Working Party on Tuna Eggs, Larvae and Juveniles of the FAO expert Panel for the Facilitation of Tuna Research, Commission staff member Witold L. Klawe prepared a translation of the following Russian publication:

- Zhudova, A. M. 1969. Larvae of scombroid fishes (Scombroidei, Perciformes) of central portion of the Atlantic Ocean. *Trudy, AtlantNIRO*, (25):100-108.

INFORME ANUAL DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL 1970

INTRODUCCION

La Comisión Interamericana del Atún Tropical está bajo la autoridad y dirección de una convención la cual fue originalmente formada por la República de Costa Rica y los Estados Unidos de América. La Convención, vigente desde 1950, está abierta a la afiliación de otros gobiernos cuyos nacionales pesquen atún en el Pacífico oriental tropical. Bajo esta medida la República de Panamá se afilió en 1953, la República del Ecuador en 1961, los Estados Unidos Mexicanos en 1964, Canadá en 1968 y el Japón en 1970. En 1967, el Ecuador anunció su intención de retirarse de la Comisión y la renuncia se hizo efectiva el 21 de agosto de 1968.

Las obligaciones principales de la Comisión bajo la Convención son (a) estudiar la biología, ecología y dinámica de las poblaciones de los atunes y de los peces de carnada en el Océano Pacífico oriental tropical, con el fin de determinar los efectos que la pesca del hombre como también los factores naturales tienen sobre las existencias de los atunes y peces cebo, y (b) recomendar las medidas apropiadas de conservación para que las existencias de los peces puedan mantenerse a niveles que puedan soportar capturas máximas sostenibles cuando y si las investigaciones de la Comisión indican que tales medidas son necesarias.

Con el fin de realizar 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 son realizadas por un personal permanente de investigación, reclutado internacionalmente por el Director de Investigaciones de la Comisión y directamente responsable a esta entidad.

El programa científico se encuentra en su vigésimo año. Los resultados de las investigaciones son publicados por la Comisión en una serie especial de boletines tanto en inglés como en español, los dos idiomas oficiales. La revisión anual de las operaciones y actividades se describen en un informe anual bilingüe. Los artículos cortos se publican en revistas científicas exteriores de prensa, y se escriben artículos generales para otras publicaciones de Norteamérica, Centroamérica y Sudamérica, como también para países de Europa y Asia, interesados en esta pesca. A fines de 1970 el personal de la Comisión ha publicado ya 99 boletines, 113 artículos en revistas exteriores de prensa y 19 informes anuales. Se les ha dado a todos los informes científicos y anuales una amplia distribución mundial, en esta forma están al alcance del examen crítico de la comunidad científica mundial.

LA PESCA EN 1970

SUMARIO

Durante 1970, la pesca del atún aleta amarilla en el Pacífico oriental estuvo nuevamente bajo administración internacional. En 1966, el primer

año de la reglamentación, la ejecución de la misma fue un tanto demorada debido a que todos los países que pescan en el área no pudieron ponerse de acuerdo en cuanto a la fecha recomendada de veda. Sin embargo, desde entonces, cada año, las medidas recomendadas de conservación han sido rápidamente aceptadas y las reglamentaciones apropiadas han sido cumplidas por todos los países que pescan substancialmente en el área. El Area Reglamentaria de la Comisión (ARC) para el aleta amarilla se presenta en la Figura 1.

En su vigésima primera reunión anual ordinaria, celebrada en marzo 1969, la Comisión inauguró una cuota experimental de pesca de 3 años para verificar empíricamente las estimaciones del rendimiento máximo sostenible del atún aleta amarilla. El programa experimental requirió que se capturara para cada año durante 1969, 1970 y 1971 una cuota de captura de 120,000 toneladas cortas, a menos que la captura por día de pesca, según se avalúa en unidades standard de cerqueros, se reduzca a menos de 3.0 toneladas cortas antes de la terminación del experimento de 3 años. En este último caso, la pesca irrestricta del aleta amarilla en el ARC se reduciría para que no sobrepasara la estimación corriente del rendimiento de equilibrio prevaleciente en ese entonces. Únicamente durante 1969, los barcos de cada país con 300 toneladas de capacidad o menos, que estaban pescando en el ARC después de la fecha de veda del aleta amarilla, podían pescar libremente hasta obtener un total de 4,000 toneladas cortas de esta especie.

En la XXII reunión anual celebrada en 1970, la Comisión reiteró su deseo de continuar con el programa experimental y estableció una cuota de 120,000 toneladas cortas de aleta amarilla para el año pesquero de 1970. Nuevamente estableció la concesión especial de 4,000 toneladas cortas para los barcos con menos de 300 toneladas de capacidad de acarreo y de nuevo permitió la captura incidental de esta especie después de la fecha de clausura, pero que no excediera el 15% de la captura combinada de especies.

Después de la fecha de clausura de la pesca irrestricta del aleta amarilla, la Comisión aumentó su concesión a barcos pequeños de un total de 4,000 a 6,000 toneladas cortas, aunque reconociendo que esta acción causaría que la captura excediera la cuota recomendada de 120,000 toneladas cortas. Las 2,000 toneladas adicionales podían ser obtenidas por barcos hasta de 400 toneladas de capacidad de acarreo.

Durante 1970, barcos de 10 países (Canadá, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Japón, México, Panamá, Perú, España y los E.U.A.) pescaron atún en el ARC. Desde 1965 hasta 1967, la capacidad agregada de acarreo de todas las flotas que participaron en la pesca de superficie dentro del ARC (exceptuando los palangreros japoneses y algunos pequeños barcos colombianos cuya capacidad de acarreo no está incluida en los registros de la Comisión) fluctuó de unas 46,000 a 47,100 toneladas cortas. En 1969

alcanzó 62,300 toneladas cortas y a fines de 1970 la flota obtuvo su capacidad récord de 72,000 toneladas cortas.

Estos barcos capturaron unas 141,750 toneladas cortas de aleta amarilla y 52,500 toneladas cortas de barrilete en el ARC durante 1970. Además 45 barcos con un total aproximadamente de 26,000 toneladas de capacidad capturaron unas 29,800 toneladas de aleta amarilla y 6,300 toneladas de barrilete al oeste del ARC. También en 1970, 26 cerqueros incluyendo una capacidad de 20,061 toneladas de la flota internacional en el POT, estuvieron activos en las pescas de atún en el Atlántico.

Por resolución de la Comisión, la pesca irrestricta del aleta amarilla se termina a la hora en que la cantidad ya capturada de esta especie más la captura que se espera de aleta amarilla de barcos que están en el mar con permiso para pescar sin restricción, alcance la cuota del año, menos la porción reservada para las capturas incidentales del 15% y la concesión de 6,000 toneladas. Con el aumento de la capacidad de la flota, cada año la fecha de clausura es más temprana; por ejemplo, en 1966 fue el 15 de setiembre, en 1967 el 24 de junio, en 1968 el 18 de junio, en 1969 el 16 de abril y en 1970 el 23 de marzo.

ESTADISTICAS DE CAPTURA Y DESEMBARQUE

Las capturas anuales (las cantidades capturadas durante el año civil omitiendo el año de desembarque) de los atunes aleta amarilla y barrilete del ARC durante el período 1958-1970 se presentan en la Tabla 1 y en la Figura 2. La captura del aleta amarilla durante 1970 fue de 283.5 millones de libras (141,754 toneladas cortas), la captura más grande jamás lograda en el ARC. Esta cantidad es 30.7 millones de libras superior a la captura de 1969 y 78.9 millones de libras superior al promedio anual de captura de los 6 años anteriores. La captura de barrilete durante 1970 fue de 105.0 millones de libras (52,480 toneladas cortas), la captura más baja desde 1960. Esta captura es 22.5 millones de libras inferior a la de 1969, y 59.0 millones de libras inferior al promedio de captura de los 6 años anteriores. La captura combinada del aleta amarilla y barrilete durante 1970 alcanzó un total de 388.5 millones de libras (194,234 toneladas cortas), 8.2 millones de libras superior a la captura combinada obtenida en 1969 y 19.9 millones de libras superior al promedio de captura combinada de los 6 años anteriores. Además de las 388.5 millones de libras de atunes capturados en el ARC, los cerqueros que pescaron al oeste del ARC obtuvieron 59.4 millones de libras de aleta amarilla y 12.6 millones de libras de barrilete. Durante el período de abril a diciembre, 45 cerqueros con una capacidad combinada de acarreo de 25,569 toneladas cortas de atún congelado, realizaron 93 viajes al área occidental del ARC. Siete de estos cerqueros que pescaron al oeste del ARC desembarcaron sus capturas en enlatadoras de Samoa y algunos de estos barcos pescaron frente a la costa oriental de las Islas Filipinas.

La captura de atún aleta amarilla y barrilete en el ARC por barcos de diferentes nacionalidades (en términos de porcentaje de la captura total) durante 1970, fue como sigue:

<u>BANDERA</u>	<u>% Aleta Amarilla</u>	<u>% Barrilete</u>
Canadá	3.1	3.5
Ecuador	4.6	13.9
México	5.4	7.0
Panamá	3.0	3.6
E. U. de A.	82.4	70.8
Colombia, Costa Rica, Japón, Perú y España	1.5	1.2

Toda la captura del aleta amarilla y barrilete al oeste del ARC fue obtenida por barcos con bandera estadounidense, sin embargo, la información de captura de esta área no incluye datos de los barcos palangreros.

Se presenta en la Tabla 2, por zonas latitudinales, las capturas registradas de aleta amarilla y barrilete logradas por cerqueros y clípers que operaron en el ARC durante viajes tanto reglamentados como no reglamentados durante 1967-1970. En 1970 la mayor captura de aleta amarilla ocurrió en el área entre los 5°-10°N. Las áreas de pesca al norte de los 15°N produjeron aproximadamente el 42% de la captura registrada de esa especie, y el 91% fue obtenido al norte de los 5°N. La captura del aleta amarilla por el cuarto año consecutivo fue bastante pequeña en las áreas de pesca al sur de los 5°N. La pesca más intensa de esta especie en 1970 ocurrió frente a Cabo Corriente, México (cerca a los 20°N, 106°W) en las que nueve áreas de 1° produjeron cerca del 16% de la captura registrada no reglamentada. Las áreas de 5° dentro del ARC pescadas por cerqueros en viajes no reglamentados durante 1970 se presentan en la Figura 3. El aleta amarilla capturado durante la temporada de veda fue obtenido principalmente al norte de los 20°N y en la región Ecuador-Perú. Durante la temporada de veda los barcos atuneros trataron de evitar las áreas que producen tradicionalmente un alto porcentaje de aleta amarilla.

Los registros de los cuadernos de bitácora indican que la captura de barrilete durante viajes no reglamentados en 1970 fue aproximadamente un 8% inferior a la de 1969 y cerca del 78% inferior a la captura de barrilete en viajes no reglamentados en 1967. La pesca de barrilete en la región Perú-Ecuador (al sur del Ecuador) fue muy pobre durante todo el año de 1970. La mayoría de los grandes cerqueros que habían pescado anteriormente en el área se desplazaron a pescar aleta amarilla frente a las costas de la América Central, y los barcos locales buscaron bonito. Durante la temporada de veda del aleta amarilla aproximadamente el 81% de la captura del barrilete fue obtenida al norte de los 20°N.

La flota de barcos cerqueros y de clípers basada en el Ecuador obtuvo una pesca muy buena de aleta amarilla durante 1970, pero en relación a años anteriores una pesca pobre de barrilete. Los desembarques de aleta amarilla en puertos ecuatorianos durante 1970 fueron cerca de dos veces

y media superiores a los de 1969 y cerca del doble al promedio logrado en los 3 años anteriores. Los desembarques de barrilete en Ecuador durante 1970 fueron el 46% de la cantidad desembarcada durante 1969 y el 47% del promedio de la cantidad de los 3 años anteriores. Los desembarques de ambas especies combinadas durante 1970 fueron el 74% de la cantidad desembarcada durante 1969 y del promedio de la cantidad de los 3 años anteriores. Conforme se indica en otra sección de este informe, la flota ecuatoriana de barcos atuneros durante 1970 aumentó tanto en número de barcos como en capacidad total de acarreo.

Los desembarques (las cantidades de atún desembarcadas durante el año civil omitiendo el año de captura) de aleta amarilla y barrilete del ARC durante el período 1940-1970 se presentan en la Tabla 3. Los desembarques son casi idénticos a las capturas. Durante 1970 unas 86,889 toneladas cortas de aleta amarilla y 30,877 toneladas cortas de barrilete del ARC fueron desembarcadas por barcos con bandera de los E.U. en puertos californianos. De estas cantidades la flota de clípers desembarcó aproximadamente el 5.5% de aleta amarilla y el 22.1% del barrilete (Tabla 4). Los desembarques de los clípers de ambas especies combinadas son aproximadamente 19% superiores al promedio de los desembarques anuales de los 4 años anteriores, principalmente debido a la pesca relativamente buena de barrilete experimentada por la flota en mayo y junio. Después cuando la pesca de barrilete fue pobre la mayor parte de la flota se desplazó a la costa del Pacífico para pescar albacora. Ninguno de los clípers pescó en el área al oeste del ARC.

LA CAPTURA DE PATUDO EN LA PESCA DE SUPERFICIE DEL POT

Históricamente, el patudo ha sido capturado, en su mayor parte, en forma incidental a la captura del atún aleta amarilla y barrilete, y se vende comúnmente a los enlatadores como si fuera atún aleta amarilla. Desde que se inició el sistema de los cuadernos de bitácora de la Comisión en 1951, la captura estimada del patudo ha sido calculada separadamente de la del atún aleta amarilla. Hasta 1966 la captura del patudo tuvo un alcance hasta de 300 toneladas cortas por año, pero después de poner en ejecución las restricciones en la captura del aleta amarilla, la captura del patudo aumentó hasta aproximadamente 1,800 toneladas en 1967, 2,800 toneladas en 1968 y 600 toneladas en 1969. Se estima que en 1970 se capturó un total de 1,600 toneladas cortas.

La mayoría de la captura se ha registrado de las Islas Galápagos, frente al Ecuador-Perú y Colombia, y en un grado menor frente a Baja California. En 1968, la mayor parte de la captura récord fue obtenida por cerqueros en el área general entre los 5°N y 10°N de latitud, en este mismo año se capturaron cantidades inusitadas de barrilete en la región central de la pesquería.

Las capturas de patudo son muestreadas rutinariamente por la Comi-

sión y los datos respecto a la pesquería serán publicados cuando se obtenga suficiente información.

LA FLOTA INTERNACIONAL ATUNERA

En 1970, barcos de 10 países pescaron atún en el Océano Pacífico oriental. La Comisión obtiene en su mayor parte registros individuales de los desembarques de estos barcos, excepto de los palangreros japoneses y la pequeña flota de barcos que opera en Colombia. El tamaño de la flota internacional en número de barcos y su poder de pesca en términos de la capacidad de acarreo en toneladas cortas han sido registrados basados en los desembarques de los barcos que realizan uno o más viajes para pescar atún aleta amarilla o barrilete.

Desde 1965, la flota internacional, excluyendo aquellos barcos anotados anteriormente, puede compendiarse como sigue. Durante 1965-1967, la flota atunera fluctuó de 239 a 253 barcos con una capacidad combinada que variaba de 46,445 a 47,148 toneladas cortas. En los últimos 3 años (1968-1970) la capacidad de acarreo de la flota internacional ha aumentado en un 56% junto con un pequeño aumento en el número de barcos, aproximadamente un 11%. El número de barcos y la capacidad de acarreo en estos años ha sido: 1968—248 barcos, 57,126 toneladas cortas; 1969—250 barcos, 62,347 toneladas cortas, y en 1970—266 barcos, incluyendo una capacidad récord de 72,326 toneladas cortas. En todos los años observados anteriormente la flota total no incluye los barcos palangreros japoneses que participaron cada año en la pesca subsuperficial de atún y peces espada en el ARC. La mayor parte del aumento en la capacidad de la flota se debió a grandes cerqueros nuevos, anotados más adelante.

El número de barcos atuneros que operaron en el ARC con bandera nacional, arte y clase de tamaño de los barcos durante 1970, se presenta en la Tabla 5. Se indica también la capacidad de acarreo en toneladas cortas, por bandera nacional (excepto en relación a aquellos países que solo tuvieron un barco en 1970, se han agrupado las capacidades; las categorías de la clase de tamaño de los barcos se explican en la Tabla 6).

En 1970, la flota de los E.U. continuó siendo el elemento dominante de la flota internacional atunera en el Océano Pacífico oriental (Tabla 5). Aproximadamente el 58% de todos los barcos de la flota internacional (sin incluir los barcos palangreros y algunos pequeños barcos que pescan diariamente) fueron barcos cerqueros durante 1970, incluyendo cerca del 92% de la capacidad de acarreo de peces.

Un examen del estado de la flota internacional activa en 1970, por país, junto con los cambios ocurridos en la flota el año anterior y algunos adelantos para el futuro se discuten más adelante.

Canada—Esta flota aumentó sobre la de 1969 por un barco cerquero de la Clase 4 y dos de la Clase 6. Estos barcos se encuentran basados en las

costas este y oeste del Canadá. Dos cerqueros de las Clase 5 están con base en el Perú. Además, en 1970 dos cerqueros de la Clase 6 de la flota tropical atunera del Canadá fueron reacondicionados para aumentar su capacidad de pesca. No se espera ningún cambio importante en el tamaño de la flota (ocho barcos actualmente) en un futuro inmediato.

Costa Rica—En los últimos años Costa Rica tuvo un clíper de la Clase 3 que se había empleado principalmente para el transporte de atunes del Ecuador a Costa Rica. Pescó por un corto período de tiempo en 1970 y lo retiraron del servicio activo. Más tarde durante el año, dos cerqueros de los E.U. (Clase 4 y 5), el *Ranger* y *Cape Ann* fueron transferidos a Costa Rica con bandera de este país, y trabajarán fuera de Puntarenas, Costa Rica, en 1971. Costa Rica planea construir en sus astilleros dos barcos modernos de casco de madera de la Clase 2 los cuales serán acondicionados para pescar tanto atunes como sardinas. Este reforzamiento de la flota costarricense facilitará la operación del enlatado en este país sin tener que depender tanto de las compras de atún de barcos extranjeros.

Colombia—La flota está compuesta de un pequeño número de canoas y clípers que hacen viajes diarios; no se conoce el número exacto y por eso esta flota no está incluida en la Tabla 5. Basados en los registros de los desembarques de atún en Colombia, puede decirse que esta flota no es grande. Por lo menos hubo dos pequeños clípers ecuatorianos basados en Colombia durante una parte del año en 1970.

Ecuador—No hubo un aumento mayor en el número de clípers de la Clase 1 y en las bolicheras durante 1970. Sin embargo, cuatro cerqueros de la Clase 2 (*Intrépido*, *Magdalena*, *Perla del Pacífico* y *Pacífico del Sur*) fueron agregados durante el año, como también fue el *Garrido I*, un nuevo cerquero con bandera nacional de España, de la Clase 6.

El desarrollo progresivo de la flota es evidente por lo siguiente: el cerquero *Dolores M.* de bandera estadounidense de la Clase 3 fue basado en el Ecuador en diciembre de 1970; el proyecto de construir en Manta y Guayaquil, cinco cerqueros y un clíper (Clases 2 y 3); la propuesta de construir en astilleros extranjeros en 1971, cuatro cerqueros de la Clase 3 de los 12 planeados bajo el préstamo del Banco Mundial concedido al Ecuador en 1968; y la intención de construir, también en el extranjero, por lo menos 15 cerqueros de la Clase 3 para pescar atún.

Japón—La participación japonesa en la pesca de superficie en el Pacífico oriental empezó en 1968 con un cerquero. A principios de 1969 había cuatro activos, y solo un cerquero (un barco de la Clase 4) pescó durante la temporada libre de pesca del aleta amarilla en 1970. Los japoneses planean emplear un cerquero recientemente construido de la Clase 6 en el ARC en 1971.

Japón es el participante principal en la pesca subsuperficial palangrera de atún y peces espada en el Pacífico oriental tropical. El número máximo

de barcos palangreros que maniobraron en el ARC en 1 mes durante 1970 fue 39, una reducción de 16 del número máximo de barcos que maniobró en 1 mes durante el año anterior.

México—La flota cerquera de este país fue aumentada durante 1970 al adquirir dos cerqueros de la Clase 3 y dos de la Clase 4; estos barcos fueron comprados de la flota de los E.U. Tres de estos barcos pescaron bajo ambas banderas durante el año. Los barcos perdidos por hundimiento fueron: el clíper de la Clase 2, *St. Mary*, en mayo 1970, el clíper de las Clase 3, *Los Felix*, en octubre 1970, y el cerquero de la Clase 3, *Vikingo I*, en diciembre 1970. Como estos barcos realizaron por lo menos un viaje para pescar atún en 1970, se incluyen en la flota de este año, y su pérdida se reflejará en la tabulación de la flota de 1971.

Tres cerqueros nuevos de la Clase 5 y tres de la Clase 6 se están construyendo en astilleros españoles para México. Se espera que dos de estos barcos se unan a la flota a principios de 1971, y se espera que los otros seguirán a intervalos regulares.

Además, una nueva compañía mexicana, Industria Pesquera Integral S.A., proyecta entrar en la industria de atún en 1971. Los planes actuales son para la adquisición de por lo menos dos barcos atuneros.

Panamá—La flota atunera de Panamá, sin cambio alguno desde 1968, consistió en tres cerqueros de la Clase 6 durante 1970. Estos barcos tienen su base en el Perú.

Perú—No ha habido en los últimos años ningún barco con bandera nacional que pesque atún, pero Perú tiene operaciones de pesca en Paita y Coishco que en 1970 consistían de 10 cerqueros con banderas de los E.U., Canadá y Panamá. En 1970, el cerquero peruano de la Clase 4, *Naylamp*, fue agregado a la flota. El cerquero *May Queen*, mencionado más adelante, zozobró en 1970.

Los informes de prensa indican que los planes del Perú son de reforzar su flota pesquera en unos 264 barcos de todos los tipos. Entre éstos se encuentran seis cerqueros atuneros cada uno aproximadamente de 700 toneladas métricas de capacidad de acarreo.

España—Como se mencionó antes, el nuevo cerquero de la Clase 6, *Garrido I*, estuvo con base en el Ecuador en 1970. Otros dos cerqueros de la Clase 6 y dos nuevos de la Clase 2 y 3 pueden agregarse a la flota a principios de 1971.

Estados Unidos—Según se informó antes, esta flota es la más grande de todas las que maniobran en el ARC, pero ha disminuido algo con respecto a la capacidad total del acarreo de peces en la flota internacional en los últimos 3 años. Durante 1962-1967, la capacidad de la flota de los E.U. fluctuó aproximadamente del 87% a cerca del 90%, en 1968 estuvo cerca al 80%, en 1969 fue aproximadamente el 85% y en 1970 fue cerca del 83%.

Casi todos los barcos estadounidenses con bandera nacional se encuentran basados en los Estados Unidos y Puerto Rico. Los cambios en la composición de esta flota desde 1964 se sumarizan en la Tabla 6.

Los cambios principales de la flota basada en los E.U. en 1970 fueron: el clíper de la Clase 3, *Tropicana*, y los cerqueros de la Clase 4 y 6, *High Seas* y *Normandie*, zozobraron en marzo; el cerquero de la Clase 6, *Western Ace*, se hundió en diciembre; el cerquero de la Clase 4, *Aldebaran*, fue vendido en enero fuera de la pesquería, y el cerquero de la Clase 3, *Pacific Knight*, no estuvo activo. Como se mencionó anteriormente, dos cerqueros de la Clase 3, *Portuguesa* y *Lou Jean*, y dos cerqueros de la Clase 4, *Antoinette B.* y *Cape Falcon*, se vendieron a México durante el año. Además, como se anotó antes, a fines de 1970 los cerqueros de la Clase 4 y 5, *Ranger* y *Cape Ann*, se transfirieron a Costa Rica y están bajo la bandera de ese país.

El cerquero de la Clase 4, *May Queen*, de bandera de los E.U., basado en el Perú se incendió y zozobró en enero frente a Coishco, Perú.

En diciembre el cerquero de la Clase 3, *Dolores M.*, fue basado en el Ecuador y el cerquero de la Clase 5, *Azoreana*, fue reacondicionado para ser transferido al Ecuador en 1971 para maniobrar tanto como transportador y barco pesquero.

En 1970, por lo menos cuatro pequeños barcos arrastreros pescaron atún en el ARC y se espera un número mayor en actividad durante 1971.

Un total de 11 cerqueros nuevos de la Clase 6 fueron agregados a la flota de los E.U. durante el año. Estos fueron: *Anna Maria*, *Kathleen* y *Mary Antoinette* en enero; *Jacqueline A* en febrero; *Antonina C.* y *J.F. Kennedy* en marzo; *Polaris* y *Sea Queen* en junio; *Ocean Queen* en julio; y el *Quo Vadis* durante octubre. El *Captain Vincent Gann* inició su primer viaje de pesca en agosto frente al Africa, pero no participó en la pesca de atún en el POT durante 1970.

Basados en la información que nos fue posible obtener a principios de 1971, se tiene el plan de agregar 20 cerqueros nuevos de la Clase 6, incluyendo una capacidad de acarreo de unas 23,000 toneladas cortas a la flota atunera de los E.U. en 1971 y 1972. Entre éstos, el primero que fue agregado (en enero 1971) será el cerquero más grande que se haya construido jamás—el *Apollo*, de unas 1,800 toneladas cortas de capacidad de acarreo.

Varios otros países no tuvieron barcos que pescaran activamente atunes en el ARC durante 1970, pero sus actividades actuales y sus futuros planes merecen ser mencionados aquí. Tanto Honduras como El Salvador han indicado planes para unirse al desarrollo de la pesca de atún con otros países. Se informa que El Salvador tiene dos cerqueros de la Clase 6 bajo construcción y que tal vez ha de adquirir otros barcos más pequeños. Francia tiene el proyecto de pescar en el ARC en 1971 por lo menos con un cerquero de la Clase 6, el *Biscaya*. Cuba no ha pescado en el ARC desde 1967, cuando un barco palangrero realizó un viaje exploratorio de pesca en el Pacífico, pero se informa que está tratando activamente de adquirir nuevos barcos para la pesca de atún.

INVESTIGACION DURANTE EL AÑO CIVIL DE 1970**EXITO DE PESCA, ABUNDANCIA DE ATUNES
Y DINAMICA POBLACIONAL****Tendencias recientes en la captura por día standard de pesca**

La evaluación principal de la Comisión de la abundancia aparente de los atunes es la captura por día standard de pesca (CPDSP). La información para calcular la CPDSP se obtiene de los registros de los cuadernos de bitácora de la mayoría de los clípers y cerqueros que pescan atún en el Pacífico oriental. En los últimos años la mayor parte de la captura del aleta amarilla y barrilete ha sido lograda por los cerqueros, los cuales abarcan las áreas de pesca más completamente que los barcos de carnada o los palangreros. La CPDSP está influenciada hasta cierto punto por los cambios temporales y espaciales en la accesibilidad y vulnerabilidad de los peces pero no obstante es un indicador bastante razonable de la abundancia aparente.

La CPDSP del aleta amarilla y del barrilete por mes para 1960-1970 se presenta en las Figuras 4 y 5. Los datos se expresan en unidades standard de cerqueros (Clase 3 de tamaño). Durante 1966 hasta 1970, se usaron solamente los datos de viajes no reglamentados para calcular la CPDSP del aleta amarilla, ya que las reglamentaciones de esta especie estaban en vigor. Por lo tanto, la CPDSP del aleta amarilla no pudo evaluarse después de agosto en 1967 y 1968, y después de junio en 1969 y 1970. Los datos de los viajes tanto reglamentados como sin reglamentar fueron empleados para calcular la CPDSP del barrilete.

CPDSP del aleta amarilla

Según análisis anteriores se ha encontrado que la abundancia aparente del aleta amarilla en las áreas meridionales y septentrionales de las pesquerías es bastante similar, lo cual indica que los datos de las dos áreas pueden ser analizados en conjunto. La CPDSP del aleta amarilla en las dos áreas combinadas (Fig. 4) fue la más alta para el período de años indicado, a principios de 1960. Después de una fuerte explotación de pesca la CPDSP declinó agudamente a mediados de 1961 y continuó reduciéndose en 1962, cuando alcanzó el punto más bajo en la serie indicada de años. La CPDSP permaneció baja en 1963. En ese año la captura fue inferior al rendimiento de equilibrio, permitiendo que aumentara la existencia. Esto se reflejó en la CPDSP que aumentó fuertemente a principios de 1964. A mediados de 1964 la CPDSP regresó a un nivel que no sobrepasó mucho al de 1963. Durante 1966 hasta 1969 la CPDSP presentó una marcada fluctuación estacional, con un fuerte aumento a principios del año y una reducción a mediados del año. Hubo una tendencia ascendente en la CPDSP desde 1965 hasta 1968.

Como se ha observado en informes anuales anteriores, la eficiencia de la flota de cerqueros ha aumentado desde 1960, especialmente entre 1964

y 1966. Consecuentemente una parte del aumento en la CPDSP entre 1965 y 1969 puede atribuirse al desarrollo de la eficiencia de las artes, especialmente con respecto al porcentaje de lances con éxito, más bien que al aumento en el tamaño de las existencias. Debido a ésto hemos vuelto a calcular la CPDSP (línea a puntos, Fig. 4) empleando los factores de corrección deducidos de la razón de los lances con éxito y de los lances totales en cada año. La tendencia en la CPDSP ajustada es la misma que la de la CPDSP sin ajustar, pero la primera no presenta un aumento tan grande en la abundancia aparente entre 1965 y 1968 como esta última. La medida ajustada de la abundancia aparente para 1969 es ligeramente inferior que la de 1968, y para 1970 es ligeramente inferior que la de 1969. Las líneas horizontales a puntos indican los promedios anuales de estas líneas.

En años recientes, los datos para calcular la CPDSP solo fueron disponibles para la primera parte del año cuando no había restricción de pesca del aleta amarilla. Es evidente según la Figura 4 que esta es la parte del año en la que la abundancia aparente de esta especie es máxima. Consecuentemente, una evaluación de la CPDSP solo para la primera parte del año puede sobreestimar la abundancia. Por esta razón hemos calculado las capturas por unidad de esfuerzo respecto a los 4 primeros meses del año para cada año desde 1960. Estas se indican en el gráfico como líneas sólidas horizontales. Puede verse que esta evaluación de 4 meses de la CPDSP, con excepción de 1969 cuando cayó ligeramente por debajo de la CPDSP anual, es siempre superior a la CPDSP anual, especialmente antes de 1969 cuando fue considerablemente superior.

A fines de la década de 1950 y principios de la de 1960 cuando los cerqueros de la Clase 3 fueron establecidos como la clase standard de tamaño, la mayoría de la flota cerquera estaba formada por barcos de la Clase 3. Desde 1962 el número actual de barcos de la Clase 3 ha disminuido y forma solo una pequeña proporción de la flota total. Esto es también verdad en cuanto a los barcos de la Clase 4 y 5. Los barcos de la Clase 6 han aumentado marcadamente desde 1960, cuando no existían cerqueros de la Clase 6 en la flota. La siguiente tabla ilustra bien lo antedicho.

TONELADAS DE CAPACIDAD DE ACARREO
Clase de tamaño

Año	0-50 1	51-100 2	101-200 3	201-300 4	301-400 5	401 + 6	Total
1959	1	5	39	6	2		53
1960		4	43	23	12		82
1961		3	48	34	22	7	114
1962			33	36	25	9	103
1963			32	33	30	16	111
1964			29	34	28	20	111
1965			27	35	28	21	111
1966			22	32	28	20	102
1967			22	30	25	24	101
1968			22	28	24	30	104
1969			19	28	23	44	114
1970			17	23	21	55	117

A causa del cambio a barcos mucho más grandes, el personal ha estado examinando la posibilidad de cambiar la clase standard de tamaño a un tamaño mayor, que representaría mejor la flota. Esto implicaría el dividir los barcos de la clase 6 en subgrupos a causa de la gran distribución de tamaños incluido en este grupo (desde 401 toneladas hasta 2,000 toneladas). Sin embargo, debido a la tendencia hacia barcos más grandes, es necesario establecer primero la eficiencia relativa de los barcos más grandes. Como los análisis preliminares sugieren que un barco de unas 600-700 toneladas puede ser tan eficiente como los barcos de mayor tamaño, desde el punto de vista de la eficiencia en la captura, puede que este tamaño sea el mejor standard para escoger. Estos análisis preliminares sugieren también que cambiar el standard a una clase más grande no solo es más significativo en términos de representar la CPDSP actual en la flota, sino que las conclusiones actuales respecto a la dinámica del atún aleta amarilla no se alteraría al hacer ésto. Según se tenga más información con respecto a estas clases más grandes de tamaño, el análisis del personal será informado en términos de una clase de tamaño standard más grande de los barcos.

CPDSP del barrilete

La CPDSP del barrilete por cerqueros standardizados a la Clase 3 de tamaño, se presenta en la Figura 5, por meses, para 1960-1970. En el área al norte de los 15°N (recuadro superior, Fig. 5) la CPDSP típicamente es muy baja en la primera parte del año, ocurriendo los valores más altos a fines del verano o principios del otoño. En la mayoría de las series de años presentadas, la CPDSP ha sido menos de 4 toneladas. Sin embargo, en 1967, la CPDSP alcanzó casi 9 toneladas y fue excepcionalmente alta los últimos 8 meses del año. La CPDSP alcanzó 6 toneladas en octubre de 1968, pero a un nivel muy bajo de esfuerzo pesquero. En 1970 la CPDSP fue inusitadamente alta en octubre y noviembre, pero, nuevamente fue a un nivel bajo del esfuerzo de pesca.

La CPDSP para el barrilete en el área al sur de los 15°N se presenta en el recuadro medio de la Figura 5. Al sur ha habido un patrón estacional inferior de fluctuación que en el norte, aunque los altos valores de la CPDSP tienden a ocurrir a mediados del año. La abundancia aparente fue baja en 1960 y 1961, y fue excepcionalmente alta en 1963 y 1967. En 1968, 1969 y 1970 la CPDSP ha indicado una reducción constante de los altos valores en 1967. En 1970 la CPDSP fue la más baja en cualquier año de la serie de 11 años.

Las fluctuaciones de la abundancia aparente en toda el ARC (recuadro inferior Fig. 5) se ajusta bastante bien, en la mayoría de los años, a las del área meridional debido a que la captura allí, por lo general, es muy superior a la del norte. La CPDSP fue baja en 1960 y 1961 y alcanzó su máximo en 1963 y 1967. A fines de 1970 hubo muy poco esfuerzo de pesca en el área meridional y, consecuentemente, la CPDSP para toda el ARC

es casi idéntica a la CPDSP del área septentrional. Sobre una base anual la abundancia aparente del barrilete en 1970, fue la más baja desde 1961.

Estudios sobre la eficiencia de los barcos rederos

El propósito de este estudio es desarrollar una metodología para permitir la evaluación continua de la abundancia del atún en las áreas históricas de pesca y en las áreas recientemente explotadas en el Océano Pacífico oriental. La información utilizable, provista por el sistema de los cuadernos de bitácora de la Comisión se está empleando en este estudio, el cual contribuirá finalmente a la evaluación de la cuota del atún aleta amarilla.

El enfoque que se ha escogido refleja la dificultad que hay si se utiliza el procedimiento usual de ajustar la captura por esfuerzo a algún tipo referido de barco. En la pesca atunera parece que toda la flota desarrolló casi uniformemente técnicas y equipo que hacen que los barcos sean más eficaces en la pesca de atún. La velocidad de navegación de los barcos ha aumentado. El tiempo que se gasta en calar la red, halar los peces a bordo y recobrar la red ha disminuido. La probabilidad de calar la red con éxito en un cardumen de atún vigiado ha aumentado con los años. Finalmente existe una buena razón para sospechar que de las caladas con éxito ha aumentado la proporción capturada de cada cardumen. Todos estos factores tienden a producir inflación en la captura por día (el índice de la abundancia), produciendo recientemente (en relación a índices anteriores) índices sesgados ascendentes.

El procedimiento y la exposición razonada de la metodología de la Comisión se indica de la siguiente manera. Se ha indicado que la pesca con redes de cerco podía conceptuarse como un semiproceso estocástico de Markov. Un cerquero puede visualizarse en una de varias etapas a cualquier momento durante el día. Sí, como se indica más tarde, se supone que se están pescando cuatro tipos de cardúmenes, entonces un cerquero está en una de las nueve fases en cualquier momento del día: explorando, realizando un calado con éxito sobre uno de los tipos de cardúmenes, o en una calada sin éxito sobre un tipo de cardúmen. El barco cerquero gasta un intervalo aleatorio de tiempo en cualquier fase en la que entra, dependiendo la distribución en la etapa. La semiteoría de Markov permite el cálculo del número esperado de entradas dentro de cualquier etapa desde el conocimiento del tiempo promedio de espera en las etapas (y sus varianzas las cuales son menos importantes) y las probabilidades de transición entre las etapas. Estos períodos de espera y las probabilidades de transición se encuentran determinados en la práctica según los registros de los cuadernos de bitácora (en el caso de los períodos de espera en las etapas de las caladas o lances), consideraciones teóricas (en el caso de la fase de exploración), y densidades relativas, cardúmenes/área (para las probabilidades de transición de la fase de exploración). Otras probabilidades de transición adquieren valores obvios (0 o 1) o no se conocen. En este último caso, se

planean análisis de sensibilidad para parámetros no estimables. El número esperado de entradas en una calada con éxito durante el día, cuando se gradúa mediante el promedio de captura por calada, es la medida familiar del éxito de pesca, es decir la media de captura por día.

Por otra parte, si se dispone de estimaciones de la media del número de caladas con éxito por día para cada tipo de cardumen, probabilidades de las caladas con éxito, períodos de espera durante las fases de las caladas, área explorada, y de los valores supuestos del resto de las probabilidades de transición, podría resolverse la serie de ecuaciones, en las que se relaciona el número esperado de entradas en las etapas de la calada con éxito con otras variables, respecto a las densidades de los cardúmenes. (Se obtienen actualmente los índices de las densidades de los cardúmenes que son proporcionales a las densidades de los cardúmenes de los cuatro tipos. La razón por la cual no se pueden determinar las densidades absolutas es la falta de conocimiento respecto a la anchura de la trayectoria de exploración de un cerquero).

Si se gradúan los índices de los números de cardúmenes de cada tipo por las cantidades promedio de atún aleta amarilla y barrilete en los tipos (o una medida proporcional a las cantidades) y se suman a través de los tipos, se obtienen los índices de las densidades de la biomasa del aleta amarilla y barrilete en la región que está bajo consideración.

La unidad básica de muestreo empleada hasta ahora en este estudio por la cual se han calculado los índices de densidad del aleta amarilla y barrilete, es la porción pescada en un cuadrado de 5° , durante un mes. Es importante determinar inmediatamente los escaladores aproximados con los cuales ajustar la información de la captura observada por día conforme la variación del poder de pesca dentro de la flota en el mismo año y según los cambios muy evidentes en el poder de pesca de la flota cerquera desde fines de la década de 1950.

Las observaciones por las cuales se guía la Comisión consisten en un arreglo de la información incluyendo entre otras cosas la hora y lugar en los que el barco pescó, el número de caladas realizado (dividido entre varias categorías de cardúmenes atuneros), éxito o fracaso de las caladas, tiempo necesario para completar las caladas, y peso de la captura por especies en caladas con éxito. (No es necesario decir que no se dispone de toda esta información para cada barco cada día). Se estratifican las observaciones por mes y áreas de 5° , la estratificación más fina practicable para la base de todos los datos. Para cada estratificación se han estimado desde 1961 hasta 1969 las probabilidades de capturar con éxito cardúmenes vigiados de atunes de los cuatro tipos, tiempo necesario para completar las caladas, fracciones relativas de cardúmenes capturadas entre las clases de tamaño de los barcos y velocidad de navegación de los barcos. Utilizando estos datos, junto con el modelo cerquero, se han calculado los índices de la biomasa del aleta amarilla y barrilete en la región pescada de cada cuadrado

de 5° para cada mes en que los datos son adecuados. (Los datos actualmente son adecuados respecto a una gran porción del total de los estratos de los cuadrados de 5° y meses cada año).

El primer paso con estos índices es compararlos con la medida usual, captura por día de pesca. Con este fin los datos por año y clase de tamaño del barco han sido estratificados. Se han preparado los gráficos que indican las relaciones proporcionales entre los índices y la captura por día. Entre mayor sea la eficiencia de la categoría de los barcos, tanto más pequeña es la pendiente de la relación entre el índice computado (considerado la variable dependiente) y la captura por día (la variable independiente).

Los coeficientes de la inclinación contienen la información conocida referente a la eficiencia de la flota atunera y de su efecto en la captura por día. Por lo tanto es posible cuantificar ahora estos efectos, y la exposición razonada para hacerlo puede discutirse con la ayuda de la Figura 6. Si las relaciones promedio de una clase determinada de tamaño en dos años, digamos 1961 y 1969, son como se indican en la figura, entonces como los índices de la biomasa son en teoría aproximadamente proporcionales a la biomasa, se puede ajustar la captura por día para que sea proporcional a la densidad de la biomasa. Es necesario escoger un año como base, digamos 1961, en este ejemplo. Luego según la figura, si la captura por día en 1961 fue de 5 toneladas, la captura por día en 1969 con la eficiencia de 1961 sería $2.5 = (\text{gradiente de 1969/gradiente de 1961}) \times (\text{captura por día de 1961})$. La idea puede extenderse fácilmente a la situación actual de varias clases de tamaño y varios años. Para hacerlo solo se necesita escoger una combinación base de año-clase de tamaño y ajustar la información de la captura por día al nivel referido de eficiencia.

Siguiendo este esquema el personal científico está actualmente estimando de nuevo los factores standard de eficiencia. Después de este análisis, si tiene éxito, se analizarán los índices de la biomasa para tratar de ajustarlos para tomar en cuenta el área sobre la cual se ha extendido la pesca en los últimos años.

Índices de concentración

El índice de concentración es la razón de la captura por unidad de esfuerzo no ponderada (captura total registrada dividida por el esfuerzo total registrado) y la captura por unidad de esfuerzo ponderada (la suma de la captura por unidad de esfuerzo en todas las áreas explotadas de 1 grado dividida por el número de áreas explotadas de 1 grado). Indica el grado en el que los barcos pesqueros concentran su esfuerzo en áreas en las que la abundancia aparente de atunes es mayor al promedio. Valores superiores a uno indican que la flota está ejerciendo más esfuerzo en áreas en las que la abundancia aparente es mayor al promedio; los valores inferiores a uno indican lo contrario y el valor de uno indica que la flota está distribuyendo su esfuerzo entre áreas de una manera más o menos aleato-

ria. Las fluctuaciones en el índice de concentración han sido informadas en tres boletines de la Comisión y en informes anuales anteriores.

El Dr. B. J. Rothschild de la Universidad de Washington y el Dr. D. S. Robson de Cornell University han sugerido que el coeficiente de correlación entre el esfuerzo y la captura por unidad de esfuerzo (en áreas de 1 grado) es también un índice de concentración y que produciría más información que el índice empleado por la Comisión ya que se pueden aplicar pruebas estadísticas significativas a este índice. Los valores positivos del coeficiente de correlación indicarían que la flota está aplicando más esfuerzo en áreas en las que la abundancia de los peces es superior al promedio (comparable a los valores del índice de concentración de más de uno), los valores negativos indicarían que se está aplicando más esfuerzo en áreas en las que la abundancia es inferior al promedio (comparable a los valores del índice de concentración inferiores a uno) y los valores que no se diferencian significativamente de cero indicarían que se han seleccionado áreas de una manera aleatoria (comparable al valor de uno para el índice de concentración).

Para una primera comparación de los dos índices, fueron examinados los datos de captura y esfuerzo de 1965, el último año de pesca irrestricta del aleta amarilla. Con el fin de que el coeficiente de correlación fuera significativo, las dos variables, esfuerzo y captura por unidad de esfuerzo, deben producirse de una distribución normal de dos variables. El examen de los datos indicó que ambas variables eran altamente asimétricas a favor de los valores más pequeños. Consecuentemente se aplicó una transformación log-log para normalizar los datos. Los valores de la captura por unidad de esfuerzo que se emplearon fueron deducidos de capturas combinadas de aleta amarilla y barrilete debido a que la serie de datos contenía menos valores de cero y en cierta forma se encontraban más normalmente distribuidas que las capturas por unidad de esfuerzo de una u otra especie calculadas separadamente.

Los valores para los cuatro trimestres de 1965 correspondientes a los dos índices de concentración se presentan más adelante. Todos los coeficientes de correlación son positivos y significativos al nivel de confianza del 99 por ciento.

<u>Trimestre</u>	<u>N</u>	<u>Índice de concentración</u>	<u>Coefficiente de correlación</u>
1	142	1.41	.526
2	144	1.47	.450
3	69	1.70	.580
4	139	1.24	.367

Los valores más altos y más bajos de los dos índices ocurren en el tercer y cuarto trimestres respectivamente, sin embargo, en los otros dos trimestres la secuencia esperada es invertida. Ambos índices en todos los trimestres indican que los barcos pesqueros concentraron relativamente más su esfuerzo en áreas en donde la abundancia aparente fue superior al promedio. La comparación de los dos índices sobre una serie cronológica de varios años se realizará en el futuro.

Variaciones de los índices anuales de la abundancia del barrilete

Las concentraciones de las larvas de barrilete en el Pacífico central entre los 10°N y 10°S y entre los 180°W y 130°W son superiores durante los meses en los que el agua superficial es más cálida. Según esto se puede suponer que el desove, o supervivencia de las larvas, o ambos, son superiores en años cálidos que en años fríos, lo que a la vez, puede resultar en fluctuaciones en la fuerza de la generación del mismo año, reflejada por los índices de abundancia en las pescas del Pacífico oriental algún tiempo después. Al observar que dos de los mejores años de pesca del barrilete, 1959 y 1967, fueron precedidos por años cálidos, los coeficientes de correlación fueron calculados para encontrar desviaciones en los índices de abundancia del barrilete y desviaciones en la temperatura superficial a lo largo del ecuador entre los 180° y 130°W. La captura total y la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) se corrigieron parcialmente para las tendencias a largo plazo, debidas aparentemente a los cambios en la eficiencia y a la explotación de nuevas áreas, mediante la extrapolación de las curvas suavizadas a través de las medias móviles de 8 años, luego se calculó la desviación de las razones anuales. La razón de las desviación es la desviación de la línea de la tendencia dividida por el valor de la tendencia en ese año particular. Se escogieron períodos de 8 años para las medias móviles a causa de que los datos sugieren un ciclo de abundancia de 4 años, y se pensó que al incluir dos de estos ciclos aparentes eliminaría las variaciones de corto plazo y revelaría las tendencias de largo plazo. La suposición básica de la exposición razonada de este método es que la abundancia promedio del barrilete permanece estable durante un período largo y cualesquiera tendencias son causadas por cambios en el alcance y eficiencia de la pesquería. A medida que se acumulan nuevos datos cada año, se grafica un punto adicional que representa la media móvil de los 8 años, y se ajusta y se hace una extrapolación de la nueva línea de la tendencia. Se escogió el ecuador para los datos de temperatura porque, debido a las fluctuaciones en la intensidad del afloramiento, se puede esperar que las variaciones estacionales y anuales sean máximas allí en relación a otras latitudes en las áreas de reproducción. Se supone que son las fluctuaciones de temperatura durante la temporada más fría que afectan más la magnitud de la temporada de desove o las condiciones para la supervivencia de las larvas. A lo largo del ecuador entre los 180° y 130°W los meses más fríos son desde noviembre hasta febrero así que las razones de desviación de los índices anuales de la abundancia del barrilete fueron probadas contra las desviaciones de la media de temperatura de la superficie del mar para noviembre-febrero aproximadamente año y medio antes, (es decir, las razones de desviación para la captura y la CPUE en 1967 fueron emparejadas con las desviaciones de temperatura desde noviembre 1965 hasta febrero 1966). Los barriletes entran en la pesca del Pacífico oriental aproximadamente cuando tienen 1½ años de edad.

Los tres índices de abundancia examinados fueron i) la razón de desviación de la captura total anual desde 1951 en adelante cuando por primera vez se dispuso de estadísticas confiables, ii) la razón de desviación de la CPUE combinada de los barcos de carnada y cerqueros desde 1951 en adelante, y iii) la razón de desviación de la CPUE de los cerqueros desde 1961 en adelante, cuando la pesca con redes de cerco llegó a ser el medio principal de pesca. Estos dos últimos índices están basados en datos de años con un mínimo de 13,000 días standardizados de pesca (DSP). Los datos de los clípers y cerqueros fueron combinados para obtener una medida preliminar de la abundancia aparente, además de aquella de la captura total, abarcando los 20 años de la pesquería desde 1951. La combinación de los datos de estos métodos tan desiguales, aunque altamente dudosos, tiene algún valor como índice de la abundancia ya que la media anual de la CPUE del barrilete para los dos métodos durante los años de su respectiva predominancia ha sido similar: la media anual de la CPUE de los clípers para 1951-60 fue 3.11 toneladas/DSP y la media anual de la CPUE de los cerqueros para 1961-70 fue 3.03 toneladas/DSP.

Las razones de desviación y las desviaciones de la temperatura se grafican en la Figura 7. La Tabla 8 presenta los resultados del análisis. Para las muestras con un pequeño número de observaciones tales como éstas (≤ 20 años) el coeficiente de correlación por rangos de Spearman (r_s) se considera más confiable y conservativo que el coeficiente de correlación producto-momento (r). Este último se presenta también ya que es el más familiar.

Para los índices de abundancia del barrilete hasta 1969 y los datos de temperatura aproximadamente un año y medio antes, r_s es significativo para dos de tres índices, y r es significativo para todos los tres índices de abundancia. Sin embargo, cuando se incluyen los datos preliminares para la captura y CPUE del barrilete durante 1970, y se prueban las desviaciones de las nuevas tendencias, r_s no es significativo para ninguno de los índices y r es significativo solamente para uno. Así que la hipótesis de que la abundancia anual del barrilete se relaciona a la temperatura superficial del mar en el Pacífico central tropical un año y medio antes, lo que ha sido apoyado por los resultados de los análisis de los datos del barrilete hasta 1969, parece inconsistente cuando se incluyan los datos preliminares de 1970.

Programas de cómputo

Se han escrito cuatro programas de cómputo durante 1970. El primero de éstos es un programa titulado LARVE que cuenta el número de larvas (siete especies) dentro de una serie de valores de temperatura (18 intervalos de temperatura) y calcula las medias aritméticas y las aproximaciones de las medias geométricas y armónicas. Los resultados de este programa se emplearán para examinar la relación entre la aparición de larvas y la temperatura superficial del mar (véase página).

Un segundo programa de cómputo titulado NDEEPB (N dependiente β) fue escrito como un medio en el empleo del diseño experimental generalizado de los estudios genéticos (discriminación de la población) de poblaciones móviles. Este programa produce estimaciones conservativas del tamaño de las muestras requeridas para llenar niveles significativos y de β , las que permitirán que se hagan declaraciones de relaciones de una manera efectiva y eficiente respecto a cualquier par de muestras. La discriminación de las poblaciones debe realizarse con información definitiva. Debe ser posible definir las diferencias de las muestras como también las similitudes relativas cuando no exhiban diferencias significativas.

Un tercer programa titulado CONTABLE (tabla de contingencia) fue desarrollado para facilitar el análisis de las relaciones de 2 por $n \times \chi^2$. Se concibió para probar las relaciones y similitud de los datos de frecuencia encontrados en estudios genéticos de la población.

El cuarto programa de cómputo titulado ABUNDANC (índices de la abundancia) fue escrito para leer la información de salida del programa de MEASURES (véase Informe Anual de 1969). Esta información de salida consiste de los índices de abundancia, el área en la que habitan el atún aleta amarilla y barrilete, el peso promedio de las caladas, la velocidad ponderada del barco, y la captura y el esfuerzo en días ejercido sobre ambas especies por área de 5° grados, mes y estrato de la clase de tamaño. El programa introduce los factores de potencia de lances por tipos de cardúmenes y calcula las estimaciones de la biomasa por el área de 5° grados, mes y estrato de la clase de tamaño. Este programa pondera luego estos índices por el esfuerzo de pesca y los compendia en términos de índices mensuales.

El programa hidrográfico de cómputo de la Comisión fue modificado mediante un aumento en el número de superficies de densidades incluido en la subrutina del análisis isentrópico. Se escribió también una subrutina del flujo geostrofico y se integró en el programa antes mencionado. Calcula la velocidad y el transporte en profundidades seleccionadas para estaciones hidrográficas apareadas.

Un programa desarrollado principalmente para procesar los datos de EASTROPAC fue modificado para funcionar con los datos de la cinta magnética o con tarjetas IBM. Se escribió un programa adicional que acepta la información de salida del programa anterior y traza un gráfico en el que se incluye la temperatura contra la profundidad, salinidad contra temperatura y temperatura contra las curvas de salinidad con la ayuda de un trazador Calcomp.

Todos los programas referentes a la captura y el esfuerzo de los cerqueros y clípers se modificaron para aceptar los datos directamente de las tarjetas IBM para evitar la transferencia de datos de las tarjetas a cinta magnética. Esto ha simplificado grandemente y aumentado la eficiencia de los programas cuando las series de datos tienen menos de 5000 a 6000

tarjetas. Para series más grandes de datos se ha conservado la versión original de los programas. Estos programas de captura y esfuerzo fueron también ampliados para incluir las estadísticas de captura y esfuerzo de cualquier parte del mundo en vez de limitarlos al Océano Pacífico oriental.

Finalmente, el programa de la Comisión CIAT C04 fue ampliado para recibir los datos de 14 naciones en vez de 10.

ESTADISTICAS VITALES, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y MIGRACIONES

Composición de talla de la captura comercial en 1970

Las muestras frecuencia-talla del atún aleta amarilla y barrilete han sido obtenidas por miembros del personal de la Comisión de desembarques comerciales de los clípers y cerqueros desde 1954. La información adquirida de estas muestras se ha empleado para hacer las estimaciones de crecimiento, mortalidad, rendimiento por recluta y fuerza de la generación del mismo año. Los resultados de estos estudios han sido informados en varios boletines de la Comisión y en informes anuales anteriores.

En 1970, se obtuvo un total de 330 muestras talla-frecuencia del atún aleta amarilla y 192 muestras de barrilete de capturas descargadas en California, Puerto Rico y Perú. La distribución anual frecuencia-talla del aleta amarilla de todas las muestras colectadas en el ARC para los años 1966-1970 se presentan en la Figura 8. Las distribuciones se expresan como porcentaje y son suavizadas por un promedio móvil de tres intervalos de talla dándole un peso doble al intervalo del medio. La estimación preliminar del peso promedio del aleta amarilla capturado en el ARC en 1970 es de 32.2 libras. Esta cifra es aproximadamente 3 libras más del peso promedio en 1969 y 2 libras más del peso promedio en 1968.

En 1970, como en 1969, se obtuvieron capturas substanciales de aleta amarilla en el Pacífico oriental al oeste del límite del ARC. Se evaluaron 49 muestras de aleta amarilla y 29 muestras de barrilete de peces capturados en esta área. La distribución frecuencia-talla del aleta amarilla obtenido fuera del ARC se presenta en el recuadro inferior de la Figura 9. En los otros dos recuadros de la Figura 9 se indican las distribuciones frecuencia-longitud del aleta amarilla obtenido en el ARC entre los 5°N y 20°N (excluyendo las Islas Revillagigedo). Esta área está aproximadamente en la misma latitud que el área de pesca al oeste del límite del ARC. El recuadro superior presenta la distribución de talla del aleta amarilla capturado cerca al litoral (unas 200 millas de la costa) y el recuadro del medio presenta la distribución de talla de esta especie obtenida fuera de la costa (desde unas 200 millas de la costa hasta el límite del ARC). Parece que estén presentes los mismo grupos de edad en todas las tres distribuciones pero en proporciones variadas; los peces más grandes son relativamente más numerosos a medida que aumenta la distancia de la costa. El peso promedio es de 30.6 libras para el área central cerca a la costa, 45.6 libras

para el área central fuera de la costa y 67.9 libras para el área al oeste del límite del ARC.

El aumento en la talla promedio del aleta amarilla a medida que aumenta la distancia de la costa también ocurrió en 1968 y 1969. En 1969 el peso promedio de esta especie en el área central cerca a la costa, fuera de la costa y al oeste del ARC fue de 49.2, 53.7 y 58.6 libras respectivamente. En 1968, el peso promedio para los grupos de cerca a la costa y fuera de la costa del área central fue de 28.8 libras y 49.1 libras respectivamente.

Estudios morfométricos

El estudio de las medidas de la forma del cuerpo es una de las técnicas empleadas en la posible identificación de las unidades poblacionales de los atunes. Debido a que se realizaron los estudios anteriores a través de un extenso estrato de tiempo, se reconoció la necesidad de reexaminar las conclusiones sobre la estructura de la población, basadas en métodos de muestreo más confiables. Por lo tanto en 1969, la Comisión volvió a restaurar los estudios morfométricos sobre el atún aleta amarilla y se realizó algún muestreo en el mar. En 1970, se llevó a cabo una cantidad considerable de trabajo; se estableció una definición de las características más apropiadas que debían ser evaluadas, se definió el tamaño de la muestra, se estableció la variabilidad entre las técnicas y calibradores individuales, y se desarrolló un programa de muestreo el cual indica el número de muestras y las localidades en las que se obtienen las muestras. De julio a octubre de 1970, se obtuvieron 15 muestras (en los últimos 3 meses del año se redujo grandemente la accesibilidad de las muestras debido a las restricciones de pesca sobre el atún aleta amarilla). Se proyecta continuar con el muestreo en 1971.

Estudios serológicos

El personal el año pasado continuó concentrando su principal esfuerzo en el ramo serológico de investigación en la identificación y descripción de sistemas hereditarios proteínicos en la sangre y otros tejidos del atún aleta amarilla. Esta búsqueda de polimorfismos genéticamente determinados dentro de los tejidos del aleta amarilla ha resultado en el uso de dos sistemas bien definidos y en el descubrimiento de dos sistemas aparentemente inservibles. Los sistemas que han de emplearse son los métodos de transferrina y esterasa encontrados en el suero. El polimorfismo aparente de las enzimas del glutanado deshidrogenasa necesita un análisis completo bioquímico para comprender completamente su relación. Como esta es una labor muy compleja y costosa, se tienen pocas esperanzas de que pueda realizarse en el laboratorio de la Comisión. El sistema del lactato deshidrogenasa de los glóbulos rojos tiene la misma complejidad y aunque de interés genético, probablemente no se empleará respecto a la discriminación poblacional hasta que no se tengan medios mucho más sofisticados.

Un sistema recientemente encontrado de esterasa, que es potencialmente útil, ha de investigarse aún completamente y se realizará un examen ciudadano en 1971.

Además del problema importante de definir los sistemas genéticos referentes a la discriminación entre las subpoblaciones de atún, el problema del grado y magnitud del muestreo es importante en cuanto a cualquier resultado que pueda obtenerse respecto a la presencia o ausencia de posibles diferencias. A lo largo de estas líneas el personal ha formulado un diseño experimental para un método general que sirve en la diferenciación poblacional. Basados en un formato tabulador que incluye todas las variables conocidas, y las estimaciones de las variables "solamente observadas," se ha desarrollado un programa conservativo que define los parámetros el cual fijará los límites del tamaño mínimo de la muestra bajo condiciones determinadas. Estas condiciones incluyen la frecuencia de alternativas genéticas dentro de una amplia muestra de referencia. Después de obtener y analizar aproximadamente 2000 individuos del mismo estrato tiempo-área, debería ser posible determinar los requisitos óptimos de la muestra para el análisis discriminatorio de animales separados en tiempo y en espacio.

El muestreo se inició este año junto con tres cruceros de marcación. Se colectó un total de 2990 muestras desde agosto hasta diciembre 1970. De éstas, 2,360 fueron obtenidas dentro del ARC (601 cerca a los 10°N) y 520 a lo largo de los 10°N fuera del ARC. En noviembre 1969 se obtuvieron aproximadamente 400 muestras en o cerca a los 10°N dentro del ARC. El análisis de los datos se está realizando actualmente. Virtualmente no se ha hecho ningún muestreo al sur de los 7°N.

Marcación de atún

Experimentos de marcación

Debido al incremento agudo en la intensidad de pesca 500 a 1,500 millas fuera de la costa en años recientes, principalmente entre el ecuador y los 15°N, y la necesidad consiguiente de conocer el grado de mezcla entre los peces que viven cerca a la costa y fuera de la costa, se ha dado más énfasis a la marcación en 1969 y 1970 que en años anteriores. Se realizaron dos cruceros fletados, uno en el clíper *Mary Carmen* y el otro en el cerquero *Connie Jean*, durante octubre-noviembre 1969. Los principales objetivos de estos cruceros fueron: (1) liberar atunes aleta amarilla marcados desde un clíper y un cerquero que estuvieran pescando al mismo tiempo y tan cerca el uno del otro como fuera posible en aguas cercanas a la costa frente al litoral mexicano para comparar los índices de retorno de peces marcados liberados en los dos tipos de barcos; (2) intentar liberar aletas amarilla desde un clíper y un cerquero que estuvieran pescando al mismo tiempo y tan cerca el uno del otro como fuera posible en aguas fuera de la costa al oeste de una línea entre las Islas Revillagigedo y las Islas Galápagos para ver si los peces podrían ser capturados para la marcación fuera de la costa

por el clíper que estaba pescando ya sea solo o en cooperación con el cerquero; (3) liberar cantidades substanciales de aleta amarilla marcado tanto cerca de la costa como lejos de ella, preferiblemente dentro del área reglamentaria de la Comisión (ARC), para determinar la cantidad de mezcla, si es que existe alguna, entre los peces de estas dos áreas; (4) mejorar los métodos existentes y/o desarrollar otros mejores para el marcado desde un cerquero (fletado o sin fletar).

Las liberaciones y los retornos hasta fines de 1970 respecto a estos experimentos son como sigue:

<u>Area de liberación</u>	<u>Atún aleta amarilla</u>		<u>Barrilete</u>	
	<u>liberado</u>	<u>retornado</u>	<u>liberado</u>	<u>retornado</u>
Crucero 1054 (clíper)				
Costa mexicana	28	5	0	0
Isla Clipperton	100	5	231	27
Islas Revillagigedo	215	86	206	20
TOTAL	343	96	437	47
Crucero 1055 (cerquero)				
Cabo Corrientes	436	49	1	0
Acapulco	4,736	429	29	0
10°N-100°W	1,714	98	5	0
10°N-108°W	1,637	85	195	0
TOTAL	8,523	661	230	0

No se logró bien el primer objetivo, ya que solo se liberaron 28 atunes aleta amarilla cerca al litoral de la costa mexicana en el clíper. El índice de retorno de estos peces fue 17.9%, comparado al 9.2% de los peces marcados liberados por el cerquero. Sin embargo, si se consideran solamente los peces liberados durante los primeros 10 minutos del marcado durante cada lance respecto al cerquero, los índices de retorno para las dos artes son casi iguales.

No se logró llevar a cabo el segundo objetivo, ya que el clíper no pudo capturar aleta amarilla fuera de la costa excepto cerca a las islas.

El tercer objetivo se realizó con éxito, como puede verse por las cantidades de aleta amarilla marcado y liberado en la tabla anterior y en las Figuras 10 a la 13. En estas figuras las áreas de 1 grado demarcadas fuertemente son las áreas en las que se liberaron los peces marcados, mientras que las cifras representan las cantidades de retornos de peces marcados en las áreas correspondientes de 1 grado de estas liberaciones. Los peces marcados en el cerquero se desplazaron a distancias considerables, tanto al noroeste como al sudeste a lo largo de la línea de la costa y de cerca al litoral a mar afuera y viceversa. Se recapturaron 8 peces fuera del ARC. (Uno de éstos no se presenta en las Figuras 10-13 debido a que el área de recaptura de 1 grado no se conoce). Las áreas de recaptura se encuentran determinadas no solo por los desplazamientos de los peces, sino además por la distribución del esfuerzo de pesca; consecuentemente los

retornos de marcas por unidad de esfuerzo deberían examinarse. Las estimaciones preliminares de los retornos de marcas por unidad de esfuerzo correspondiente a los peces del Crucero 1055 durante el primer y segundo trimestres de 1970, han sido realizadas, y parece que los peces se encuentran distribuidos algo más lejos al sudeste durante el segundo trimestre. Cuando se disponga de los datos del esfuerzo y del retorno final de marcas, los datos serán sujetos a un análisis mucho más extenso.

El cuarto objetivo también fue logrado. Lo más importante, por supuesto, fue que se probó que los atunes aleta amarilla pueden liberarse en grandes números desde un cerquero y que los índices de supervivencia de estos peces son lo suficientemente altos para producir retornos en el orden del 5 al 10%. Se dedicó una considerable cantidad de esfuerzo a la evaluación de los métodos de marcación. Se mantuvo un récord del tiempo a intervalos de 10 minutos conforme los peces marcados eran liberados, y se encontró que los retornos fueron superiores respecto a los peces que estuvieron confinados menos tiempo y que disminuían gradualmente a medida que el tiempo de confinamiento aumentaba. Sin embargo, los retornos fueron logrados de peces confinados más de 1 hora. Se evaluaron también varias otras variables durante el curso de los experimentos.

La mayoría de los peces liberados tanto de los clípers como de los cerqueros fueron marcados doblemente, lo que permite estimar el índice de desprendimiento de las marcas. Cantidades considerables de peces marcados doblemente fueron liberados frente a Baja California en 1963, pero los resultados son de valor limitado debido a que la mayoría de las recapturas fueron efectuadas dentro de 60 días desde la liberación. En contraste, prácticamente todos los retornos de peces marcados, liberados en octubre-noviembre 1969 fueron de peces que estuvieron en libertad más de 60 días.

Los resultados de marcación del barrilete son también de considerable interés. Es significativo, desde luego, que no hubiera habido retornos de los 230 peces liberados desde el cerquero. La mayoría de las recapturas de los peces liberados cerca a la Isla Clipperton y a las Islas Revillagigedo se obtuvieron muy cerca de las localidades de liberación. Sin embargo, dos de los peces liberados cerca a la Isla Clipperton el 16 de noviembre, 1969, fueron recapturados cerca a las Islas del Hawai. El primero fue recapturado el 21 de julio y había crecido de 660 a 703 mm. El segundo fue recapturado el 8 de agosto y había crecido de 650 a 715 mm. Esto forma un total de 6 barriletes retornados del Océano Pacífico central desde que la Comisión del Atún empezó sus investigaciones de marcación. Un pez proveniente de Baja California, dos de las Islas Revillagigedo, y dos de la Isla Clipperton se desplazaron al Hawai, y uno de Baja California a la Isla Christmas. Los dos peces de Isla Clipperton son los primeros en haber sido recapturados después de haber estado menos de 1 año en libertad.

Se realizaron cinco cruceros adicionales en 1970. Tres de éstos fueron

cruceros en cerqueros fletados, conducidos con el fin de liberar atunes aleta amarilla marcados fuera del ARC y otros aleta amarilla dentro del ARC, especialmente más de 200 millas de la costa para obtener más información sobre el grado de mezcla de estos peces. Un crucero fue de oportunidad en un clíper; un empleado de la Comisión acompañó este barco en uno de sus viajes regulares de pesca al área de Cabo Corrientes-Islas Tres Marías. El propósito de este viaje fue el de complementar el escaso conocimiento de la Comisión sobre las migraciones del aleta amarilla y barrilete en esta área. El otro crucero fue realizado a bordo del *David Starr Jordan* del U.S. National Marine Fisheries Service, que se estaba usando para un estudio de la ecología del barrilete cerca al límite occidental del ARC. Un empleado de la Comisión estuvo a bordo de este crucero y marcó unos pocos peces además de sus otras labores.

Las liberaciones y los retornos hasta fines de 1970 fueron como sigue:

Area de liberación	Fechas	Atún aleta amarilla		Barrilete	
		liberados	retornados	liberados	retornados
Crucero 1056 (clíper <i>Invader</i>)	febrero				
Cabo Corrientes		667	111	7	2
Islas Tres Marías		109	16	142	3
TOTAL		776	127	149	5
Crucero 1057 (cerquero <i>Anne M.</i>)	junio-agosto				
Dentro del ARC		1,194	3	16	0
Fuera del ARC		870	44	293	0
TOTAL		2,064	47	309	0
Crucero 1058 (cerquero <i>Anne M.</i>)	set-nov.				
Dentro del ARC		796	7	47	0
Fuera del ARC		395	5	10	0
TOTAL		1,191	12	57	0
Crucero 1059 (cerquero <i>Marietta</i>)	oct.-dic.				
Dentro del ARC		2,065	2	1	0
Crucero 1060 (barco de investigación <i>David Starr Jordan</i>)	nov.-dic.				
Dentro del ARC		1	0	1	0
Fuera del ARC		3	0	31	0
TOTAL		4	0	32	0
Todos los cruceros					
Dentro del ARC		4,832	139	214	5
Fuera del ARC		1,268	50	334	0
TOTAL		6,100	189	548	5

Las áreas de 1 grado de liberación del aleta amarilla se presentan en la Figura 14.

La mayoría de los retornos de peces liberados en el área Cabo Corrientes-Islas Tres Marías fueron de peces recapturados cerca al área de liberación ya que hubo una fuerte pesca en el área de Cabo Corrientes cuando los peces fueron liberados.

La mayoría del esfuerzo de pesca para el aleta amarilla durante el último semestre de 1970 tuvo lugar por fuera del ARC, así que los resultados hasta la fecha del crucero 1057 al 1060 son mucho menos significativos de lo que irán a ser cuando se aplique más esfuerzo dentro del ARC (durante el primer semestre de 1971). Cuatro peces marcados liberados dentro del ARC han sido recapturados fuera de ella, y un pez liberado fuera del ARC fue recapturado dentro de esta área.

Un estudio en el que se discuten las migraciones de los aleta amarilla y barriletes marcados y liberados durante 1952-1964 fue publicado en la serie de boletines de la Comisión. Se ha iniciado un estudio sobre la mortalidad del aleta amarilla según ha sido estimada de los resultados de los experimentos de marcación. Los experimentos conducidos frente a la costa occidental de Baja California durante 1957-1963 y en el Golfo de Guayaquil durante 1956-1962 forman la base para este estudio. Para este estudio es necesario tener una estimación del índice de desprendimiento de las marcas, por lo tanto se hará una nueva estimación de este índice, basado en los experimentos iniciados durante 1963, 1965 y 1969. Un examen preliminar de los datos indica que cerca del 7.6% de las marcas se desprenden poco tiempo después de liberar los peces (desprendimiento Tipo-1) y que luego el desprendimiento es exponencial (desprendimiento Tipo-2), pero más lentamente de lo estimado previamente.

Estudios de simulación de la computadora

Los experimentos de marcación se han usado extensivamente para estudiar las migraciones y mortalidad del atún aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental. Se considera que algunos nuevos métodos de estimación que se están desarrollando actualmente en la Comisión ofrecerán la oportunidad de obtener información más acertada acerca de las migraciones, mortalidad y abundancia de estas especies, especialmente para el atún aleta amarilla. Es muy costoso y se gasta mucho tiempo en determinar la cantidad y tipo de marcación, y el esfuerzo de recaptura necesario para obtener estimaciones confiables según los estudios experimentales actuales. La simulación mediante la computadora ha sido usada ampliamente en estos últimos años para investigar las propiedades de los procedimientos de la estimación y para desarrollar planes apropiados experimentales. El programa SIMTAG de la computadora fue desarrollado para simular el ciclo vital de los peces marcados. Otro programa, CATCHSIM, fue escrito especialmente para probar una nueva técnica de estimación que se está desarrollando. Ambos programas han sido escritos en FORTRAN IV. Ninguno de estos programas simuladores pretenden describir el comportamiento exacto de los peces en el mar; sin embargo

proveen un método bastante barato en planear los estudios de marcación. Suministran información acerca de la exactitud y precisión de las estimaciones e indican también cuantos peces marcados deben ser liberados, y cuando y como debe esto tomar lugar.

Los estudios preliminares indican que para obtener estimaciones significativas de migración, mortalidad y abundancia según los estudios de marcación del aleta amarilla es necesario marcar cantidades substanciales de peces simultáneamente en un número de áreas, ya sea varias veces durante un año o una vez al año durante un período de por lo menos 3 años. Se está desarrollando actualmente un estudio detallado de marcación con la ayuda del programa simulador CATCHSIM.

OTROS ASPECTOS DE LA BIOLOGIA ATUNERA

Programa larval del atún

Se ha iniciado un programa para poner en tarjetas de computo todos los datos de los arrastres cuyas capturas han sido examinadas para determinar la presencia de los atunes larvales más comunes. Las larvas de las cuales se trata son de aleta amarilla, aleta azul, patudo, albacora, barrilete, *Euthynnus* y *Auxis*. Los objetivos son la determinación de la abundancia aparente de larvas en relación a la temperatura, región, tiempo y avalúos de la abundancia de adultos de las pesquerías comerciales. Todos los datos disponibles de los arrastres en el Océano Pacífico y en los mares adyacentes serán incluidos. El programa eventualmente se extenderá para incluir todos los otros océanos y mares en los que estas larvas aparezcan. Los siguientes datos han sido perforados en las tarjetas: océano, país, crucero, estación, fecha, tiempo local, posición, temperatura superficial, tipo y duración del arrastre, volumen de agua filtrado (si ha sido medido), número de larvas de cada especie (incluyendo cero capturas) y referencias del origen de los datos. El programa de la computadora calcula las medidas de aparición y la tendencia central de cada especie por intervalos de 1°C. Hasta ahora se han perforado 5,200 tarjetas, representando el mismo número de arrastres de 53 cruceros en el Pacífico tropical.

La primera pasada en la computadora del programa larval de atún ha sido terminada y los resultados correspondientes al aleta amarilla y barrilete se presentan en la Tabla 9. Están basados en 1,149 arrastres apareados de 14 cruceros del B.I. *Shunyo-maru* en el Pacífico occidental. Los datos fueron obtenidos de referencias dadas al final de la Tabla 9. Para distribuciones de frecuencia tales como éstas, las medias geométricas y harmónicas tienen menos sesgo que la media aritmética. Las medias han sido calculadas de diferentes modos: i) basadas en todos los arrastres, incluyendo cero capturas (Programa A), e ii) basadas solo en arrastres con éxito, apareados (aquellos que tenían una o más larvas, Programa B). Las larvas del aleta amarilla fueron encontradas a temperaturas superficiales de 24°C hasta 31°C con concentraciones máximas a los 29°C para todos los arrastres

y a 28°C solo para arrastres con éxito. Se encontraron larvas de barrilete desde los 23°C a los 31°C con concentraciones máximas a los 30°C para todos los arrastres y a 29°C solo para arrastres con éxito.

Desove y primeros estadios del ciclo vital

El estudio del desove y de los primeros estadios del ciclo vital de los atunes fue uno de los proyectos de investigación que la Comisión emprendió después de su iniciación. Los estudios basados en el examen de las gónadas y la captura de atunes larvales y juveniles han provisto alguna luz no solo en el tiempo y área de desove sino también en otros aspectos de la ecología de las larvas y juveniles. No obstante queda mucho por aprender y esta Comisión, así como también otras organizaciones científicas, continúan su investigación en este ramo.

Durante el programa de EASTROPAC, se obtuvieron los peces larvales de 1800 muestras de zooplancton colectadas entre febrero 1967 y marzo 1968 de una extensa área en el Pacífico entre los 20°N y 20°S y entre la costa de las Américas y los 126°W. La identificación de atunes larvales capturados durante los cruceros de EASTROPAC está casi terminada. La distribución de las capturas de atún barrilete y melva obtenidos durante dos cruceros (abril-junio, 1967) aparecen en varios diagramas del ATLAS EASTROPAC recientemente publicado (National Marine Fisheries Service, Circular No. 330). Para ilustrar algunos de los hallazgos obtenidos mediante el estudio de las larvas de escómbridos colectadas durante los cruceros de EASTROPAC, se ha preparado la Figura 15 ilustrando la distribución del atún barrilete larval, *Katsuwonus pelamis*, durante los primeros 11 cruceros de los 15 del programa.

La literatura científica contiene un caudal de información sobre la biología general, ecología y cultivo de los primeros estadios del ciclo vital de los atunes y otros escómbridos. El informe más antiguo publicado sobre este tema se remonta al año 1880. En los años subsiguientes han aparecido unos 500 informes adicionales en varias revistas, libros, y medios similares. Para facilitar la obtención de esta información publicada, el Dr. W. J. Richards del National Marine Fisheries Service en Miami, y el Sr. W. L. Klawe de la Comisión, han preparado una bibliografía sobre el tema. Esta bibliografía enumera los informes sobre los primeros estadios del ciclo vital de los atunes y otros escómbridos publicados antes de 1971. Todas las entradas han sido catalogadas, comúnmente por especies, pero ocasionalmente por una unidad taxonómica más alta, y en cada unidad taxonómica las entradas han sido catalogadas por uno o más sujetos. Esta bibliografía será presentada para su publicación durante 1971.

Costumbres alimenticias de los atunes

En 1963 la Comisión publicó un extenso estudio (Boletín, Vol. 7, No. 5) de las costumbres alimenticias del atún aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental basado en cerca de 6,000 estómagos de atunes

examinados durante el período de julio 1957 a diciembre 1959. Durante este tiempo la mayoría de los atunes capturados en el Océano Pacífico oriental fueron capturados por clípers que pescaban a unas 200 millas de la costa. Desde 1960, han habido cambios radicales en las áreas de pesca y en los métodos. La mayoría de los atunes capturados en la superficie del Pacífico oriental son obtenidos por cerqueros que pescan tan lejos como a 1,800 millas o más de la costa.

En octubre 1969, el personal de la Comisión empezó a obtener muestras de estómagos de atunes de barcos que operaban en las áreas de pesca más recientemente explotadas fuera de la costa para determinar si las costumbres alimenticias de estos atunes se diferencian de los otros peces en áreas abarcadas en el estudio anterior. Hasta ahora se han muestreado unos 1,600 estómagos de aleta amarilla. La mayor parte de estos peces fueron capturados a lo largo de la banda de 10° entre los 0° y 10°N , desde los 96° a los 135°W , aunque algunos pocos provinieron de cerca a los 16°N , 108°W .

Un análisis preliminar fue realizado en dos grupos de muestras, uno cerca de los 8°N , 100°W , y el segundo aproximadamente a los 5°N , 135°W . Ambas áreas se encuentran lejos al oeste del área de pesca que existía en ese tiempo en que se realizó el estudio durante el período de 1957-1959.

En la primera de estas áreas, peces (principalmente *Auxis* y peces voladores) formaron cerca del 95% por volumen del contenido estomacal. Casi todo el resto estaba formado por calamares. Estas muestras se distinguen de aquellas de las otras áreas más cercanas (costa meridional de México y frente a Centroamérica) incluidas en un estudio anterior, en que las muestras del estudio actual les falta el gran componente de *Portunus* que se encontró en aguas más cercanas al litoral durante el estudio anterior.

El contenido estomacal de los atunes aleta amarilla de la segunda área (5°N , 135°W) son casi idénticos (es decir 96% peces, 3.5% calamares) a aquel de los de la primera área, pero parece que hay menos variedad de alimento en la segunda área.

OCEANOGRAFIA Y ECOLOGIA DE LOS TUNIDOS

Proyecto en el Golfo de Guayaquil

El análisis de los datos obtenidos durante el proyecto, ha continuado con la preparación de series cronológicas realizadas según los parámetros físicoquímicos y biológicos medidos en cuatro estaciones localizadas a través del golfo durante el período de 2 años y medio de operaciones experimentales. Las series cronológicas contienen 12 intervalos mensuales, representando cada mes el promedio de 2 o 3 meses de datos sobre el período de tiempo antes mencionado. Las series cronológicas proveen un cuadro más detallado de la aparición de características máximas y mínimas y de los índices de cambios que el que puede ofrecer el análisis de los datos para las temporadas de sequía y lluvia.

El ciclo anual de los valores medios mensuales de la temperatura superficial sigue el ciclo de desagüe del Río Guayas, el cual a su vez es producido por el ciclo anual de precipitación. El desagüe del río es mayor en febrero y menor en octubre. El agua superficial más caliente y fría en el estuario interior ocurre durante febrero y agosto, respectivamente. El estuario exterior sigue el mismo ciclo pero las temperaturas son cerca de 2.5°C más frías.

La salinidad superficial en el estuario interior exhibe una fluctuación inversa a la del ciclo del desagüe del río ocurriendo la salinidad más baja en abril y la más alta en noviembre. La salinidad mínima ocurre 1 o 2 meses más tarde al derrame máximo del río. Los cambios en la salinidad en el estuario exterior son mucho menos pronunciados, aunque ocurre un mínimo en febrero y un máximo alrededor de agosto.

Además del diseño de los diagramas en los que se presentan las variaciones mensuales, las medias de los valores mensuales fueron también correlacionadas nuevamente para determinar el significado de los desfases de tiempo entre los varios parámetros en el estuario interior y exterior y entre el estuario interior y exterior para las mismas propiedades. Cuando se correlaciona el desagüe del río con la salinidad superficial en el estuario interior, el desfase de salinidad del desagüe del río es de 1 mes (coeficiente de correlación $r = -.92$, $P < .5\%$). Una comparación del desagüe del río con la salinidad en el estuario exterior ($r = -.76$, $P = .5\%$) indica que la pauta de salinidad se desfasa por unos 11 meses después del derrame del río. La comparación del desagüe del río y del silicato disuelto ilustra un cambio más marcado. La correlación óptima ofrece $r = .85$ ($P < .5\%$) con 1 mes de desfase del silicato en el estuario interior. En el estuario exterior la correlación del silicato fue $r = -.33$ (P no significativo al 5%) para el desfase de 1 mes.

La circulación del agua en el golfo puede afectar marcadamente la distribución de importantes propiedades biológicas. Como no se realizaron mediciones de las corrientes del golfo durante la investigación original, se efectuó un crucero de reconocimiento junto con el Instituto Nacional de Pesca de Guayaquil en julio 1970 para obtener estos datos. Se realizaron mediciones directas de las corrientes superficiales y subsuperficiales en cada estación junto con observaciones hidrográficas relacionadas. En tres de las 18 estaciones se obtuvieron series cronológicas detalladas de las velocidades de las corrientes con un instrumento anclado por períodos hasta de 25 horas.

Aunque los períodos de muestreo fueron cortos debido a la limitación del tiempo disponible, los datos procesados suministraron un indicio importante del movimiento actual del agua en el golfo (Fig. 16). Durante el período del crucero la media del flujo a favor de la corriente fue de 24 cm/seg en el estuario interior, pero disminuyó aproximadamente a 12 cm/seg en el estuario exterior.

Cerca a la entrada del golfo la media de la corriente fue de unos 11 cm/seg. Los datos fueron analizados para determinar las características de las oscilaciones debido a que las medidas reflejaron la presencia de ambos, la media del movimiento y el movimiento periódico, como son las mareas. En el estuario interior en el extremo superior del canal Jambeli, además del desagüe promedio, se presentó en las mediciones de las corrientes un período de 3.25-3.50 horas. En el extremo inferior del canal el período de 3.25 horas fue más débil pero seguía presente. El movimiento semidiurno de la marea estuvo presente en las tres estaciones principales en las que se tenían correntómetros. Según una determinación de la amplitud de la marea de 12.5 horas, se estimó la media de la corriente de marea aproximadamente a 6 cm/seg. Como las corrientes actuales representan una combinación del derrame de los ríos, movimiento de mareas y corrientes misceláneas en el Golfo, la velocidad del agua puede exceder grandemente la velocidad proveniente de un solo origen en un tiempo determinado. Las corrientes resultantes en el golfo varían en tiempo y en espacio, y se puede esperar que alteren en grado considerable la distribución de los parámetros biológicos. Puede que las corrientes estacionales fuertes desempeñen un papel decisivo en la advección de importantes formas larvales dentro, fuera y alrededor del golfo.

Estudio de la interacción aire-mar

En base limitada ha continuado el trabajo en el estudio del intercambio de energía entre la atmósfera y las aguas cercanas superficiales del Océano Pacífico oriental. Los gráficos diseñados anteriormente del contenido de calor en los 25 m superiores han sido integrados por cuadrados de 5° para la región entre los 15°N-15°S y los 75°W-120°W con el fin de proveer un cuadro más detallado de las condiciones oceánicas durante el período de EASTROPAC. Los valores del contenido de calor en las zonas de los 0°-5°N y 0°-5°S se presentan como función del tiempo en la Figura 17. Es evidente un ciclo anual en el contenido de calor a ambos lados del ecuador pero los ciclos se encuentran fuera de fase durante varios meses. Con excepción de febrero-marzo 1967, el contenido de calor a lo largo de la zona de los 0°-5°S es inferior al de la zona al norte del ecuador. El desequilibrio para el período de 12 meses alcanza 25.17 kcal/cm² para la zona que se extiende desde los 85°W hasta los 120°W, o sea 3.88×10^{17} kcal para la franja zonal. La diferencia en el contenido de calor a través del ecuador se debe a la combinación de factores tales como la mayor influencia de la Corriente del Perú a lo largo de la zona de 0°-5°S, a la dirección de la corriente del viento y al grado de la cubierta de nebulosidad de nivel bajo a lo largo de la zona ecuatorial.

Las localidades más restrictas como el Domo de Costa Rica (5-10°N, 85°-90°W) son importantes porque la temperatura baja del agua aflorada tiende a estabilizar la masa de aire superior. Basados en los datos de EASTROPAC 1967-1968, el calor contenido en el Domo de Costa Rica

permaneció regularmente constante (una variación solamente de 1.0%) desde el invierno de 1967 hasta el siguiente. Sin embargo, en la vecindad del domo, el contenido de calor aumentó 9.5% o sea 5.16 kcal/cm² desde el invierno hasta el verano.

Proyecto "Little Window"

Se están desarrollando rápidamente nuevas técnicas de investigación en los ramos de oceanografía y meteorología, y los científicos de la Comisión han evaluado aquellos métodos que ofrecen la esperanza de facilitar las investigaciones de la Comisión. Hace ya varios años que el U.S. National Aeronautics and Space Administration (NASA) comenzó a lanzar satélites para investigar y desarrollar captadores (*sensors*) capaces de realizar investigaciones meteorológicas. Poco tiempo después el Environmental Science Services Administration (ESSA), ahora parte del U.S. National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA), se le encomendó la tarea de extender la investigación de NASA en un formato operacional. Los captadores a bordo de ambos satélites de NASA y NOAA han suministrado ya un caudal de información sobre las condiciones del tiempo (cubierta de nubes y temperaturas en las cimas de las nubes) a los meteorólogos. Debido a las similitudes entre la meteorología y oceanografía, se está prestando atención a la posibilidad de usar captadores a bordo de los satélites de NASA y NOAA para estudiar las temperaturas superficiales del mar y la meteorología marítima.

Debido al interés de la Comisión en la oceanografía pesquera, los científicos de esta organización fueron invitados a participar en un estudio colaborativo internacional de calibración, llamado Proyecto "Little Window." Los fines de este proyecto fueron de obtener información a través del interespacio aire-mar y de la troposfera para que así los captadores del radiómetro infrarrojo de alta resolución (High resolution infrared radiometer [HRIR]) a bordo de los satélites puedan ser calibrados y examinados en su resolución del área. Las operaciones experimentales tuvieron lugar el 15-21 de marzo 1970, en la parte baja del Golfo de California (Fig. 18). Toda la dirección científica del proyecto fue provista por el U.S. Oceanographic Office. El U.S. National Marine Fisheries Service suministró el barco de investigación *David Starr Jordan* y personal científico. La Comisión aportó personal científico y técnico, y se hizo responsable de la evaluación de los datos obtenidos por los barcos de investigación. El U.S. Weather Bureau (dependencia de NOAA) lanzó los globos aerostáticos meteorológicos (radiosondas), y procesó los datos. La marina mexicana aportó ayuda técnica en la forma de un barco y personal.

Entretanto, los científicos de la Comisión han procesado los datos hidrográficos, han diseñado gráficos de la temperatura y han terminado el análisis de los ascensos de la radiosonda. La evaluación general será terminada después de que se disponga de los datos del satélite en un formato conveniente para efectuar la comparación.

Expedición PIQUERO

Un oceanógrafo de la Comisión fue invitado a participar en la Expedición PIQUERO (véase Informe Anual de 1969). Manteniendo así la Comisión su interés en obtener más conocimiento sobre la oceanografía física y biológica del Océano Pacífico oriental. Desde el último informe anual, el Institute of Marine Resources del Scripps Institution of Oceanography (S.I.O.) ha publicado un informe de datos en el que se incluyen las observaciones físicas, químicas y biológicas obtenidas en la región costera frente al Perú. Esta expedición tuvo por objeto estudiar la productividad biológica y el movimiento relacionado del agua como parte del Programa Internacional Biológico. Durante las 4 semanas del crucero, se encontró agua con rumbo hacia el sur debajo de la superficie y ocasionalmente en la superficie, en la región entre los 10°30'S y los 15°30'S y a unas 100 millas de la costa. Basados en las medidas directas, la velocidad del agua se redujo en el norte de un máximo de unos 30 cm/seg a 7 cm/seg cerca de los 15°30'S. A los 50 m de profundidad o cerca, se encontraron comúnmente velocidades más altas de la subcorriente costera. Los científicos del S.I.O. y de esta Comisión están actualmente preparando manuscritos en los que se detalla la circulación costera y la variabilidad de la productividad biológica en la zona de afloramiento.

Después de terminar la investigación costera, el B.I. *Thomas Washington* continuó hacia el norte, al ecuador. Mediciones adicionales hidrográficas y de la corriente a través del ecuador suministró a la Comisión y a los oceanógrafos del S.I.O. la evidencia necesaria para verificar la hipótesis de que alguna parte de la subcorriente ecuatorial pasa alrededor de las Islas Galápagos hacia el sur antes de continuar más al este. Un manuscrito en este sujeto ha sido aceptado por una revista oceanográfica y será pronto publicado.

Atlas de la salinidad

El trabajo en el nuevo atlas de salinidad (véase para detalles Informe Anual de 1969) ha progresado con la adición en el archivo de unas 2,000 observaciones nuevas. Esta adición de las observaciones realizadas desde 1964, representa cerca del 30% del total de los nuevos datos disponibles. Los datos de salinidad obtenidos durante el Programa de EASTROPAC han sido incluidos en el archivo de datos y perfeccionarán el área cubierta del Pacífico oriental tropical. La determinación de las medias mensuales de salinidad empezarán después de que se ponga el archivo al día.

CONDICION DE LAS EXISTENCIAS DE ATUN EN 1970 Y PERSPECTIVAS PARA 1971

Atún aleta amarilla

En la reunión anual de 1968, la Comisión solicitó que sus investigadores presentaran nuevamente en la reunión anual de 1969, propuestas

específicas relativas a programas de pesca experimental para determinar empíricamente el rendimiento máximo sostenible (RMS) del atún aleta amarilla. Para cumplir con este requisito, los científicos presentaron esquemas alternativos de pesca experimental.

El esquema determinado, recomendado por el personal científico y aceptado por la Comisión, presentó una cuota de 120,000 toneladas cortas por año para que rigiera durante 1969, 1970 y 1971. Sin embargo, se acordó que si el promedio anual por día de pesca, calculado sobre una base anual, evaluado en unidades standard de cerqueros se reducía a menos de 3 toneladas cortas en cualquier época antes de la terminación del período de 3 años, la captura sería reducida con el fin de que correspondiera al nivel corriente del rendimiento sostenible de esa época.

La razón por la cual se selecciona un programa experimental de sobrepesca es la siguiente: mientras que el modelo usado por la Comisión en el análisis de los datos de captura y esfuerzo correspondientes a la reserva (stock) del atún aleta amarilla se ajusta a los datos bastante bien, en el sentido de explicar la variabilidad de las capturas observadas y de las capturas por unidad de esfuerzo, el análisis no prueba que el modelo sea correcto. El modelo es la hipótesis más razonable que ha podido ser desarrollado por los investigadores para explicar analíticamente el comportamiento de la pesquería y de la reserva. La razón fundamental al desarrollar el modelo es verdaderamente sólida, es decir, existe cierto índice óptimo de explotación en el que la reserva, cuando está en equilibrio con la pesquería, produce en promedio el máximo del rendimiento sostenible. Aunque la mayoría está de acuerdo con este concepto, existe alguna duda acerca de las estimaciones de los parámetros del modelo, especialmente en lo referente al RMS. Esto es más evidente aún en vista de ciertos factores de pesca que producen un efecto confuso sobre las estimaciones derivadas del modelo. Tales factores incluyen: (1) una reducción de la temporada (aproximadamente 12 meses antes de la reglamentación a unos 4 meses en 1970) durante la cual se dispone de una medida de la abundancia; (2) cambios en la eficiencia de los barcos pesqueros; (3) expansión de las áreas de pesca fuera de la costa; y (4) cambios en la composición de tamaño de la captura.

Una manera de determinar si las estimaciones de los parámetros del modelo son correctas, es pescar en exceso a propósito la reserva, y luego observar el curso de las capturas y de las capturas por unidad de esfuerzo de acuerdo al modelo. Sin embargo, la convención de la Comisión prescribe que los científicos hagan las recomendaciones para mantener las existencias a un nivel que pueda producir el RMS. Así que los científicos se encuentran enfrentados al dilema de recomendar la sobrepesca para poder descubrir mejor ese nivel, protegiendo al mismo tiempo la reserva (si verdaderamente las estimaciones de los parámetros o del modelo son reales). Por lo consiguiente el personal no puede sencillamente recomendar la sobrepesca

indiscriminada (es decir sin reglamentación) ya que tiene que llevar al máximo la probabilidad de que la reserva puede regresar a su nivel óptimo si verdaderamente hay una sobrepesca excesiva.

Con el objetivo en mente de una sobrepesca "a salvo," los científicos examinaron la historia anterior de pesca para determinar si había existido un período en el que había ocurrido sobrepesca y del cual la reserva se recuperó nuevamente. Tal experiencia produciría una confianza justificada de que la reserva no se encontraría en peligro en caso de una sobrepesca similar. Si los investigadores pueden pronosticar (basados en este concepto del rendimiento sostenible de la reserva) el curso futuro de la pesquería durante tal sobrepesca, entonces, deben disminuir las dudas relativas a las estimaciones actuales de los parámetros del modelo.

En esos años durante los cuales los cerqueros han sido el elemento dominante de la flota (1960 hasta el presente), los datos de la Comisión han indicado que la sobrepesca, seguida por la restauración, ocurrió durante el período de 1960 a 1962. La captura, y la captura por unidad de esfuerzo en esos tres años fueron los siguientes:

Año	Captura (toneladas cortas)	Captura por unidad de esfuerzo (toneladas/día de pesca)
1960	122,166	7.983
1961	115,443	4.827
1962	87,032	2.942

Basados en estas estadísticas los científicos recomendaron cuotas sucesivas de 120,000 toneladas cortas durante 3 años con la estipulación de que si la captura por día de pesca, medida en unidades standard de la Clase 3 de cerqueros se reducía a menos de 3.0 toneladas cortas, se clausuraría inmediatamente la pesca o se establecería una cuota inferior. La cuota inferior se basaría en la medida actual de abundancia de esa época y evitaría una captura superior al índice natural de aumento de la reserva a ese nivel de la población. Los investigadores de la Comisión pronosticaron según el modelo que con una cuota de 120,000 toneladas cortas, la captura por día standard de pesca (CPDSP) durante 1969, sería aproximadamente de 5 toneladas cortas y se reduciría a unas 4 toneladas durante 1970. Si durante 1971, se continúa la pesca en la misma proporción que en 1969 y 1970, la CPDSP se reduciría a 3.0 toneladas. Cuando llegue a este punto la pesca se reducirá de acuerdo a lo estipulado.

Si bajo la estrategia de pesca de unas 120,000 toneladas por año la CPDSP no cambia durante el período de 3 años, esto indicaría que la reserva está en equilibrio a dicho nivel. La cuota podría entonces aumentarse y la pesca continuaría al nuevo nivel durante otros 3 años de experimentación.

Asimismo, si después de pescar durante 3 años 120,000 toneladas cortas por año, se observa que la CPDSP está disminuyendo en forma reducida, entonces podría establecerse una cuota más alta y observarse la CPDSP a ese nivel durante 3 años. Por otra parte si la CPDSP disminuye progresivamente, esto significaría sobrepesca y sería necesario reducir las cuotas para restaurar las existencias a su nivel óptimo.

Se presenta en una sección anterior de este informe un examen detallado de las tendencias en la abundancia aparente del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, según ha sido determinado por la CPDSP de barcos cerqueros. Se observó que la CPDSP del aleta amarilla fue superior a principios de 1960. 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 de años. Durante los últimos años en los que la pesca ha estado bajo reglamentación (1966-1968) ha habido una tendencia ascendente en la CPDSP. Se ha indicado en otra parte que este aumento se debió a un número de factores en los que se incluyen los resultados de las reglamentaciones, aumento en la eficiencia de los barcos, y la posibilidad de desplazarse a porciones anteriormente inexplotadas de las poblaciones del aleta amarilla, a medida que la pesca se ha extendido hacia el oeste. Ha sido posible tomar en cuenta parcialmente los dos primeros factores pero no este último.

Durante los años antes de 1959 cuando los barcos de carnada dominaron la pesca, la flota de carnada se encontraba en un radio de distribución desde Baja California hasta el norte de Chile, en busca de atún aleta amarilla y barrilete. Excepto por algunas áreas isleñas fuera de la costa como las Galápagos y las Islas Revillagigedo, la pesca se encontraba confinada a un radio de 200-300 millas de litoral. Durante este período había menos abundancia de barcos cerqueros que ahora, y sus operaciones estaban confinadas en su mayor parte a las áreas septentrionales de pesca. Entre 1959 y 1961, la flota cambió rápidamente al empleo de las artes cerqueras, y a fines de 1960, esta flota de cerqueros había extendido sus operaciones a toda el área histórica de pesca de los barcos de carnada.

El área estriada cerca a la costa (área A1) en la Figura 1, representa la región histórica de la pesquería. El área representada por sombras (área A2) es la región más nueva de explotación dentro del ARC. Las áreas A1 + A2 forman el ARC para el atún aleta amarilla. El área al oeste del ARC, la cual ha sido explotada solo durante el último año y medio, se indica como área A3.

Según aumentó la capacidad de la flota internacional asimismo aumentó la competencia de pesca del atún aleta amarilla y la flota empezó a recorrer más allá de las áreas costeras. En 1964, la flota estaba manobrando regularmente por lo menos a más de 150 millas de la costa, es decir

al oeste. Durante los años siguientes, la flota continuó aumentando así que a fines de 1970, la capacidad de acarreo fue de unas 72,048 toneladas, casi 31,410 toneladas más que en 1962. Este aumento adicional de la capacidad, junto con temporadas más cortas de pesca bajo el programa administrativo, ha conducido a más competencia entre los barcos. Como resultado el área de pesca se extendió más hacia alta mar. En 1968, la pesca estaba manio-brando de 600 a 700 millas fuera de la costa y, a mediados de 1969 alcanzó casi el límite del ARC y más allá.

Según se observó anteriormente, en el mar esta expansión hacia el oeste del área de pesca, presenta ciertas preguntas importantes relativas a la estructura de la reserva del aleta amarilla y su efecto en las estimaciones de la captura potencial sostenible. Si la flota empieza a capturar masas de peces inexploradas anteriormente a medida que se desplaza fuera de la costa, entonces se esperaría que aumentara la captura potencial sostenible. Sin embargo, si estos peces capturados fuera de la costa son parte de la misma reserva que se ha pescado cerca al litoral en áreas de pesca explotadas anteriormente, entonces no se esperaría que la captura potencial aumentara en base sostenida. La situación real puede encontrarse en alguna parte entre estos dos extremos.

Estudios efectuados anteriormente e informados detalladamente en otras publicaciones, tratan sobre el problema de la estructura de la reserva del atún aleta amarilla. Basados en estos análisis anteriores de los datos de marcación y morfometría no fue posible explicar exactamente la naturaleza de la estructura poblacional, ni se han establecido conclusivamente las relaciones genéticas de estas reservas de peces. Sin embargo, los resultados de estos tres estudios considerados juntamente con la distribución geográfica de la pesca superficial de alta mar y la manera pronosticable en la que la reserva del aleta amarilla del Pacífico oriental reacciona a la explotación, sugieren una división empírica entre las reservas de cerca al litoral y aquella que se encuentra más al occidente. Consecuentemente, fue conveniente desde el punto de vista de la administración pesquera considerar en ese momento el atún aleta amarilla del Pacífico oriental como una unidad administrativa (según se aplica a los modelos de población usados por la Comisión) separada de la que se encuentra en el oeste.

Según el desarrollo de la pesquería más allá de la costa, se necesita urgentemente una solución al problema de la estructura poblacional. Aunque el programa experimental de pesca suministrará alguna luz sobre este problema, se necesitan medios más directos. Al comienzo de 1969, los científicos aceleraron el programa de marcación, el cual fue continuado en 1970. Además se han restablecido los estudios morfométricos y serológicos. Los resultados de estos estudios aunque inconclusos han sido informados en otra parte de este estudio.

El personal científico ha dedicado una considerable cantidad del tiempo de investigación en el desarrollo y aplicación de modelos matemáticos para describir la dinámica general del aleta amarilla y para determinar el efecto que la explotación del hombre tiene sobre su abundancia.

Los detalles de la mayor parte de esta investigación han sido presentados en artículos publicados por el personal científico. Un amplio examen de esta investigación fue presentado en el Documento Fundamental #2 "Condición de las existencias del atún aleta amarilla y sugerencias presentadas a la consideración de la Comisión en 1969" el cual fue presentado en la reunión anual de 1969 de la Comisión, como también el documento fundamental correspondiente, presentado en la reunión anual de 1970.

Aunque los investigadores han empleado cierta cantidad de diferentes modelos para determinar el efecto de explotación sobre la abundancia del aleta amarilla, el modelo de tipo logístico o producción general excesiva se ha seguido usando con este propósito.

Los datos para el año pesquero de 1970, han sido incluidos con datos anteriores de la pesquería y se han recomputado los parámetros del modelo logístico. Los resultados de este análisis se presentan en la Figura 19 la cual describe la relación entre la captura y el esfuerzo y entre la CPDSP y el esfuerzo correspondiente a 1959-1970. El esfuerzo y la CPDSP se expresan en unidades de la Clase 3 standard de cerqueros. La línea a puntos representa la curva simétrica logística y la línea sólida la curva de productividad general ligeramente asimétrica. En cada caso el RMS es aproximadamente el mismo y ocurre casi al mismo nivel del esfuerzo de pesca. De acuerdo a los resultados de este modelo, el RMS debe ocurrir a un nivel de aproximadamente 20,000 días standard de pesca y alcanzar cerca de 108,000 toneladas cortas.

Los datos de la captura y el esfuerzo que se presentan en la figura para 1970 son preliminares. La captura de aleta amarilla (unas 141,000 toneladas cortas) obtenida dentro del ARC, es la captura más grande registrada en la historia de la pesquería. Se gastaron unos 25,000 días de esfuerzo standard para lograr esta captura. La CPDSP, expresada en términos de la Clase 3 de cerqueros y corregida según los cambios en la eficiencia es aproximadamente de 5.5 toneladas.

Como se informó antes, el programa experimental asignó una cuota de 120,000 toneladas cortas para cada año durante 3 años, comenzándose en 1969. Si la CPDSP fuera reducida a un nivel crítico (3 toneladas) antes del final del experimento de los 3 años, se limitaría la pesca. Se estimó basados en el modelo que a fines de 1969 la CPDSP se reduciría a unas 5 toneladas, a fines de 1970 a unas 4 toneladas y durante 1971 a unas 3 toneladas. La CPDSP esperada y observada durante el experimento, y las capturas correspondientes dentro y fuera del ARC, hasta la fecha, son las siguientes:

	Toneladas		Captura en miles de toneladas		
	CPDSP esperada	CPDSP observada	Dentro del ARC	Fuera del ARC	Total
1968	-	6.1	114.5	1.2	115.7
1969	5.0	5.8	126.4	18.9	145.3
1970	4.0	5.5	141.0	30.0	171.0
1971	3.0	-	-	-	-

Es evidente que la CPDSP ha disminuido pero no tanto como se esperaba. La pregunta crucial es de si ésto se debe a la posibilidad de que la CPDSP ha sobreestimado la abundancia relativa en comparación a años anteriores, o si el rendimiento sostenible de la pesca dentro del ARC ha sido subestimado. Precisamente por estas razones se inició el programa experimental de pesca.

El personal científico durante el año pasado realizó otros análisis con el fin de examinar aún más el rendimiento potencial del ARC. La captura dentro del ARC ha sido dividida en dos regiones: (A) el área de la costa, que es el área histórica de la pesquería, la cual se extiende aproximadamente de 200 a 300 millas fuera de la costa, incluyendo algunas de las islas que se encuentran fuera de la costa y (B) el área restante que está dentro del ARC pero más allá de las 300 millas, la que ha sido solo explotada substancialmente en estos últimos años (Fig. 1). Las estadísticas de captura y esfuerzo para cada una de estas dos áreas han sido empleadas para estimar los parámetros del modelo general de producción. Las curvas que representan la relación promedio entre la captura y el esfuerzo se indican en la Figura 20. La curva marcada A es la que ha sido computada para el área A1 que se encuentra cerca a la costa, y la curva marcada B es la que ha sido calculada para el ARC que se encuentra fuera de la costa, área A2. Las capturas correspondientes a 1959-1970 del área cerca a la costa, se presentan conectadas mediante líneas rectas. Las capturas del área exterior (B) se presentan como puntos.

Si las curvas del rendimiento sostenible para A y B se consideran que representan bien la situación actual de la pesca, además de completar las suposiciones necesarias del modelo que se ha utilizado, es decir que las poblaciones de aleta amarilla en las áreas A1 y A2 son completamente independientes la una de la otra, entonces se pueden combinar para estimar la producción potencial de ambas áreas juntas. Esto se ha hecho y se presentan como curvas A + B. Si por otra parte los peces que habitan las áreas A1 y A2 se mezclan completamente, y en una base instantánea o casi instantánea, entonces la producción potencial sería representada por la curva A.

La información presentada en otra parte de este informe sugiere que ninguna de estas situaciones referentes a la mezcla de los peces entre las dos áreas es real. Es decir, no existe un aislamiento completo, ni una mezcla instantánea. Por lo tanto el RMS del área A1 + A2 se ubicaría probable-

mente en algún lugar entre los dos extremos representados por las curvas A y B. La mejor estimación actual de ésto, está indicada por la curva C, que es la curva que ha sido deducida al usar todos los datos que se tienen del ARC, y que se presentó antes en la Figura 19. En la Figura 20, los datos de captura y esfuerzo de la curva C se presentan mediante puntos conectados por líneas rectas para los años 1959 hasta 1961, y después mediante círculos abiertos para los años 1962 hasta 1970.

Se advierte que el programa experimental fue originalmente establecido por un periodo de 3 años con la intención, entre otras cosas, de promediar los plazos a corto tiempo de los efectos ambientales en la medida de la abundancia aparente. Se han terminado dos tercios del experimento y como se observó anteriormente la reducción de la abundancia aparente no ha sido tan rápida como se esperaba. Esto indicaría que la estimación original del RMS es baja si la CPDSP está indicando acertadamente la abundancia relativa. Si realmente el RMS fue subestimado no parecería que fuera superior a un máximo que al sugerido por la curva A + B presentada en la Figura 20. Debe notarse que la captura durante 1970, dentro del ARC (A1 + A2), sobrepasó el nivel máximo de la curva A + B. Debe también observarse, basados en la marcación y en los datos de la composición de la talla, que el nivel de la curva del rendimiento sostenible para el ARC está probablemente por debajo del nivel descrito por la curva A + B, y que la mejor estimación está representada por la curva C.

Basados en la información presentada en este documento, no parece que exista una fuerte evidencia científica para reducir el programa experimental actualmente, y se recomienda una captura mínima de 120,000 toneladas cortas durante 1971. Si la CPDSP se reduce a 3 toneladas, la pesquería irrestricta del atún aleta amarilla dentro del ARC debe limitarse.

Barrilete

El atún barrilete es una especie ubiqüitaria que aparece en casi todos los océanos tropicales del universo. En el Océano Pacífico se encuentran distribuidos desde el Asia hasta las Américas y soportan grandes pescas comerciales tanto en el Pacífico oriental como occidental.

Las relaciones entre las existencias de peces que forman las grandes pesquerías del Pacífico oriental y occidental, como también aquellas del Pacífico central no se conocen; sin embargo, se tiene conocimiento según los datos de marcación que algún barrilete del Pacífico oriental se desplaza al Pacífico central. Los datos estadísticos de captura indican que la abundancia aparente del barrilete en el Pacífico oriental es altamente variable tanto dentro de los años como entre los años, y que la pesca de barrilete en esta área aparentemente no ha tenido un efecto perceptible en su abundancia en años anteriores. Solo se captura barrilete de talla intermedia en el Pacífico oriental, y no existe evidencia de una reproducción importante de barrilete en esta área. Por lo tanto estos hechos apoyan fuertemente la

hipótesis de que el barrilete del Pacífico oriental no es una población separada pero más bien forma parte de una población mayor que se prolonga lejos hacia el oeste.

La captura de barrilete en el Océano Pacífico oriental durante 1970 fue de 52,480 toneladas cortas. Esta es la captura más baja que se haya registrado en los últimos años y es aproximadamente 11,250 toneladas cortas inferior a la captura de 1969.

ADMINISTRACION

EL PRESUPUESTO

En su reunión anual en 1969, la Comisión aprobó un programa de investigación para el AF 1970/1971 recomendado por el Director de Investigaciones y un presupuesto de \$1,196,835 para realizarlo. Sin embargo, debido a las dificultades financieras actuales, se le solicitó al personal científico de la Comisión que hiciera un segundo presupuesto reducido o de "austeridad" (\$564,735) que sería empleado por los funcionarios del gobierno cuando presentaran el presupuesto para la aprobación del gobierno si el primer presupuesto (recomendado) no era aceptado.

El programa recomendado de investigación hubiera suministrado 350 días de trabajo a bordo que se necesita urgentemente para los experimentos de marcación y para obtener muestras y datos para el análisis de la estructura poblacional. El presupuesto de austeridad eliminaría la investigación deseada a bordo de barcos fletados, pero hubiera permitido el reestablecimiento de un programa modesto o pequeño de investigación genética como también alguna marcación a bordo de barcos atuneros durante sus actividades normales de pesca.

El 30 de diciembre 1970 (habiendo pasado ya medio año fiscal), el Director de la Comisión fue informado que el presupuesto otorgado para el AF 1970/1971 había sido fijado en \$479,596, aproximadamente \$31,600 más que la cantidad del año fiscal anterior, pero unos \$717,000 menos que la cantidad solicitada en el presupuesto recomendado para el AF 1970/1971 y \$85,000 menos que la solicitada para el presupuesto de austeridad. Desafortunadamente el pequeño aumento otorgado en el AF 1970/1971 es más aparente que real debido al alto índice de inflación.

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 Gobierno depositario. Sigue a continuación un resumen de las cuentas de fin de año correspondiente al Año Fiscal 1970 (1 de julio, 1969 al 30 de junio, 1970):

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Procedencia y disposición de fondos

1° julio 1969 al 30 de junio 1970

CUENTA EN DOLARES (EEUU)

Procedencia de los fondos

Saldo favorable (incluyendo obligaciones no liquidadas) 1° julio, 1969	\$154,909.93*
E.U.A.	426,700.00
México	10,602.00
Canadá	500.00
Entradas varias	19,444.67
TOTAL	\$612,158.60

*El saldo favorable incluye \$24,926.98 de obligaciones sin pagar

Disposición de los fondos

Adelantos	\$	600.00
Gastos por proyectos		
1) Por proyectos		
A. Gastos administrativos	\$106,901.96	
B. Investigación de peces cebo	—	
C. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de captura	62,101.92	
D. Biología del atún	135,460.18	
E. Oceanografía	66,995.18	
F. Marcación de atún	72,403.83	
G. Estadísticas de captura para la reglamentación	60,619.97	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	364,158.70	
02—Viajes	15,694.30	
03—Transporte de equipo	221.43	
04—Comunicaciones	3,354.77	
05—Renta y servicios públicos	1,240.00	
06—Imprenta y encuadernación	20,909.48	
07—Servicios por contrato	62,517.51	
08—Provisiones y materiales	11,413.61	
09—Equipo	3,400.42	
13—Premios (retorno de marcas)	1,796.00	
15—Contribuciones al Seg. Soc. EEUU	12,341.62	
17—Contribución al Plan de Retiro	3,540.87	
19—Contribución al Seguro Médico	3,894.33	\$504,483.04
Compra de soles (operaciones en el Perú)		4,500.00
Compra de sueres (operaciones en el Ecuador)		5,000.00
Efectivo en el banco	103,400.66	
En efectivo	150.00	
	\$103,550.66	
Menos: Reserva Pensión	6,892.90	
Menos: Reserva Combinación de Seguros	— 492.80	
	\$ 6,400.10	\$ 97,150.56
Depósitos		425.00
TOTAL		\$612,158.60

CUENTA EN COLONES (COSTA RICA)

Procedencia de los Fondos	
Saldo favorable 1 de julio, 1969	¢ 637.21
Efectivo en el banco	637.21
TOTAL	¢ 637.21

CUENTA EN SUCRES (ECUADOR)

Procedencia de los Fondos	
Saldo favorable 1 de julio 1969	S/. 108,479.00
Compra de sucres con dólares	107,400.00
Entradas varias	6,470.00
TOTAL	S/. 222,409.00

Disposición de los Fondos

Gastos del proyecto	
1) Por proyectos	
G. Recolección de las estadísticas de captura para la reglamentación	S/. 89,065.18
2) Por objetivos presupuestales	
01—Sueldos	89,051.18
07—Servicios por contrato	14.00
Efectivo en el banco	133,343.82
TOTAL	S/. 222,409.00

CUENTA EN SOLES (PERU)

Procedencia de los Fondos	
Saldo favorable 1 de julio, 1969	S/o. 122,575.11
Compra de soles con dólares	281,610.00
TOTAL	404,185.11

Disposición de los Fondos

Adelantos		15,600.00
Gastos del proyecto		
1) Por proyectos		
F. Marcación de atún	85.00	
G. Recolección de las estadísticas de captura para la reglamentación.....	S/o. 199,113.12	
2) Por objetivos presupuestales		
01—Sueldos	163,151.05	
02—Viajes	18,037.74	
04—Comunicaciones	1,654.65	
05—Renta y servicios públicos	9,600.00	
07—Servicios por contrato	1,600.00	
08—Provisiones y materiales	460.00	
13—Premios (retorno de marcas)	85.00	
15—Contribución al Seg. Social	4,609.68	S/o. 199,198.12
Efectivo en el banco		189,386.99
TOTAL		S/o. 404,185.11

COOPERACION ENTRE ENTIDADES AFINES

Estando localizado el personal de la Comisión en el Fishery-Oceanography Center en los terrenos de la Universidad de California en San Diego, está en continuo contacto con los científicos del U.S. National Marine Fisheries Service, el Institute of Marine Resources, Scripps Institution of Oceanography, el California Department of Fish and Game, y otras entidades de investigación situadas en el área. Esta valiosa comunicación ha resultado en un cambio mutuo de ideas e información y en esta forma se llevan a cabo planes y programas en colaboración cuando se inician proyectos de común interés.

La Comisión durante el año pasado ha continuado trabajando en estrecha colaboración con los institutos pesqueros de Chile, Perú, Ecuador y México, como también con los proyectos pesqueros de la FAO/UNDP en Colombia, Centroamérica y México. El intercambio de información y personal entre estas entidades científicas y la Comisión han sido frecuentes y fructíferos y se han realizado numerosos estudios científicos en conjunto. Estos han sido informados en otra parte en este informe.

El personal de la Comisión ha gozado de una estrecha relación con otras organizaciones internacionales, especialmente con la Organización de Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO). Algunos miembros del personal científico han prestado sus servicios en comités internacionales establecidos dentro del sistema de la FAO, y han servido en varios respectos en capacidad de asesores.

Es especialmente satisfactorio el informar que se ha establecido una relación extremadamente cordial y fructífera entre la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico y esta Comisión. Ya ha habido un intercambio de ideas e información y se propone aún una relación más íntima de trabajo.

En el año, miembros del personal científico han participado en un número de reuniones científicas de nivel nacional e internacional y han servido en numerosos comités, grupos de trabajo como también han tenido posiciones en varias universidades y grupos asesores.

Con esta amplia y continua comunicación, la Comisión puede mantenerse al frente del rápido desarrollo pesquero y oceanográfico localmente, nacionalmente e internacionalmente.

OFICINAS REGIONALES

Además de las oficinas principales localizadas en el Fishery-Oceanography Center del gobierno de los E.U. situado en los terrenos de Scripps Institution of Oceanography en La Jolla, California, la Comisión tiene oficinas regionales en varios centros pesqueros importantes de atún.

Una oficina con tres investigadores se encuentra localizada en Terminal Island, California. Este personal se interesa principalmente en la

recolección y compilación de las estadísticas de captura y esfuerzo, en los registros de los desembarques y en las medidas de los atunes. Además recuperan las marcas de los atunes, y obtienen según sea necesario otra información biológica, estadística y de la pesca en general.

La Comisión tiene una oficina similar en Mayaguez, Puerto Rico, con un solo empleado, quién a la vez emplea ayuda temporal. Esta persona visita también regularmente el puerto de Ponce, que es el otro puerto principal de atún en Puerto Rico. Como las operaciones atuneras en Puerto Rico son progresivamente más importantes, la Comisión planea aumentar su personal en un futuro cercano.

En Perú la Comisión emplea una persona permanentemente, la cual está estacionada en Coishco. 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 mantiene también un representante permanente desde 1967. Manta es el centro de la industria pesquera que se está desarrollando rápidamente en el Ecuador, aunque se desembarcan también algunos peces en Guayaquil y Salinas. El representante de la Comisión en Ecuador divide su trabajo entre estas tres áreas según lo dicten las circunstancias. Su deber principal es la recolección de los datos estadísticos de captura, pero según lo permite el tiempo, obtiene también datos biológicos de las pescas de atún y de los peces cebo en Manta.

La Comisión tiene además un agente en Panamá para que vigile el movimiento de los barcos atuneros que pasan a través del Canal de Panamá. Estas operaciones están aumentando más bien substancialmente ya que hay muchos más barcos estacionados en Puerto Rico y por lo tanto cruzan el canal para pescar en el Pacífico. Además muchos de los barcos con base en el Pacífico atraviesan el canal para pescar frente al Africa occidental.

REUNION ANUAL

La XXII reunión anual (ordinaria) se programó para que fuera celebrada en Ottawa, Canadá el 12 y 13 de mayo 1970, pero debido a que la Comisión tuvo que tomar acción en un número importante de asuntos antes de esa fecha, el Presidente, Dr. A. W. H. Needler, propuso que la reunión fuera celebrada del 22 al 25 de abril 1970. La Comisión convocó en sesión plenaria en el salón Centennial del Centro de Conferencias del Gobierno, en Ottawa, Canadá.

Todos los países miembros con excepción de Panamá estuvieron representados por uno o más delegados corrientes. Panamá estuvo representado por un delegado suplente, miembro del cuerpo diplomático panameño en Montreal, Canadá.

Chile, Ecuador, Francia, Japón y Perú estuvieron representados por observadores.

La Comisión tomó las siguientes acciones:

1. Aprobó el programa reducido de investigación científica recomendado para el AF 1970/71 de manera que estuviera de acuerdo con el presupuesto probablemente reducido de \$522,234.
2. Aprobó el programa recomendado y el presupuesto de \$1,169, 314 para el AF 1971/72 pero recomendó que se presentara un presupuesto de austeridad por la suma de \$629,915. Se pidió al personal de la Comisión que presentara dos presupuestos en el futuro. El primero debe comprender el programa requerido de investigación científica en su totalidad y el segundo comprenderá el presupuesto de austeridad que permitirá las operaciones a su nivel existente.
3. Aprobó la proporción de contribuciones de los Gobiernos Miembros como sigue: Estados Unidos—100.00; México—3.672; Costa Rica—0.672; Canadá y Panamá—\$500 de contribución mínima cada uno.
4. Aprobó el Informe Anual de 1969 y acordó su impresión y distribución.
5. Consintió la continuación de la cuota experimental de 120,000 toneladas para 1970 con la condición que si el índice anual de captura llegara a un nivel bajo de 3 toneladas cortas por día, se limitaría la pesca al nivel de la captura de equilibrio vigente en ese entonces.
6. Acordó que la concesión de 4000 toneladas para embarcaciones pequeñas fuera aumentada a 6000 toneladas (reconociendo que esta acción tendría como resultado que la captura excediera la cuota recomendada de 120,000 toneladas cortas), siendo permitida la pesca de estas 2000 toneladas adicionales a las embarcaciones de la Clase 1 a la Clase 5.
7. Acordó que la siguiente reunión anual se realizara en San José, Costa Rica y se iniciara el 23 de febrero de 1971.
8. Se eligió al Sr. José Luis Cardona-Cooper (Costa Rica) como Presidente. La Secretaría fue delegada a México por votación, pero la persona a llenar este cargo sería nombrada por México en fecha futura.

La resolución completa adoptada y recomendada a los gobiernos respaldando esta acción, incluyendo las recomendaciones transmitidas a la Comisión por la Reunión Intergubernamental, es la siguiente:

“LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Considerando que en su XXI Reunión Anual efectuada en San Diego, California el 18, 19 y 22 de Marzo, 1969, la Comisión recomendó la iniciación de un programa de tres años de pesca experimental concebida con el fin de probar las evaluaciones actuales del stock de atún aleta amarilla, y

Considerando que los cambios aparentes en el stock durante 1969 se han realizado dentro de los límites establecidos para la continuación del experimento, y

Considerando que aunque la resolución de la Comisión adoptada durante la XXI Reunión Anual dispuso la continuación de la cuota experimental de captura en 1970, algunas disposiciones de la resolución relativas a la captura del atún aleta amarilla después de la clausura de la temporada se limitan al año 1969, y

Concluye que sería deseable continuar en 1970 el mismo nivel de captura de atún aleta amarilla y las mismas disposiciones para la regulación de captura después de la clausura de la temporada que estuvieron en vigencia en 1969, y

Por lo tanto recomienda a las Altas Partes Contratantes que tome acción conjunta a fin de:

1. Establecer el límite anual de captura (cuota) sobre la captura total del aleta amarilla para el año civil de 1970, de 120,000 toneladas cortas en el área reglamentaria según se definió en la resolución adoptada por la Comisión el 17 de Mayo de 1962; siempre y cuando el índice de la captura anual se reduzca a menos de 3 toneladas por día normal de pesca, medida en unidades de cerqueros, ajustada a las artes de eficiencia de los niveles anteriores a 1962, como lo ha estimado el Director de Investigaciones, la pesca ilimitada del aleta amarilla en el área reglamentaria debe limitarse para que no exceda el rendimiento de equilibrio que ya ha sido estimado y debe clausurarse en la fecha que señalará el Director de Investigaciones.
2. Reservar una porción de la cuota anual del aleta amarilla para permitir capturas incidentales por embarcaciones atuneras que estén pescando en el área reglamentaria especies que normalmente se capturan entremezcladas con el aleta amarilla después de la veda para la pesca irrestricta del atún aleta amarilla. El monto de esta porción debe ser determinado por el personal científico de la Comisión al momento que la captura del aleta amarilla se acerque a la cuota recomendada para el año.
3. Abrir la temporada de pesca para el atún aleta amarilla el 1° de enero de 1970; durante la estación libre se debe permitir la entrada al área reglamentaria de embarcaciones que tengan licencia para pescar aleta amarilla sin restricción sobre la cantidad capturada, hasta que las embarcaciones regresen a puerto.
4. Exceptuando los casos en que la tasa de captura sea inferior a las 3 toneladas cortas por día normal de pesca, cerrar la pesca del atún aleta amarilla durante 1970 en la fecha que la cantidad ya capturada, más la captura esperada de esta especie por embarcaciones que están en el mar con permiso para pescar sin restricción, alcance 120,000 toneladas cortas, menos la porción reservada para capturas incidentales en el Artículo 2 anterior y solo para el año 1970, la porción reservada para

barcos de 300 toneladas cortas o menos según lo previsto en el Artículo 6 más adelante, determinando la fecha el Director de Investigaciones.

A fin de no restringir el desarrollo de las pesquerías, aquellos países cuyos gobiernos acepten las recomendaciones de la Comisión pero cuyas pesquerías de atún aleta amarilla no sean significativas, estarán exentos de cumplir con las medidas restrictivas.

Bajo las condiciones actuales y de acuerdo a la información disponible, una captura anual de 1,000 toneladas de atún aleta amarilla se considera el límite máximo para ampararse bajo la exención anterior.

Después de la clausura de la pesca del atún aleta amarilla, los Gobiernos de las Partes Contratantes y países colaboradores permitirán a las embarcaciones registradas bajo su bandera, desembarcar esta especie sin restricción en cualquiera de los países mencionados en la sección anterior y que mantengan recursos para enlatamiento de atún hasta que el monto total del aleta amarilla desembarcado en ese país durante el año, alcance las 1,000 toneladas cortas.

A fin de evitar congestiones en las operaciones de desembarque e industrialización de la especie cerca de la fecha programada para la clausura de la pesca y evitar el peligro de que las embarcaciones se hagan a la mar sin la debida preparación, cualquier barco que complete su viaje antes de la clausura puede zarpar para pescar libremente atún aleta amarilla dentro del área reglamentaria siempre y cuando el viaje se inicie dentro de los diez días después de la clausura.

5. Permitir para 1970 solamente, que cada barco de más de 300 toneladas cortas de capacidad (determinadas según las tablas preparadas por la Comisión, sobre la base de información existente y otros datos adicionales proporcionados por otros gobiernos, que relacionan la capacidad con el tonelaje bruto y/o tonelaje neto) que pesquen atún en el área reglamentaria después de la fecha de clausura de la pesca de esta especie, pueda desembarcar una captura incidental de aleta amarilla obtenida durante la pesca de otras especies en el área reglamentaria, durante cada viaje que se inicie durante la estación de veda. La cantidad que se le permita desembarcar a cada barco como pesca incidental de aleta amarilla será determinada por el Gobierno que regula las actividades de pesca de dicha embarcación; siempre y cuando que la suma total de la captura incidental de aleta amarilla obtenida por todos estos barcos de un país que tenga esta concesión no exceda el 15 por ciento de la captura total combinada obtenida por tales embarcaciones durante el período que se les permita desembarcar capturas incidentales de aleta amarilla.
6. Permitir solo para 1970, a los barcos de 300 toneladas cortas de capacidad o menos de cada país, que pesquen atún dentro del área reglamen-

taria después de la fecha de clausura del aleta amarilla, pescar libremente hasta que dichas embarcaciones hayan obtenido 4,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla, o pescar esta especie bajo las restricciones que sean necesarias para limitar la captura de esta especie por tales embarcaciones a 4,000 toneladas cortas; y de ahí en adelante, permitir a cada embarcación desembarcar una captura incidental de atún aleta amarilla obtenida durante la pesca de otras especies en el área reglamentaria durante cada viaje que se inicie después que se han capturado 4,000 toneladas cortas. La cantidad que le será permitida desembarcar como pesca incidental de aleta amarilla a cada barco será determinada por el gobierno que regule las actividades de pesca del mismo; siempre y cuando que la suma total de la pesca incidental de esta especie, capturada por dichos barcos de cada país con esta concesión no exceda el 15 por ciento de la captura total obtenida por tales embarcaciones durante viajes iniciados después que se hayan capturado 4,000 toneladas cortas de atún aleta amarilla.

7. Permitir solo para 1970, a los barcos registrados bajo la bandera de cada país, de las Clases 1 a la 5 inclusive, según calificación de la Comisión, la pesca irrestricta de atún aleta amarilla en el área reglamentaria después de la veda de esta especie hasta que estas embarcaciones hayan capturado 2,000 toneladas cortas de la misma adicionales a las 4,000 toneladas cortas capturadas por embarcaciones de las Clases 1 a la 5, según calificación de la Comisión, y según lo previsto en el párrafo 6 anterior, o pescar atún aleta amarilla bajo las restricciones que sean necesarias para limitar esta captura adicional a 2,000 toneladas cortas, determinándose la distribución de esta captura adicional entre estas embarcaciones según las disposiciones del gobierno bajo cuya bandera hayan sido registradas las mismas.
8. Las especies a que se refieren los Artículos 2, 5 y 6 son: barrilete, patudo, atún aleta azul, albacora, bonito, peces espada y tiburones.
9. Por medio de medidas adecuadas, obtener la cooperación de aquellos gobiernos cuyas embarcaciones se dedican a la pesca en el área pero que no son parte de la Convención para el establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, con el fin de poner en práctica estas medidas de conservación."

PUBLICACIONES

La publicación de estudios científicos de alta calidad profesional en los que se informa a la comunidad científica como también a los gobiernos miembros y al público en general, los datos básicos, los métodos de análisis y las conclusiones a las que llega el personal científico de la Comisión es una de las labores más importantes de esta entidad. Por estos medios los

métodos y los resultados de investigación son ampliamente distribuidos y sujetos al escrutinio y revisión crítica, afirmando así la validez de este programa de investigación. Al mismo tiempo, despierta el interés de otros científicos en dicha investigación tanto en el Pacífico oriental como en otras partes del Océano.

La Comisión publica las investigaciones de su personal y de científicos colaboradores en su serie de boletines. Durante 1970, fueron editadas cuatro publicaciones adicionales en esta serie, en inglés y español. Los boletines publicados fueron:

Boletín, Volumen 14, Número 3—Oceanografía física y biológica cerca a la entrada del Golfo de California, octubre 1966—agosto 1967, *por* Merritt R. Stevenson.

Boletín, Volumen 14, Número 4 (complemento del volumen)—Distribución, abundancia y ecología de atunes larvales a la entrada del Golfo de California, *por* W. L. Klawe, J. J. Pella y W. S. Leet.

Boletín, Volumen 15, Número 1—Migraciones del atún aleta amarilla y barrilete en el Océano Pacífico oriental según han sido determinadas por los experimentos de marcación realizados en 1952-1964, *por* Bernard D. Fink y William H. Bayliff.

Boletín, Volumen 15, Número 2—Temperatura de la superficie del mar, y la distribución y abundancia aparente del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacífico oriental, 1951-1968, *por* F. Williams.

En 1970 se preparó otro informe interno:

Informe Interno, Número 5—Use of GENPROD on small data sets, *por* Jerome J. Pella y Patrick K. Tomlinson.

Además de estos boletines e informes, se han publicado en otras revistas científicas cinco estudios realizados por miembros del personal:

109. Stevenson, Merritt R. 1970. Circulation in the Panama Bight. *J. Geophys. Res.*, 75(3): 659-672.
110. Joseph, James. 1970. Management of tropical tunas in the eastern Pacific Ocean. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 99(3): 629-648.
111. Joseph, James. 1970. The Tuna Commission and its 20 years of research and control. *Nat. Fisherman Yearbook Issue*, 1970: 25-28.
112. Stevenson, Merritt R., Oscar Guillén G., y José Santoro de Ycaza. 1970. Atlas Marino de las Aguas Costeras del Pacífico en Sudamérica. University of California Press, Berkeley y Los Angeles, California. 23 pp. + 99 gráficos.
113. Klawe, Witold L. 1970. Scombroid larvae. Figures 20-FS, 20-FA, 30-FS, and 30-FA. *In*: Love, Cuthbert M. (Ed.) EASTROPAC Atlas—

Volume 4. Circ. U.S. Natn. Mar. Fish. Serv. (330) : i-v + unpaginated section.

A nombre del Working Party on Tuna Eggs, Larvae and Juveniles del Expert Panel for the Facilitation of Tuna Research de la FAO, el científico Witold L. Klawe preparó una traducción de la siguiente publicación rusa :

Zhudova, A. M. 1969. Larvae of scombroid fishes (Scombroidei, Perciformes) of central portion of the Atlantic Ocean. Trudy, AtlantNIRO, (25) : 100-108.

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

Milner B. Schaefer, † Ph.D. (Washington) <i>Scientific Consultant</i> (To July 26, 1970)	— <i>Asesor Científico</i> — Hasta Julio 26 de 1970)
--	---

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>
Craig J. Orange, B.S. (Oregon State) <i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i>
Merritt R. Stevenson, Ph.D. (Oregon State) <i>Oceanography</i>	— <i>Oceanografía</i>

Associate Scientists — Científicos Asociados

Thomas P. Calkins, B.S. (Washington) <i>Biology</i>	— <i>Biología</i>
Kenneth R. Feng, B.S. (Yenching) <i>Biology: statistics</i>	— <i>Biología: estadísticas</i> (San Pedro, Cal.)
Eric D. Forsbergh, B.A. (Harvard) <i>Biology</i>	— <i>Biología</i>

*All staff members at La Jolla unless otherwise noted.

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

†Deceased July 26, 1970.

†Murió el 26 de julio de 1970.

- Makoto Peter Miyake, Ph.D. (Tokyo)
Biology — *Biología*
 (To October 6, 1970) — Hasta octubre 6 de 1970)
- Lars E. Moberand, B.S. (Washington)
Biology: population dynamics — *Biología: dinámica de poblaciones*
- Christopher T. Psaropulos, A.B. (San Diego State)
Statistics — *Estadísticas*
- Gary D. Sharp, B.S. (San Diego State)
Biology — *Biología*

Assistant Scientists — Científicos Asistentes

- Walter Ritter O., B.S. (Univ. Autónoma, Guerrero, México)
Biology — *Biología*
 (From August 1, 1970) — Desde agosto 1 de 1970)

TECHNICAL — TECNICO

- Javier Barandiarán,
Waterfront contact: laboratory technician
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio (Puerto Rico)
- Patrick L. Boylan, *Waterfront contact: laboratory technician*
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- Julio Carranza, *Waterfront contact: laboratory technician*
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio (Perú)
- Nannette Y. Clark, *Statistics* — *Estadísticas*
- James W. Cravens, B.A. (California)
Laboratory technician — *Técnico de Laboratorio*
 (From July 23, 1970) — Desde julio 23 de 1970)
- Clinton M. DeWitt, *Waterfront contact: laboratory technician*
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
- Sueichi Oshita, *Waterfront contact: laboratory technician*
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (San Pedro, Cal.)
- Michael J. Roehner, *Waterfront contact: laboratory technician*
Oficiante en el muelle: técnico de laboratorio
 (San Pedro, Cal.)
- 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*

Netha Jean Eyres, *Switchboard Operator — Telefonista*
 (To September 11, 1970 — Hasta septiembre 11 de 1970)

Jean A. Holmberg, *Switchboard Operator — Telefonista*
 (From September 8, 1970 — Desde septiembre 8 de 1970)

Carmen Légier, *Bilingual Secretary to Director*
Secretaria Bilingüe del Director
 (To June 30, 1970 — Hasta junio 30 de 1970)

Fanny Miller, *Bilingual Secretary to Director*
Secretaria Bilingüe del Director
 (From June 15, 1970 — Desde junio 15 de 1970)

APPENDIX II — APENDICE II

FIGURES AND TABLES

FIGURAS Y TABLAS

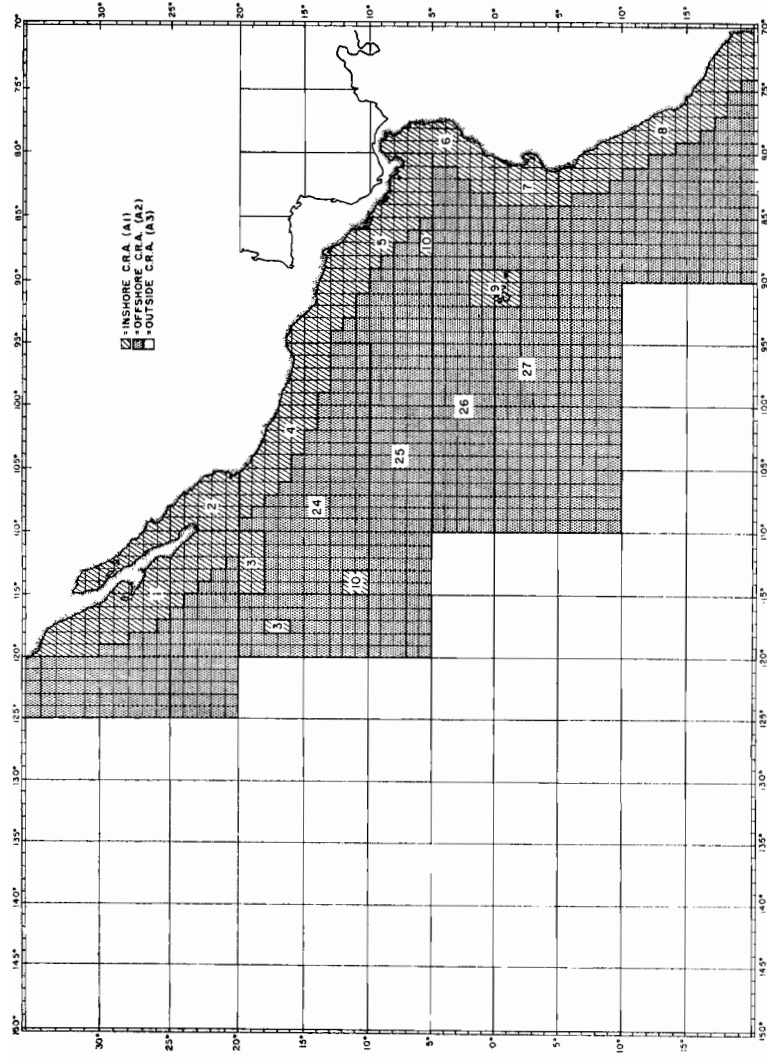


FIGURE 1. The eastern Pacific Ocean showing the historic area, A1, of the fishery for yellowtail tuna (striated) and the more recently fished region within the Commission Regulatory Area (CRA) referred to as Area A2 (shaded) and area outside the CRA which is referred to as Area A3. The numbers within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

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

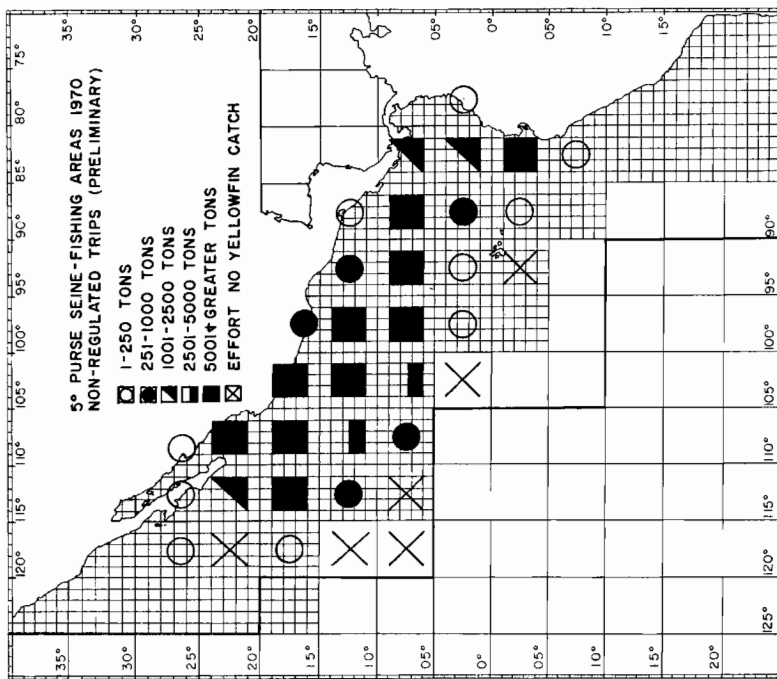


FIGURE 3. Distribution (5° areas) of yellowfin catches by purse seiners during 1970 (non-regulated trips).

FIGURA 3. Distribución (áreas de 5°) de las capturas del aleta amarilla lograda por cerqueros durante 1970 (viajes no reglamentados).

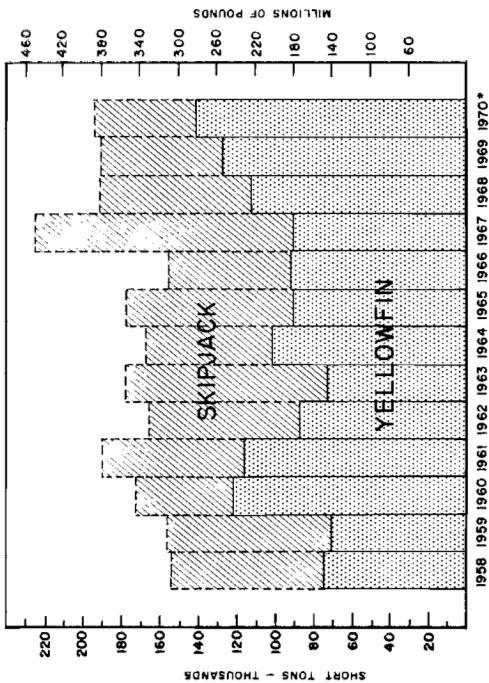


FIGURE 2. Combined species catch, 1958-1970, in the CRA.

FIGURA 2. Captura de especies combinadas, 1958-1970, en el ARC.

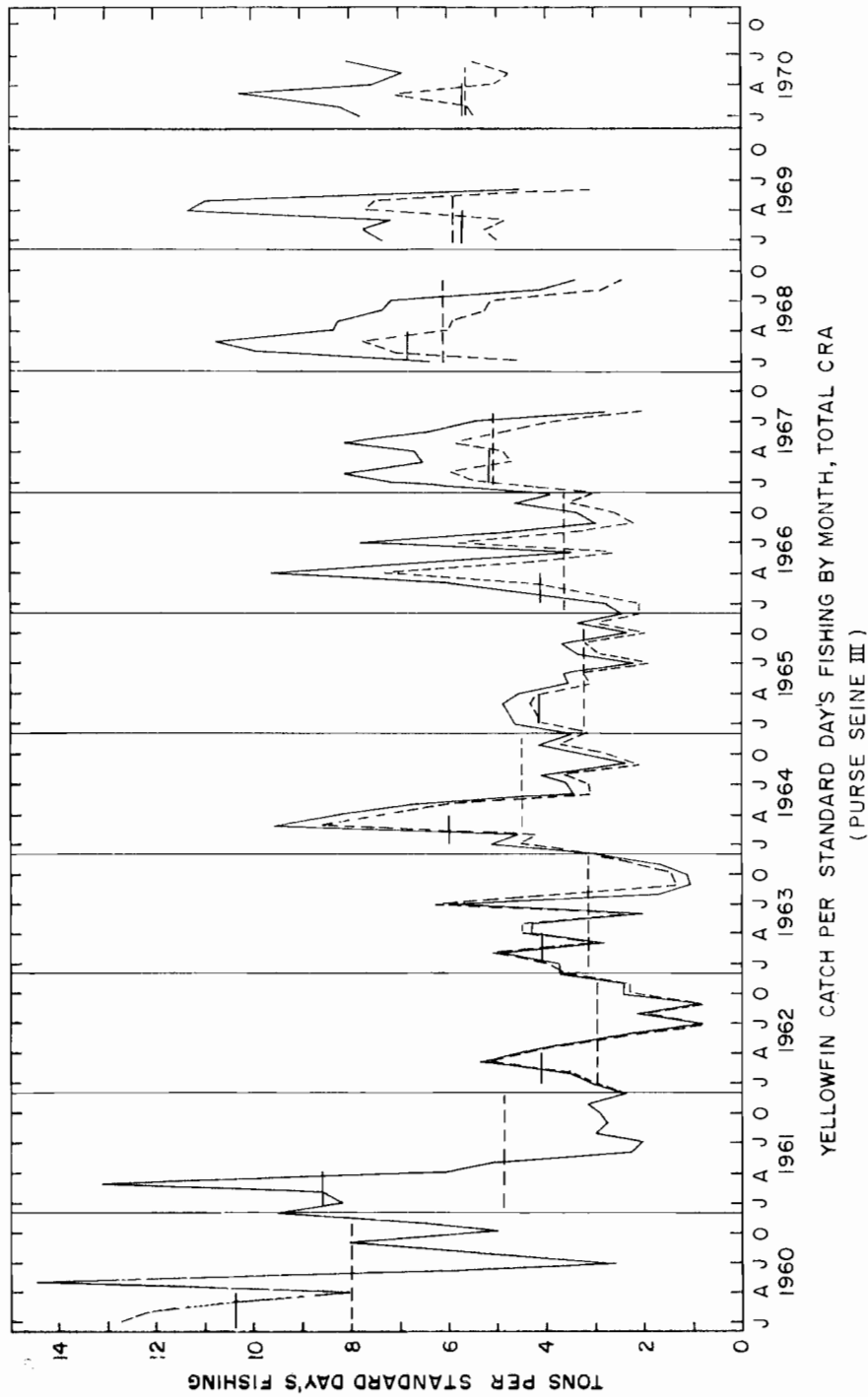


FIGURE 4. Yellowfin catch per standard day's fishing (purse-seine Class—3 units) in the CRA, by months, 1960-1970.

FIGURA 4. Captura del aleta amarilla por día standard de pesca (unidades de la Clase 3 de cerqueros) en el ARC, por meses, 1960-1970.

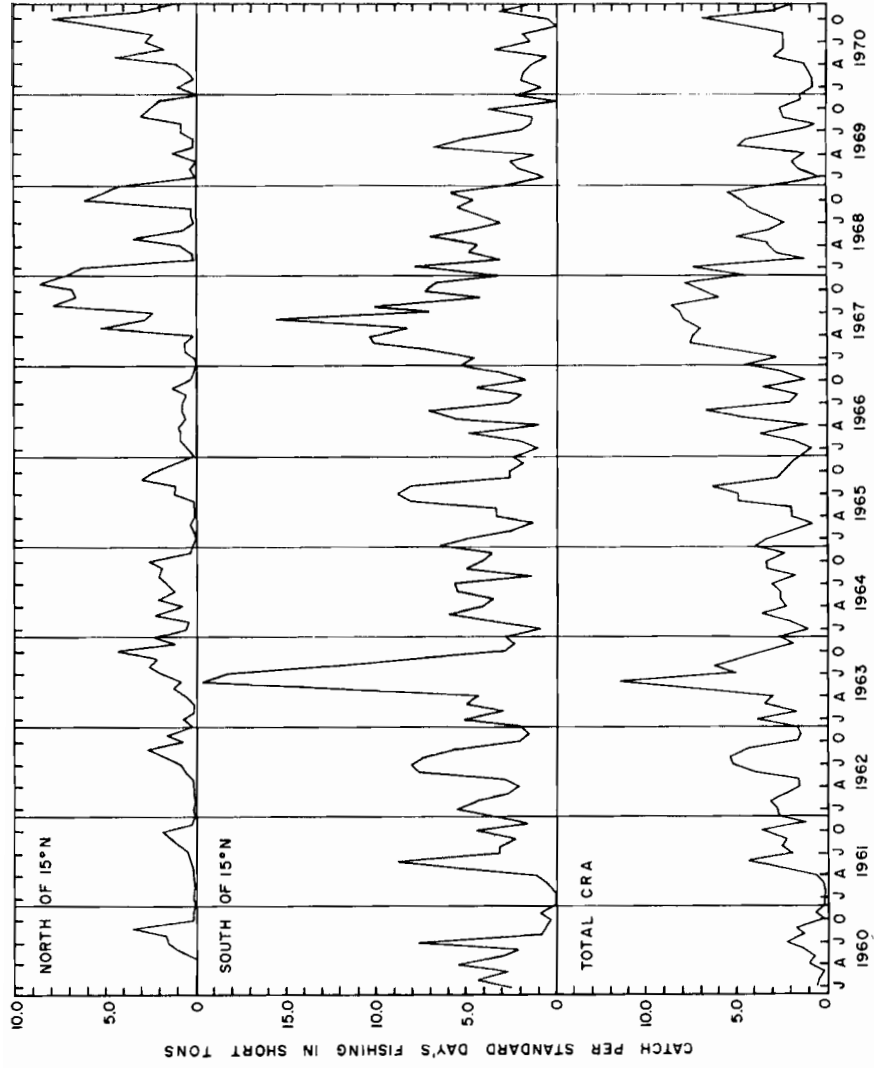


FIGURE 5. Skipjack catch per standard day's fishing (purse-seine Class—3 units) in the CRA, by months, 1960-1970.

FIGURA 5. Captura de barrilete por día standard de pesca (unidades de la Clase 3 de cerqueros) en el ARC, por meses, 1960-1970.

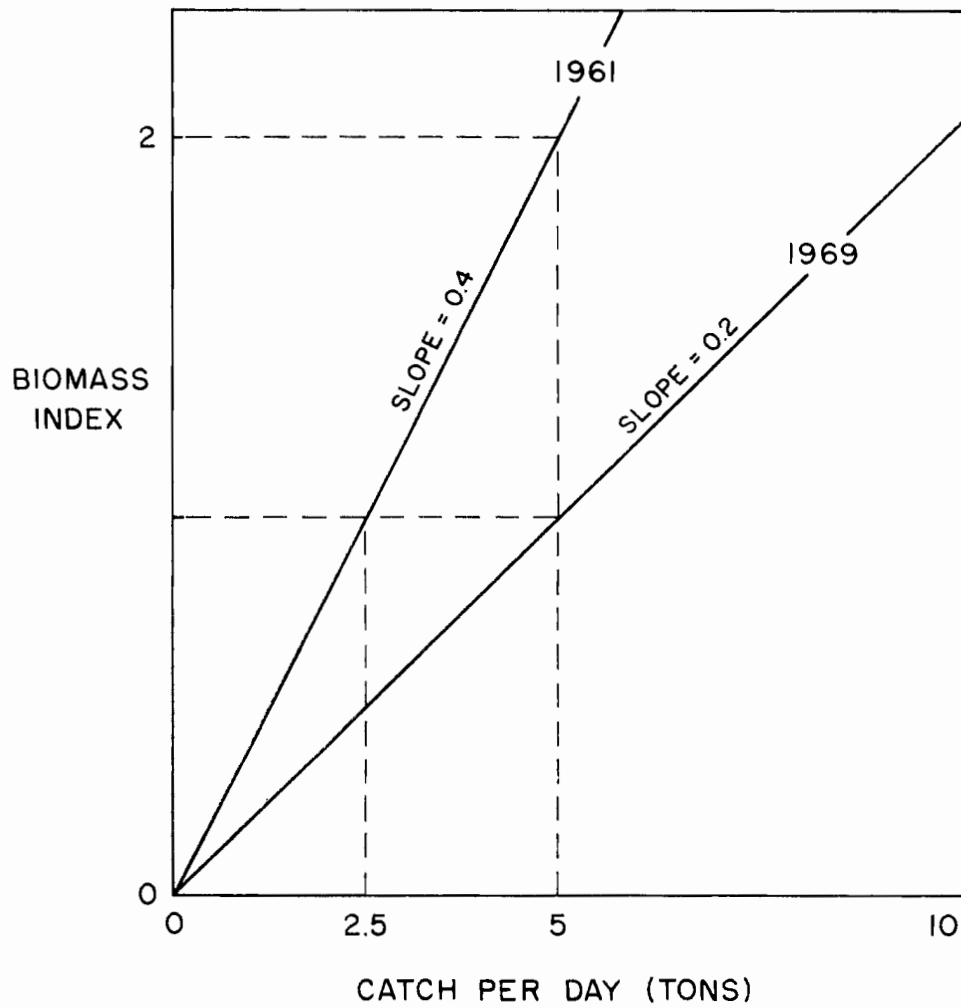


FIGURE 6. Theoretical average relationship between catch per day and the biomass index for a given size class of tuna vessel in two years, 1961 and 1969.

FIGURA 6. Relación promedio teórica entre la captura por día y el índice de la biomasa correspondiente a una clase determinada de tamaño de un barco atunero en dos años, 1961 y 1969.

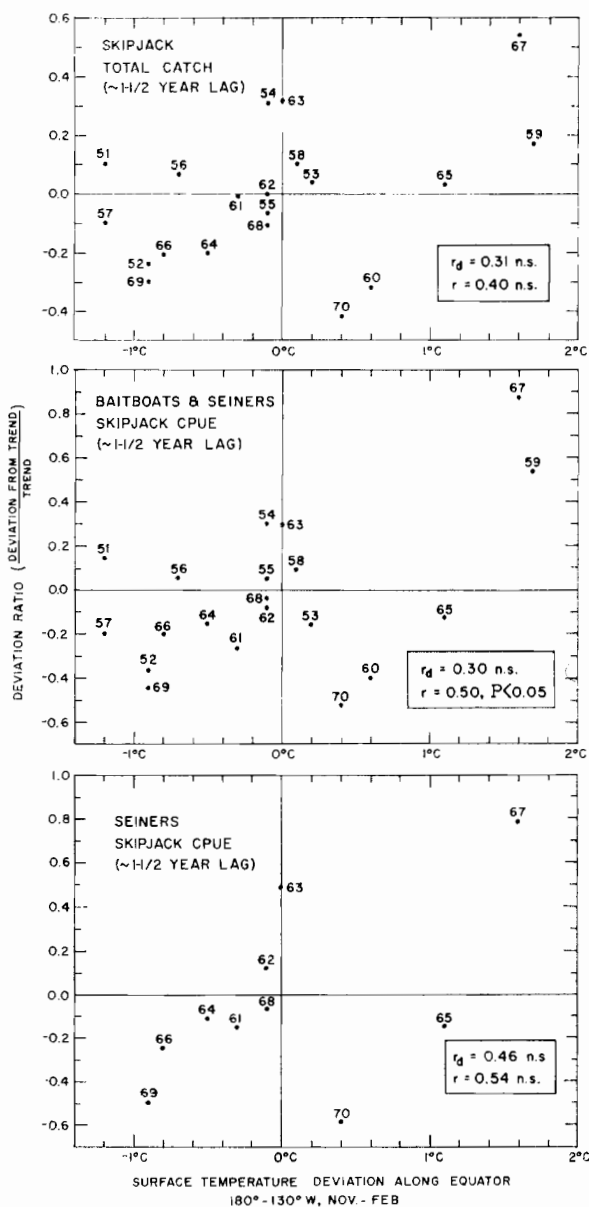


FIGURE 7. Plots of deviation ratios of annual indices of skipjack abundance and deviation of sea-surface temperature along the equator between 180° and 130°W during November-February approximately 1½ years earlier (i.e., skipjack in 1967 and temperature during November 1965-February 1966).

FIGURA 7. Gráficos de las razones de desviación de los índices anuales de la abundancia del barrilete y desviación de la temperatura superficial del mar a lo largo del ecuador entre los 180° y 130°W, aproximadamente año y medio antes, durante noviembre-febrero (es decir, datos del barrilete en 1967 y de la temperatura durante noviembre 1965-febrero 1966).

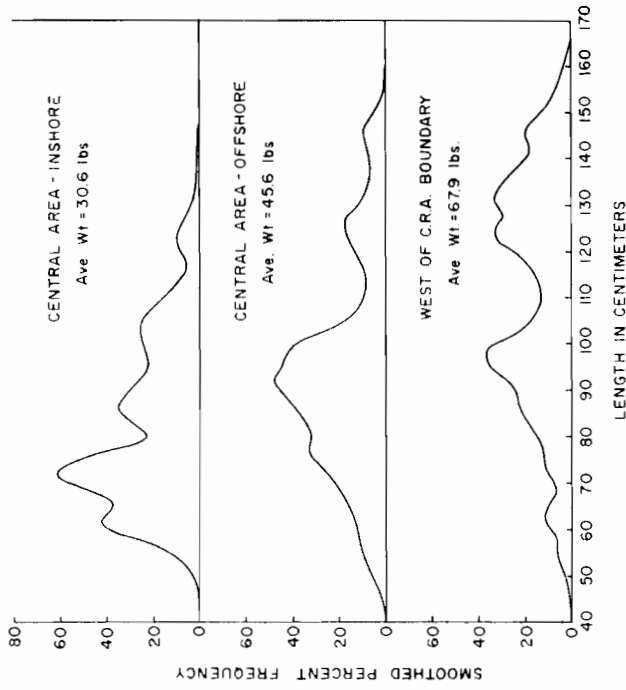


FIGURE 9. Length-frequency distributions of yellowfin taken from the inshore portion of the central area of the CRA (see Fig. 1), from the offshore portion of the central area of the CRA, and from the area west of the CRA.

FIGURA 9. Distribuciones frecuencia-talla del aleta amarilla obtenido cerca al litoral en la porción del área central del ARC (véase Fig. 1), lejos del litoral en la porción del área central del ARC, y en el área al oeste del ARC.

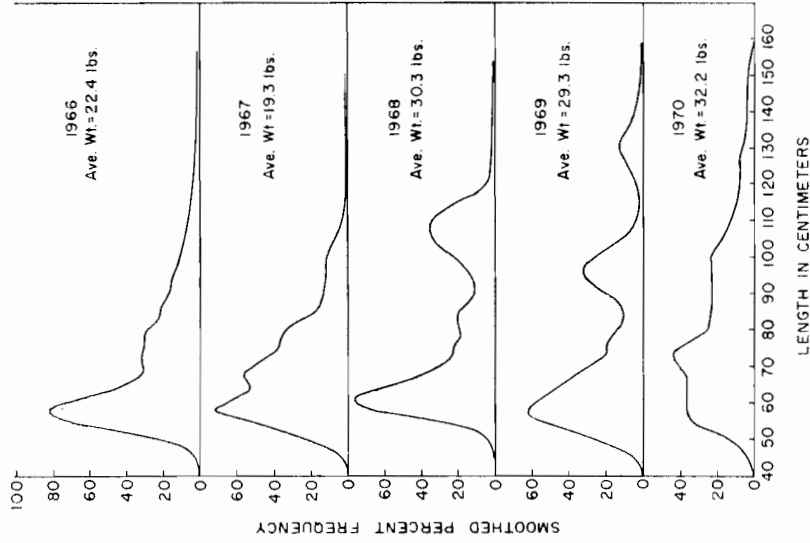


FIGURE 8. Length-frequency distributions of all yellowfin tuna samples taken in the CRA, 1966-1970.

FIGURA 8. Distribuciones frecuencia-talla de todas las muestras de atún aleta amarilla obtenidas en el ARC, 1966-1970.

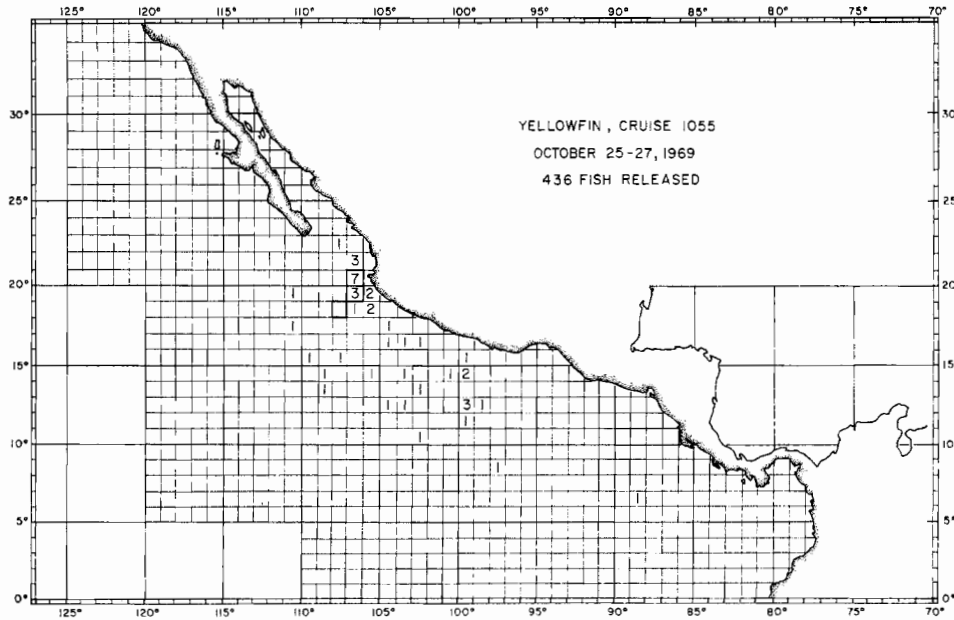


FIGURE 10. Recoveries from 436 tagged yellowfin released during cruise 1055, October 25-27, 1969.

FIGURA 10. Recobro de 436 atunes aleta amarilla marcados y liberados durante el crucero 1055, octubre 25-27, 1969.

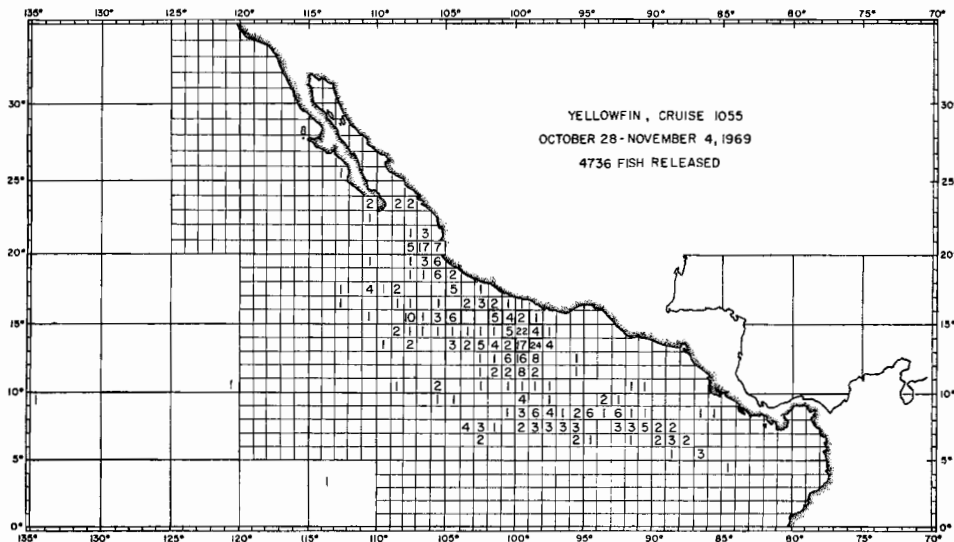


FIGURE 11. Recoveries from 4,736 tagged yellowfin released during cruise 1055, October 28-November 4, 1969.

FIGURA 11. Recobro de 4,736 atunes aleta amarilla marcados y liberados durante el crucero 1055, octubre 28-noviembre 4, 1969.

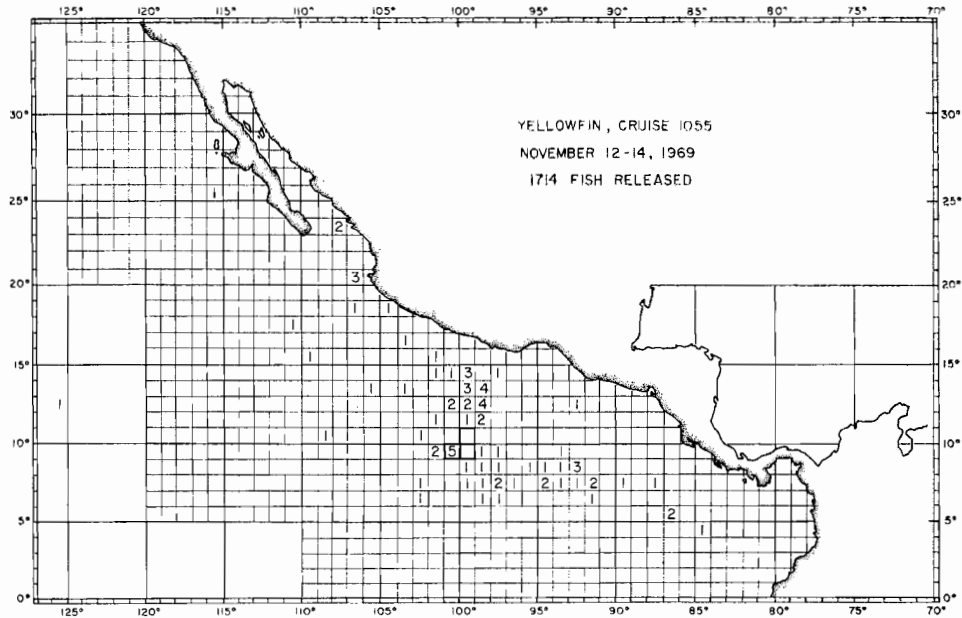


FIGURE 12. Recoveries from 1,714 tagged yellowfin released during cruise 1055, November 12-14, 1969.

FIGURA 12. Recobro de 1,714 atunes aleta amarilla marcados y liberados durante el crucero 1055, noviembre 12-14, 1969.

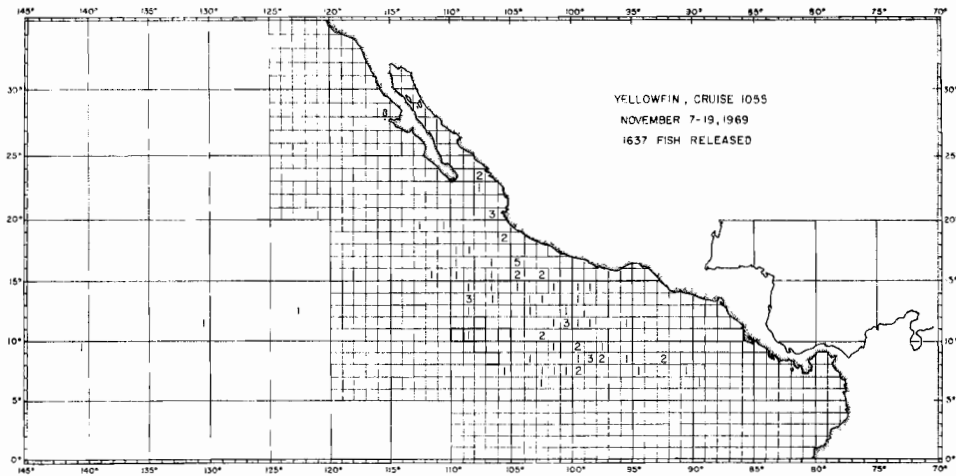


FIGURE 13. Recoveries from 1,637 tagged yellowfin released during cruise 1055, November 7-19, 1969.

FIGURA 13. Recobro de 1,637 atunes aleta amarilla marcados y liberados durante el crucero 1055, noviembre 7-19, 1969.

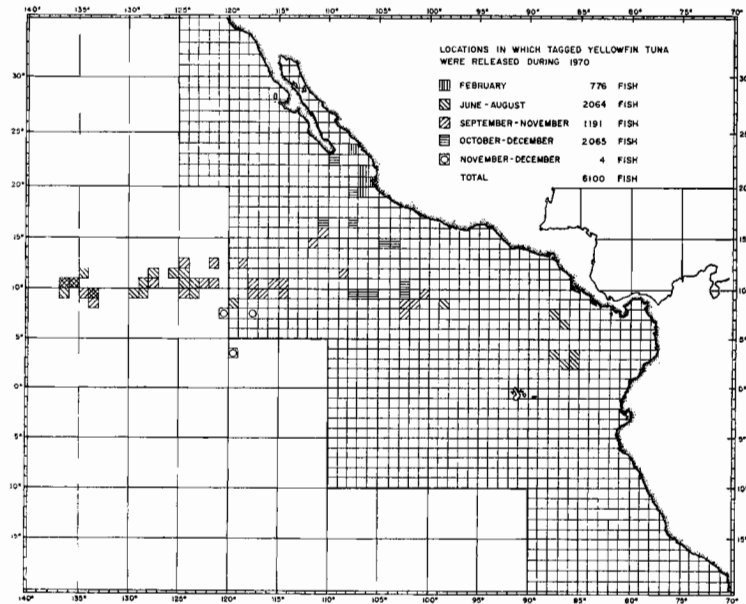


FIGURE 14. Locations in which 6,100 tagged yellowfin tuna were released during 1970.

FIGURA 14. Localidades en las que se liberaron 6,100 atunes aleta amarilla marcados durante 1970.

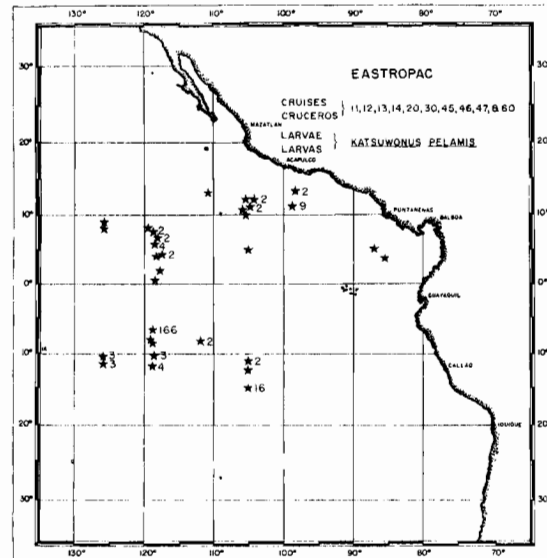


FIGURE 15. Distribution of EASTROPAC stations at which larval skipjack tuna were collected. Each star represents a station at which at least one larva was collected. A catch of more than one is denoted accordingly.

FIGURA 15. Distribución de las estaciones de EASTROPAC en las cuales se colectaron larvas de atún barrilete. Cada estrella representa una estación en la que por lo menos se obtuvo una larva. La captura de más de una larva se indica por lo consiguiente.

TUNA COMMISSION

CURRENTMETER STATION 7 JULY 21, 1970
 MAP SCALE = 1 INCH/2.2 KM

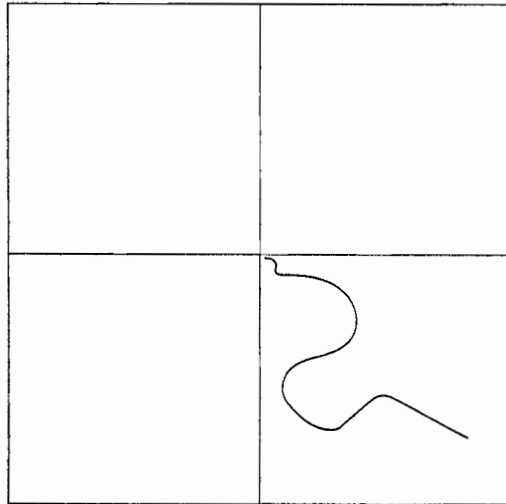


FIGURE 16. Progressive vector diagram of currents in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Current meter was positioned 10m below the surface and moored in 75m of water near the entrance to the Gulf. Measurements of current speed and direction were recorded automatically over a period of 25^h 30^{min}. North is at the top, east is to the right.

FIGURA 16. Diagrama progresivo del vector de las corrientes en el Golfo de Guayaquil, Ecuador. El correntómetro fue colocado 10 m debajo de la superficie y anclado en 75 m de agua cerca a la entrada del golfo. Las medidas de la velocidad de la corriente y dirección fueron registradas automáticamente por un período de 25 horas 30 minutos. El norte se encuentra arriba, el este hacia la derecha.

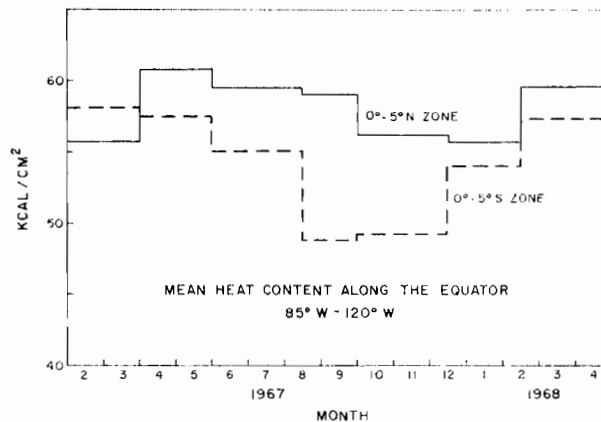


FIGURE 17. Mean heat content (in kcal/cm²) along the Equator in the eastern Pacific Ocean during 1967-1968. Zonal bands extend for 5° to the north and south of the equator and from 85°W to 120°W. Integration extends over the water column from the surface to 25m.

FIGURA 17. Media del contenido de calor (en kcal/cm²) a lo largo del ecuador en el Océano Pacífico oriental durante 1967-1968. Las franjas zonales se extienden 5° al norte y sur del ecuador y desde los 85°W hasta los 120°W. La integración se extiende en la columna de agua, desde la superficie hasta los 25 m.

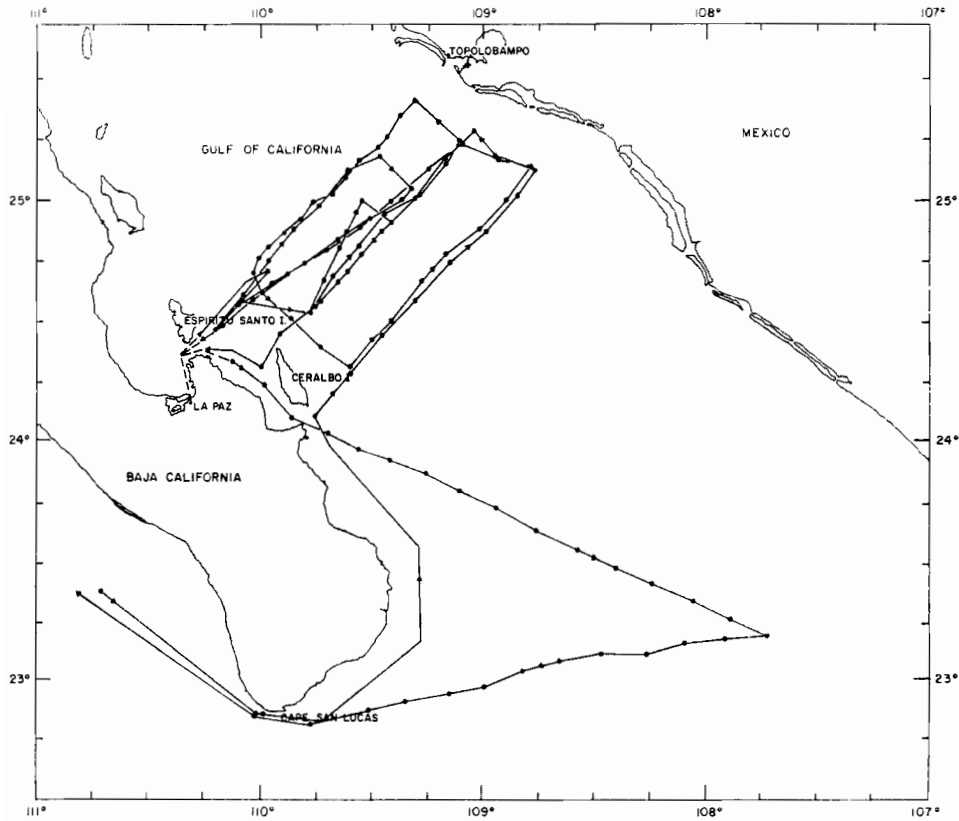


FIGURE 18. Cruise track and station positions for Project Little Window, 15-21 March 1970. In addition to the observations made at the stations, surface temperature and salinity were measured continuously along the cruise track.

FIGURA 18. Derrotero del crucero y localidad de las estaciones para el Proyecto "Little Window," 15-21 marzo 1970. Además de las observaciones realizadas en las estaciones, se midió continuamente la temperatura superficial y la salinidad a lo largo del derrotero.

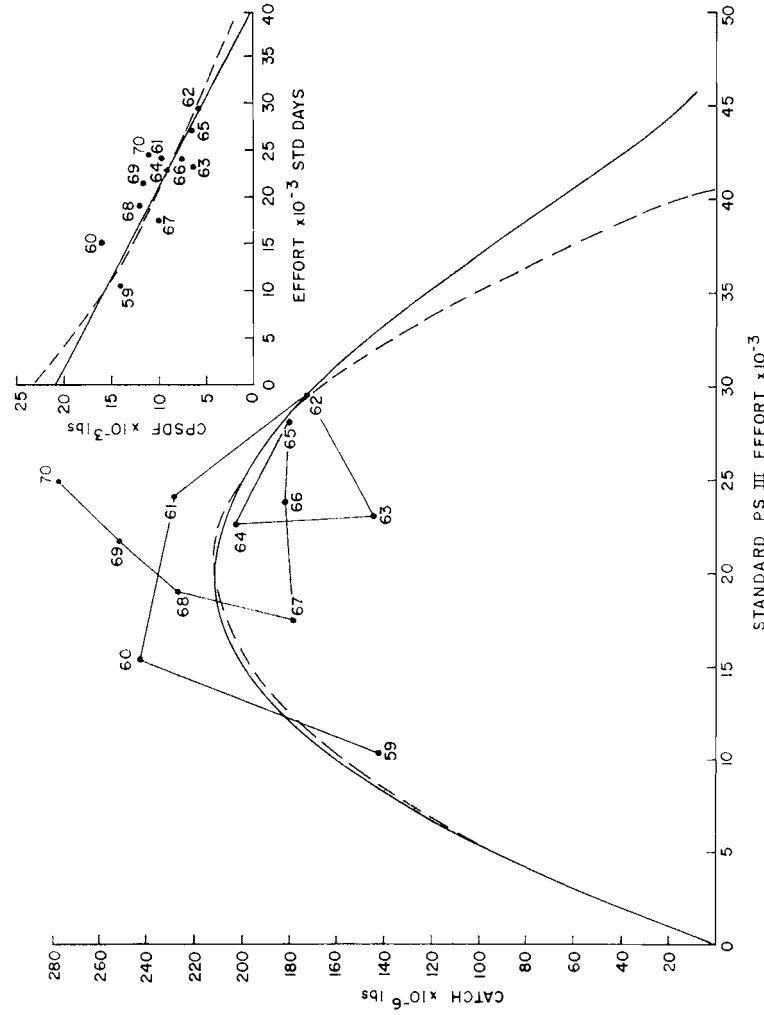


FIGURE 19. Relationships between effort and catch and between catch per effort and effort (upper panel) for the fishery for yellowfin tuna within the CRA from 1959 through 1970. Effort expressed in standard purse-seine Class 3 units. Dashed line represents symmetrical logistic curve and solid line the asymmetrical general productivity curve.

FIGURA 19. Relaciones que existen entre el esfuerzo y la captura, y entre la captura por esfuerzo y el esfuerzo (recuadro superior) para la pesca del aleta amarilla dentro del ARC desde 1959 hasta 1970. El esfuerzo se encuentra expresado en unidades standard de la Clase 3 de cerqueros. La línea a puntos representa la curva simétrica logística y la línea sólida la curva asimétrica de productividad general.

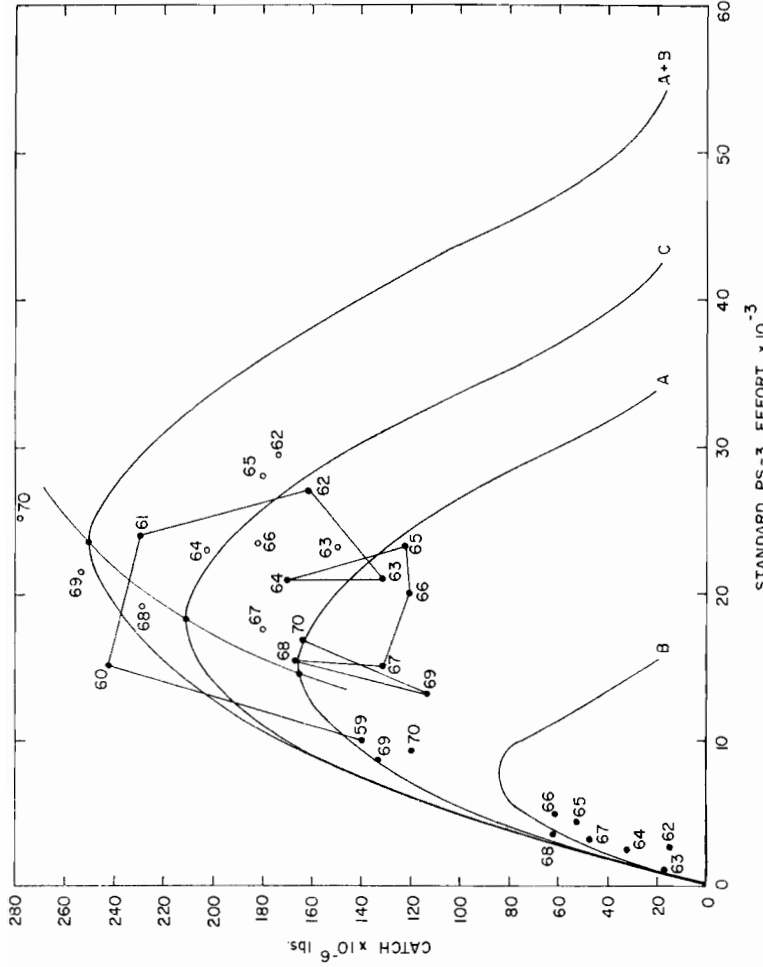


FIGURE 20. Relationships between effort and catch for the yellowfin fishery within the CRA. Curve B represents the outer area within the CRA (A2), curve A the inner area of the CRA (A1), curve C represents the best fit to the combined data of areas A1 + A2 and curve A+B represents merely an addition of curves A and B.

FIGURA 20. Relación que existe entre el esfuerzo y la captura para la pesca del aleta amarilla dentro del ARC. La curva B representa el área exterior dentro del ARC (A2), la curva A el área interior del ARC (A1), la curva C representa el mejor ajuste de los datos combinados de las áreas A1 + A2, y la curva A + B representa solo una adición de las curvas A y B.

TABLE 1. Catch of yellowfin and skipjack tuna in the Commission's Regulatory Area (CRA), in millions of pounds, 1958-1970.

TABLA 1. Captura de atún aleta amarilla y de barrilete en el Area Reglamentaria (ARC) de la Comisión, en millones de libras, 1958-1970.

Year Año	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Total
1958	148.4	161.1	309.5
1959	140.5	174.1	314.6
1960	244.3	103.0	347.3
1961	230.9	152.7	383.6
1962	174.1	156.8	330.9
1963	145.5	212.2	357.7
1964	203.9	130.6	334.5
1965	180.1	172.2	352.3
1966	182.3	133.1	315.4
1967	179.3	265.0	444.3
1968	229.1	155.9	385.0
1969	252.8	127.5	380.3
1970*	283.5	105.0	388.5

*preliminary—preliminar

TABLE 2. Logged yellowfin and skipjack tuna catch by major areas of the CRA, in thousands of short tons, 1967-1970.

TABLA 2. Capturas registradas de atún aleta amarilla y de barrilete por áreas principales del ARC, en miles de toneladas cortas, 1967-1970.

Yellowfin — Atún aleta amarilla								
Area of catch Area de captura	1967 NR	1967 R	1968 NR	1968 R	1969 NR	1969 R	1970* NR	1970* R
North of 20°N Al norte de los 20°N	26.0	3.1	19.4	1.7	14.6	8.7	19.6	6.5
15°-20°N	7.9	0.1	12.3	0.3	11.7	0.7	27.4	0.6
10°-15°N	18.0	0.0	40.4	0.4	28.4	0.1	23.2	0.0
5°-10°N	8.0	0.1	15.6	1.2	38.6	0.3	31.1	0.1
0°- 5°N	1.4	0.0	1.5	0.6	5.2	0.3	2.5	0.0
South of 0° Al sur de los 0°	11.1	1.4	9.0	0.4	3.3	2.2	7.3	2.4
Total	72.4	4.7	98.2	4.6	101.8	12.3	111.1	9.6

Skipjack — Barrilete								
Area of catch Area de captura	1967 NR	1967 R	1968 NR	1968 R	1969 NR	1969 R	1970* NR	1970* R
North of 20°N Al norte de los 20°N	11.2	23.6	6.3	1.1	1.7	6.9	3.9	16.1
15°-20°N	1.4	1.0	0.9	0.9	0.4	1.5	1.8	2.0
10°-15°N	0.4	0.0	11.1	1.2	2.1	0.0	2.1	0.0
5°-10°N	0.7	0.5	5.6	10.5	4.6	0.5	2.4	0.0
0°- 5°N	3.5	1.1	0.8	1.1	0.4	2.2	0.2	0.0
South of 0° Al sur de los 0°	49.8	10.6	13.6	5.7	6.7	13.5	4.1	1.8
Total	67.0	36.8	38.3	20.5	15.9	24.6	14.5	19.9

NR = non-regulated—sin reglamentación

R = regulated—reglamentado

* = preliminary—preliminar

TABLE 3. Landings of yellowfin and skipjack tuna from the CRA, in millions of pounds, 1940-1970.
 TABLA 3. Desembarques de atún aleta amarilla y barrilete provenientes del ARC, en millones de libras, 1940-1970.

Year Año	Landed in or transhipped frozen to the United States (including Puerto Rico and American Samoa) Desembarcado o transbordado congelado a los Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico y Samoa)				Total landings from the CRA Desembarques totales provenientes del ARC				
	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Not identified by species No identificados por especies	Total	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete	Not identified by species No identificados por especies	Total	Percent yellowfin Porcentaje aleta amarilla
1940	113.9	56.6	—	170.5	114.6	57.6	—	172.2	67
1941	76.7	25.6	—	102.3	76.8	25.8	—	102.6	75
1942	41.5	38.7	—	80.2	42.0	39.0	—	81.0	52
1943	49.3	28.9	—	78.2	50.1	29.4	—	79.5	63
1944	63.1	30.0	1.1	94.3	64.1	31.2	1.1	96.4	66
1945	87.3	33.3	—	120.6	89.2	34.0	—	123.2	72
1946	128.4	41.5	—	169.9	129.7	42.5	—	172.2	75
1947	154.8	52.9	—	207.8	160.1	53.5	—	213.6	75
1948	199.8	60.9	3.7	260.9	200.3	61.5	7.3	269.1	76
1949	191.7	80.6	1.2	273.5	192.5	81.0	9.2	282.7	70
1950	204.7	126.8	—	331.5	224.8	129.3	—	354.1	63
1951	181.8	118.3	0.2	303.9	183.7	121.1	3.7	308.5	60
1952	191.3	89.2	2.8	283.3	192.2	90.8	4.5	287.5	68
1953	138.3	133.6	—	271.9	138.9	133.7	1.6	274.2	51
1954	135.0	172.2	0.1	307.3	138.6	173.7	1.5	313.8	44
1955	135.4	127.1	—	262.5	140.9	128.0	—	268.9	52
1956	169.0	148.5	—	317.5	177.0	150.3	—	327.3	54
1957	152.5	126.9	—	279.4	163.0	128.3	1.3	292.6	56
1958	141.9	158.3	—	300.2	149.9	164.9	0.4	315.2	48
1959	131.3	165.0	—	296.3	145.4	177.6	—	323.0	45
1960	225.7	92.6	—	318.3	234.2	110.5	0.7	345.4	68
1961	227.4	118.2	—	345.6	239.8	143.1	—	382.9	63
1962	154.8	143.6	—	298.4	172.5	161.4	—	333.9	52
1963	133.9	172.2	—	306.1	144.3	205.1	—	349.4	41
1964	183.6	107.8	—	291.4	197.7	125.2	—	322.9	61
1965	177.7	155.3	—	333.0	188.7	185.9	—	374.6	50
1966	170.8	114.4	—	285.2	187.9	132.4	—	320.3	59
1967	167.2	232.5	—	399.7	180.8	269.8	—	450.6	40
1968	205.8	125.2	—	331.0	229.0	155.8	—	384.8	60
1969	229.5	112.3	—	341.8	253.1	128.4	—	380.8	66
1970*	246.6	85.2	—	331.8	283.5	105.3	—	388.8	73

*Preliminary—preliminar

TABLE 4. Percentages of the landings of California-based vessels that were caught by baitboats in the CRA, 1948-1970.

TABLA 4. Porcentajes de atún capturado por los barcos de carnada del total descargado por barcos con base en California, 1948-1970.

Year Año	Yellowfin Atún aleta amarilla	Skipjack Barrilete
1948	81.9	92.3
1949	86.6	94.1
1950	80.6	89.6
1951	90.8	88.7
1952	82.8	87.2
1953	73.1	90.8
1954	85.9	87.8
1955	77.8	88.8
1956	72.9	95.3
1957	76.5	93.5
1958	66.4	92.5
1959	49.5	87.8
1960	22.9	74.7
1961	12.6	30.0
1962	12.9	14.2
1963	11.0	11.9
1964	5.9	12.2
1965	9.3	17.4
1966	8.0	20.4
1967	5.8	11.1
1968	5.4	11.4
1969	8.0	14.1
1970*	5.5	22.1

*preliminary—preliminar

TABLE 5. Number of tuna fishing vessels operating in the CRA by flag, gear, size-class and capacity during 1970.

TABLA 5. Número de barcos pesqueros atuneros que maniobraron en el ARC por bandera nacional, arte, clase de tamaño y capacidad de acarreo durante 1970.

Flag Bandera	Gear Arte	Vessel size class Clase de tamaño del barco						Total No. of vessels No. total de barcos	Total capacity in short tons Capacidad total en ton. cortas
		1	2	3	4	5	6		
Canada	Seiner				1	2	4	7	4,010
Costa Rica	Baitboat			1					
Japan*	Seiner				1				
Peru	Seiner				1				
Spain	Seiner						1		
(total, Costa Rica, Japan, Peru and Spain)								4	1,083
Ecuador	Baitboat	59						59	1,475
	Seiner		4	1		2		7	1,092
	Bolichera	6						6	150
Mexico	Baitboat		1	2				3	310
	Seiner		1	6	4	1		12	2,494
Panama	Seiner						3	3	1,701
U.S.A.	Baitboat	21	11	7	4	1		44	3,827
	Seiner		1	16	26	22	56	121	56,184
All flags and gear Todas las banderas y arte		86	18	33	37	28	64	266	72,326

*The number of Japanese longline vessels operating in the CRA during 1970 varied from 24 to 39. Capacity information not available.

El número de barcos palangreros japoneses que maniobraron en el ARC durante 1970 fluctuó de 24 a 39. No se dispone de la información de la capacidad de acarreo.

TABLE 6. Number of baitboats and purse seiners based in U.S. ports (including Puerto Rico).

TABLA 6. Número de barcos de carnada y cerqueros con base en puertos de los Estados Unidos (Puerto Rico inclusive).

Size class clase de tamaño	Capacity (short tons) Capacidad (toneladas cortas)	Baitboats — Barcos de carnada						
		1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
1	Under 51 - Menos de 51	16	21	25	21	23	17	21
2	51 - 100	5	7	9	9	11	12	11
3	101 - 200	11	12	11	10	10	9	7
4	201 - 300	2	3	5	4	4	4	4
5	301 - 400	1	1	2	2	2	1	1
6	401 and over - 401 y más	0	0	0	0	0	0	0
	Sub-total	35	44	52	46	50	43	44
		Purse seiners — Barcos cerqueros						
1	Under 51 - Menos de 51	0	0	0	0	0	0	0
2	51 - 100	0	0	0	0	0	0	0
3	101 - 200	29	27	22	22	22	19	17
4	201 - 300	34	35	32	30	28	28	24
5	301 - 400	28	28	28	25	24	23	21
6	401 and over - 401 y más	20	21	20	24	30	44	56
	Sub-total	111	111	102	101	104	114	118
	TOTAL	146	155	154	147	154	157	162

TABLE 7. 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. The size classes of the vessels are defined in Table 6.

TABLA 7. 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. La clase de tamaño de los barcos se define en la Tabla 6.

BAITBOATS — BARCOS DE CARNADA								
Class Clase	Yellowfin — Atún aleta amarilla				Skipjack — Barrilete			
	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970
1	1,127	1,067	4,598	1,978	1,795	1,226	274	1,137
2	2,719	1,952	7,711	2,392	4,707	2,256	1,216	2,846
3	4,996	4,499	8,367	5,817	7,699	2,255	2,578	4,808
4	12,136	5,788	7,819	6,108	10,149	4,801	2,419	5,040
5	7,654	7,351	*	*	7,154	7,299	*	*
6	—	—	—	—	—	—	—	—
Standardized to Class 4 — Standardizado a la Clase 4								
	6,741	5,217	10,643	6,631	8,533	4,011	2,809	4,980
PURSE SEINERS — BARCOS CERQUEROS								
Class Clase	Yellowfin — Atún aleta amarilla				Skipjack — Barrilete			
	1967	1968	1969	1970	1967	1968	1969	1970
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	17,593	13,630	15,485	15,741	2,725	1,948	1,291	1,017
4	15,474	14,986	16,146	14,884	5,813	3,430	1,594	1,534
5	20,513	23,424	24,382	18,893	5,838	5,131	1,574	2,290
6	13,518	30,666	33,748	31,386	41,540	16,056	5,701	2,892
Standardized to Class 3 — Standardizado a la Clase 3								
	14,286	17,146	17,777	16,578	11,137	5,750	2,270	1,594

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

TABLE 8. Correlation coefficients for deviation ratios of annual indices of skipjack abundance and mean sea temperature deviations along the equator, 180°-130°W, during November-February, approximately 1½ years earlier.

TABLA 8. Coeficientes de correlación para las razones de desviación de los índices anuales de la abundancia del barrilete y desviaciones de la media de temperatura del mar a la largo del ecuador, 180°-130°W, durante noviembre-febrero, aproximadamente un año y medio antes.

Deviation ratio Razón de la desviación	Period Período	N	r _d	r
Total catch	1951-1969	19	0.44 n.s.	0.50*
Captura total	1951-1970 ⁺	20	0.31 n.s.	0.40 n.s.
CPUE: Baitboats & seiners combined	1951-1969	19	0.46 *	0.62**
CPUE: Clípers y cerqueros combinados (≥ 13,000 S.D.F.)	1951-1970 ⁺	20	0.30 n.s.	0.50*
CPUE: Seiners	1961-1969	9	0.73 *	0.69*
CPUE: Cerqueros (≥ 13,000 S.D.F.)	1961-1970 ⁺	10	0.46 n.s.	0.54 n.s.

CPUE = Catch per unit of effort (captura por unidad de esfuerzo); S.D.F. = standardized day's fishing (día standard de pesca); r_d = Spearman's rank-difference coefficient of correlation (diferencia del coeficiente de correlación por rangos de Spearman); r = product-moment coefficient of correlation (coeficiente de correlación producto-momento); n.s. = not significant (no significativo); * P ≤ 0.05; ** P ≤ 0.01; + = preliminary data for 1970 (datos preliminares de 1970).

TABLE 9. Temperature distributions of yellowfin and skipjack larvae, Shunyo-Marú data, Western Pacific, June 1960-December 1968. \bar{X} , G and H are given as number of larvae per paired tows (Program A) or number of larvae per successful paired tows (Program B).

TABLA 9. Distribuciones de temperatura para las larvas de atún aleta amarilla y barrilete, datos del Shunyo-Marú, Pacífico occidental, junio 1960-diciembre 1968. \bar{X} , G y H, se indican como el número de larvas de arrastres pares (Programa A) o número de larvas por arrastres pares con éxito (Programa B).

Surface temperature (°C)		<18.5													>31.4			
Temperatura superficial (°C)		<18.5													>31.4			
Total N = 1149		N	0	3	11	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	12
PROGRAM A—INCLUDES ALL ZERO CATCHES — PROGRAM A—INCLUYE TODAS LAS CAPTURAS CERO																		
Yellowfin	PST	0	0	0	0	0	0	0	0	2.17	0	11.84	21.35	35.22	55.66	44.16	83.33	0
Aleta amarilla	\bar{X}	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.22	1.02	3.12	4.01	2.42	5.75	0
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	0.02	0	0.13	0.37	0.82	1.39	0.89	3.39	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0	0.08	0.18	0.35	0.67	0.45	1.86	0
PROGRAM B—SUCCESSFUL TOWS ONLY — PROGRAM B—SOLO ARRASTRES CON EXITO																		
Yellowfin	NST	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	9	38	88	177	68	10	0
Aleta amarilla	\bar{X}	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	1.89	4.79	8.76	7.20	5.48	6.90	0
	G	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	1.66	3.03	3.84	3.34	2.88	4.50	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	1.48	2.16	2.26	2.08	1.91	2.87	0
PROGRAM A—INCLUDES ALL ZERO CATCHES — PROGRAM A—INCLUYE TODAS LAS CAPTURAS CERO																		
Skipjack	PST	0	0	0	0	0	0	0	4.00	10.87	40.82	46.05	56.18	65.18	68.55	71.43	100.00	0
Barrilete	\bar{X}	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0.17	1.24	3.76	3.34	7.35	13.92	10.63	10.33	0
	G	0	0	0	0	0	0	0	0.07	0.10	0.68	1.31	1.35	2.41	3.12	3.02	5.61	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	0.03	0.07	0.39	0.56	0.68	1.01	1.17	1.23	3.46	0
PROGRAM B—SUCCESSFUL TOWS ONLY — PROGRAM B—SOLO ARRASTRES CON EXITO																		
Skipjack	NST	0	0	0	0	0	0	0	1	5	20	35	100	162	218	110	12	0
Barrilete	\bar{X}	0	0	0	0	0	0	0	4.00	1.60	3.05	8.17	5.94	11.22	20.30	14.89	10.33	0
	G	0	0	0	0	0	0	0	4.00	1.43	2.42	4.64	3.20	4.87	6.03	5.27	5.02	0
	H	0	0	0	0	0	0	0	4.00	1.30	1.96	2.76	2.10	2.61	2.85	2.68	2.91	0

Sources: Ueyanagi, S. 1969. Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of the spawning areas of albacore, *Thunnus alaiunga* (In Japanese with English synopsis). Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., (2): 177-256; Ueyanagi, S., K. Mori, and Y. Nishikawa, 1969. Chapter 3. Research on distribution of larvae. In: Report on Fishing Survey in the Bismarck-Solomon Seas by Shunyo-Marú, October-December, 1968 (In Japanese with English synopsis). Far Seas Fish. Res. Lab., S. Series (1): 12-17 and 166-170.

Symbols: N = Number of paired tows; PST = Percent successful paired tows; NST = Number of successful paired tows; \bar{X} = Arithmetic mean; G = Geometric mean; H = Harmonic mean.

Símbolos: N = Número de arrastres pares; PST = Porcentaje de arrastres pares con éxito; NST = Número de arrastres pares con éxito; \bar{X} = Media aritmética; G = Media geométrica; H = Media armónica.

