

**INTER-AMERICAN  
TROPICAL TUNA COMMISSION**

**ANNUAL REPORT**

FOR THE YEAR

**1962**

---

**COMISION INTERAMERICANA  
DEL ATUN TROPICAL**

**INFORME ANUAL**

CORRESPONDIENTE AL AÑO

**1962**

La Jolla, California

1963

**CONTENTS — INDICE**

Annual Report of the Commission (Versión en inglés).....3-17

Informe Anual de la Comisión (Spanish version).....18-34

**Appendix (Versión en Inglés)**

A. Report of the Director on the investigations during  
the year 1962.....35-88

**Apéndice (Spanish version)**

A. Informe del Director sobre las investigaciones  
efectuadas durante el año 1962.....89-149

**REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION  
FOR THE YEAR 1962**

The Inter-American Tropical Tuna Commission, pursuant to the provisions of the Convention, has the duty of collecting and interpreting factual information to facilitate maintaining the populations of tunas, and of tuna baitfishes, supporting the fisheries pursued by nationals of its Member Governments in the Eastern Pacific Ocean, at levels which will permit maximum sustainable average harvests year after year. This requires a wide variety of research into the biology, life history, ecology and population dynamics of the several species, and investigations into the effects of both natural factors and fishing activity on their abundance and on the harvests they can sustain. The research is conducted by a permanent, internationally recruited scientific staff, employed directly by the Commission, selected on the basis of professional competence by the Director of Investigations.

On the basis of research results, the Commission, as directed by the Convention makes recommendations, as necessary from time to time, for joint action by the High Contracting Parties to maintain the fish populations at levels which will permit continuing maximum sustainable harvests.

Prior to 1960, research results indicated that none of the species of concern to the Commission was yet subjected to fishing effort above that corresponding to maximum sustainable yield. However, with the conversion of many vessels from baitfishing to purse-seining during 1959-1961, with the addition of some new vessels, with increasing local fisheries in some Latin American countries, and with an increase in longlining by Japanese-flag vessels, the intensity of fishing after 1960 has surpassed the level corresponding to maximum sustainable catch of yellowfin tuna. The Commission, therefore, on 14 September 1961, recommended the need for conservation action, and further recommended the establishment during the year 1962 of a catch limit of 83,000 tons of yellowfin tuna. This was reaffirmed at the Commission's annual meeting on May 17, 1962. Regulations have not yet been put into effect. The catch in 1962 was approximately 85,200 tons, and the intensity of fishing, although due to economic circumstances a little less than in 1961, continued during 1962 at a level well above that corresponding to maximum sustainable yield of yellowfin. A recommendation for an appropriate catch limit on yellowfin tuna during 1963 will probably be made at the Commission's annual meeting early in 1963.

Action by the Member Governments, and others, in response to the Commission's recommendations will present the Commission with the continued necessity to measure carefully effects of regulations, to verify whether results are in accordance with forecasts, and further to refine estimates and recommendations based on increasingly detailed knowledge of the yellowfin stocks.

With decreasing abundance of yellowfin, the fishermen are turning greater attention to skipjack, the 1962 catch of which reached about

80,000 tons, almost equal to previous record years. It is anticipated that the rate of exploitation of this species will increase further. While it is quite evident that the skipjack stocks can sustain yet considerably larger catches, the resurgence of the fishery for this species demands that adequate research be conducted, to provide the Commission with the necessary information for ascertaining, in good time, the level of maximum sustainable catch of that species, and to provide adequate knowledge of its biology, life history, and population dynamics on which to base conservation recommendations when needed. Since the members of this species supporting the fishery off the Americas evidently range much farther westward, and because it seems probable that the population structure, migrations, and other aspects of the biology of the skipjack are quite complex, the necessary research will be more difficult and costly than has been work on yellowfin. The level of required research is quite beyond the present financial means of the Commission.

#### **Program of investigations**

The planned program during fiscal year 1962-63, as prepared by the Director of Investigations, and as approved by the Commission, included the following:

- 1. Collection, compilation and analysis of catch statistics, logbook data, and related information**
  - a. Continuing routine collection and compilation of current data on catch and fishing effort, with the time-lags now in effect.
  - b. Calculation of statistical indices of tuna abundance, with continuing attention to comparability of indices based on different types of gear.
  - c. Continuing research to monitor the effects of fishing on the stocks, and the effect of changes in the abundance and distribution of the fish stocks on the operating patterns of the fishing fleets.
  - d. Research in theoretical population dynamics, by the use of mathematical models, to describe and predict effects of fishing on stock and yield.
- 2. Investigations of life history, biology, population structure, and vital statistics of yellowfin and skipjack tunas**
  - a. Studies of population structure and migrations.
    - (1) Tagging—Continuation of tagging from commercial vessels at about the current scale. Augmentation of tagging from chartered vessels to liberate larger numbers of tagged fish in areas of inadequate information, such as the Galapagos Islands. Continued analysis of tag-recovery data to measure migrations, diffusion, growth, mortality rates and catchability coefficients.
    - (2) Conducting of genetic research by blood-typing on as broad a basis as practicable; attempting to obtain samples from areas to the westward of the region of the American fishery.
    - (3) Continuation of analysis of size-frequency data and their correlation with tagging and other information to infer population structure.
  - b. Sampling for size composition on a continuing basis in California, Costa Rica, Peru and elsewhere as possible; routine processing by digital computer.
  - c. Continuation of research on vital statistics (age, growth, mortality and year-class strength) from size-composition data in conjunction with data on catch and effort. While continuing studies of yellowfin tuna, increased effort to be devoted to study of skipjack.
  - d. Continued development and application of mathematical models based on vital statistics, to compare with the results from models based on catch and effort data alone, to improve our understanding of the dynamics of tuna populations and as a basis of monitoring the effects of fishing (and fishing regulations) on the stocks.

- e. Studies of spawning and early life history.
  - (1) Collection of additional data on tuna fecundity, incidental to other work.
  - (2) Continuation of collection and study of larvae and juveniles, incidental to other research, and through the courtesy of cooperating laboratories.
- f. Composition and behavior of tuna schools.
  - (1) Collection and analysis of information on results of individual purse seine sets.
  - (2) Collection and analysis of information on size composition of individual tuna schools (in cooperation with U. S. Bureau of Commercial Fisheries).

### 3. Oceanography and tuna ecology

- a. Continued analysis of accumulated oceanographic and meteorological data to elucidate seasonal and annual variations in physical, chemical and biological factors, and to understand both large and small-scale oceanic processes, and their relation to the tunas.
- b. Continuation of the study of the physical, chemical, and biological oceanography of the Gulf of Guayaquil and the adjacent oceanic region, in cooperation with the Fisheries Institute of Ecuador and the Institute of Marine Resources Research of Peru.
- c. Continuation of study of indicator organisms (chaetognaths) based on material already collected.
- d. Continued cooperation and assistance to other agencies studying fishery oceanography in the Eastern Tropical Pacific.

### 4. Research on baitfishes

- a. Studies in the Gulf of Nicoya—continuation of present monitoring program, based on shoreside observations and materials from commercial fishermen. Study of accumulated collections.
- b. Studies in the Gulf of Panama.
  - (1) Continued collection of recoveries of tagged anchovetas, from 1960-1961 experiments, at reduction plants and analysis of resulting data.
  - (2) Collection and analysis of size-frequency samples of commercial catches of anchovetas.
  - (3) Completion of reports on past investigations.
- c. Studies in Ecuador (in cooperation with the Fisheries Institute of Ecuador).
  - (1) Collection, by sampling from our research vessel and by sampling commercial catches, of anchovetas, thread herring and other clupeoid and engraulid fishes in the Gulf of Guayaquil. Limited sampling as facilities permit, of other localities.
  - (2) Studies of the physical, chemical, and biological oceanography (see details given above).
  - (3) Analysis of samples and data with respect to taxonomy, life history and ecology of clupeoid and engraulid fishes.
- d. Routine compilation and analysis of statistical data on baitfish catches, and analysis of other accumulated data, at headquarters laboratory.

Unfortunately, funds for research during the fiscal year have been less than anticipated, decreasing to \$363,000 from \$384,000 the previous year, and, at the same time, costs have risen due to planned salary increases for which no new funds have been appropriated. It has been, therefore, necessary to curtail the planned program in the following ways:

- (1) A decrease in amount of tuna-tagging from commercial vessels, and restriction of charter work to areas not requiring long voyages from port.
- (2) Less extensive blood-typing than planned.
- (3) Discontinuance of the laboratory at Puntarenas, Costa Rica, at the end of 1962. The Panama laboratory will also be closed early in 1963.
- (4) Lesser acceleration of research on skipjack than had been anticipated.

Although the research of the staff continues to be fruitful, there are developing serious deficiencies, especially in those avenues of research demanding costly work at sea from research vessels and chartered fishing craft. The Commission has recommended a substantial increase in research funds, to make it possible to conduct an adequate research program, but these have, so far, not been forthcoming. It is anticipated that this continuing lack of adequate support will have serious effects on the ability of the Commission to fulfill its mission under the Convention, especially if the skipjack fishery should undergo a rapid expansion.

#### **Progress on investigations**

On those lines of research within the financial capabilities of the Commission, fair progress was made during the year 1962. The collection, analysis, and interpretation of catch-statistical data, and market-measurements, has continued uncurtailed, since these data are vital to monitoring the fishery. Further progress has been made on research on population structure, dynamics, and ecology of yellowfin tuna, and some research on these aspects of skipjack biology has been advanced. Research on physical, chemical and biological oceanography, except for field studies in the Gulf of Guayaquil and adjacent waters, and participation in a Navy-sponsored cruise of the Chilean training ship *Esmeralda*, has, of necessity, been confined to analysis and interpretation of accumulated data, augmented by some new observations of other agencies. Research on bait species has been much curtailed, and will be further curtailed during 1963.

The staff has maintained in full operation the system of collection of essentially complete records of total tuna landings from the entire Eastern Pacific, and the gathering of logbook records from a very large share of the long-range fishing vessels. Processing and analysis of these data, and of data on size composition of catches from the market-measurement program, has been kept very nearly current, in order to provide measurements of the total tuna catch, apparent abundance of tuna stocks, their geographical distribution, and the effects of the fishery on them.

During 1962, due to some economically induced curtailment of operations of the U. S. fleet, the intensity of fishing for yellowfin tuna decreased slightly, but remained well above the level corresponding to maximum sustainable yield which, according to our most recent estimates is about 183 million pounds at about 32,400 standard units of effort. As expected, following the record harvests of 1960 and 1961, which substantially diminished the stocks, and despite a fishing intensity only a little below that of 1961, the catch of yellowfin in 1962 dropped substantially to 171 million pounds (*not* including fish captured but lost before landing). There was, during the year, a further shift of origin of catch toward the most southerly areas. The trend of total catch, and the trend of apparent abundance, however, suggest that the fishery was, by the end of the year, approaching equilibrium at the current level of fishing effort. Comparison of the catch and effort data of 1962 with the theoretical equilibrium situation

(see Figure 4 of the Director's report) also suggests this. This situation, however, leaves the yellowfin stocks, in the aggregate, still somewhat overfished. Furthermore, unless economic factors again prevent the fleets from applying their full potential capabilities, in the absence of regulations, it is expected that the effort will increase again in 1963. This should result in little or no increase in landings, and a further reduction of the stocks toward an even more unfavorable situation in the subsequent year.

During 1962, with declining yellowfin catches, the fleet turned attention to skipjack, especially in the more southerly areas, and the catch of that species increased substantially to near its all-time high. The skipjack population of the Eastern Pacific remains, however, underfished at present levels of effort.

The U. S. fleet of baitboats further declined, especially the larger vessels which have now nearly all converted to seining. This has resulted in a further drop in use of bait species, and a decline in use of anchovetas in favor of northern anchovies and sardines, which are used by the smaller baitboats fishing off Baja California. The fleet of small baitboats in Ecuador has, however, increased. Anchovetas continue to be used in substantial quantities in the Gulf of Panama for reduction to meal and oil, but it appears that this fishery is yet too small appreciably to affect the anchoveta population.

Further analyses have been made of data on results of individual sets of purse-seine vessels. It has been possible to correct for effects of vessel size on catch-per-successful-set, to make data comparable over the years when the size-composition of the fleet has been changing. The corrected data, over the period 1956-1961 show little change in catch-per-set of yellowfin, while the abundance has declined. This, it is believed, indicates that, with declining abundance, there is a decrease in the number of yellowfin schools, but little decrease in average size of school. There is a notable difference in school size, as indicated by the catch-per-set, in regions north and south of the vicinity of the Gulf of Tehuantepec. Further analysis of data on assistance of aircraft to seiners, indicates that the increase in mean catch-per-successful-set with such assistance is due to the selection against schools less than about 20 tons by the aircraft spotters.

Research on population structure, migrations, and vital statistics of tunas, continued to be pursued through tagging, genetic research on blood-types, and studies of size composition of the commercial catch.

Analysis of growth data on yellowfin, encompassing both data for seiners and baitboats, and including data from earlier years than our own sampling through the courtesy of the California State Fisheries Laboratory, has permitted more careful examination of variations of growth rates among year classes. It appears that there may be some differences in growth of different year classes during the first year of life, but that thereafter such differences are absent or negligible. Recalculation of the "best" estimate of parameters of the Von Bertalanffy growth curve for

yellowfin yielded results essentially similar to those obtained before, with less data.

The determination of growth from size-composition data of yellowfin tuna has involved plotting modal sizes of fish against time, which requires that year classes be identified. This is probably not possible for skipjack, since it appears that the observed modal progressions may not represent year classes or, if so, they are difficult to identify. However, it seems possible to obtain the constants in the Von Bertalanffy growth equation from modal progressions by a different mathematical technique. This has been investigated, employing the yellowfin data, with quite satisfactory results, and will be applied to skipjack during the forthcoming year.

Except for one commercial vessel cruise from California, and some tagging from commercial operations from Peru, tuna tagging during 1962 was confined to one charter cruise in June off Baja California. This charter cruise was very successful, liberating several thousand tunas of both species, from which exceptionally high recovery rates have been obtained.

Further research has been done on methods of analysis of tag recovery data to obtain more precise estimates of fishing and natural mortality rates, and a great deal of analysis of accumulated data is in process and will be completed for publication during the next year.

Two recoveries during the summer of 1962 of skipjack tuna, near Hawaii, which had been tagged about two years previously off Baja California, provided direct confirmation of the hypothesis that some, at least, of the population off the American coast range far to the westward.

During 1962 additional blood-typing, of yellowfin tuna and skipjack was accomplished off Baja California, Ecuador, and Central America, using phyto-hemagglutinins. Analysis of all of our yellowfin data to date, employing three reagents which contain lectins specific to erythrocyte antigens in a single blood-group system, support the earlier conclusion of a separation of populations between Hawaii and the American coast. There is also an indication of heterogeneity of populations in the Eastern Pacific, but larger samples, especially from Central America, are required before this may be verified. We have yet discovered no differences among skipjack from different parts of the Eastern Pacific, nor between the Eastern Pacific and Hawaii.

Additional research on the physiological effects of handling and tagging of tuna, conducted on the charter cruise off Baja California in June, have extended the results obtained the previous year. Differences, in the build-up and removal of blood lactate, between the 1961 cruise which was done in warm waters off Central America, and the 1962 cruise in cooler waters off Baja California, point to the reasons for increased initial tagging mortality in the warmer waters.

The nature of schooling of tunas by size is of interest with respect to gear selectivity, as well as with respect to fundamental behavior patterns. Further analysis of data on size composition of individual schools has con-



firmed the tendency of yellowfin tuna to school by size, and has also shown that yellowfin schooled together with skipjack are of more nearly uniform size than yellowfin schooled together alone.

From analysis of data of longline catches, Vernon Brock has hypothesized that the number of fish per school is inversely related to the average size of the fish in the school. Analysis of data on individual schools captured by the American purse-seine fishery confirms this, and indicates that there is an approximately linear relationship between the logarithm of the number of fish in a school and the mean weight of the fish in the school.

Average relationships between fish length and fecundity of yellowfin tuna and skipjack in the Eastern Pacific have been computed. No differences in the relationship between fecundity and fish size for different Eastern Pacific areas were detected, but there appears to be a significant difference in fecundity at the same size between yellowfin tuna from Hawaii and the American coast.

Research on physical, chemical and biological oceanography has been largely confined to analysis of accumulated data, except for field work in the Gulf of Guayaquil and adjacent waters, and gathering of such other new data as can be done in cooperation with other agencies having capabilities for high-seas work which are beyond our present financial means.

In July and August 1962 interesting and useful data on the biological productivity of little-known offshore oceanic waters between San Francisco and Easter Island, and thence to Valparaiso, were obtained by one of our scientists aboard the Chilean training vessel *Esmeralda*, in cooperation with the Chilean Navy and the Office of Naval Research of the U. S. Navy. Additional physical, chemical and biological data have also been provided to us by the Institute of Marine Resources of Peru, and by the Scripps Tuna Oceanography Research Program and Marine Life Research Program of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California, although none of our personnel participated in the cruises.

The Commission's research program in the Gulf of Guayaquil, which is a two-and-a-half-year time-series study of the physical, chemical and biological oceanography of that gulf, and of adjacent waters, achieved completion of the first full year of field work in November 1962. Although very little of the data has yet been analyzed, it appears that there are notable differences in the hydrography and biological regimes of the different regions of the Gulf, although the rates of net primary biological production are everywhere rather high. This program is expected to yield data of importance with respect both to the ecology of the tunas and the ecology of bait fishes in this region. These researches and associated researches on bait fishes, are being carried forward in close cooperation with the Fisheries Research Institute of Ecuador, which is being supported by the Government of Ecuador and the Special Fund of the United Nations.

The EASTROPIC Atlas, mentioned in previous reports, has been com-

pleted and will be published early in 1963. This is a critical synthesis of synoptic data taken by five ships in the fall of 1955 in the Eastern Pacific between 10°S and 20°N. The data in this Atlas, together with other information, have already greatly advanced our knowledge of the general circulation of the Eastern Pacific, and will undoubtedly lead to further definitive results.

Accumulated data from a number of cruises by several agencies in the Eastern Pacific south of about 10°N are being used to compute a "productivity atlas" of the Southeast Pacific, showing the geographical distributions of surface phosphate, chlorophyll, primary production, and zooplankton volumes, emphasizing the relationships of these factors to upwelling and vertical mixing. The results should be helpful in understanding the geographical and temporal variations in abundance of tunas off northern South America.

Research on Chaetognatha as indicators of water types, especially off northern South America, has been nearly completed, and is expected to be helpful in understanding the nature and mechanisms of the "El Niño" phenomena, which markedly affect the tunas in that region, and elsewhere, from time to time.

A detailed study of the relationships between sea surface temperature and apparent abundance of yellowfin and skipjack tuna along the coast of the Americas has been completed. This shows quite clearly the effects of seasonal and annual variations in sea surface temperature on the geographical distribution of the tunas. It is also shown that there is a significant inverse relationship between the general temperature regime and deviations of apparent abundance of yellowfin tuna from average expectations based on a population dynamics model. Thus, the changes in sea surface temperature appear to be significantly related to an important component of the fishery-independent variations in apparent abundance of yellowfin tuna, which may be of both analytical and predictive value.

Research on bait fishes has been much curtailed during 1962, and will be further curtailed during 1963.

The investigations in the Gulf of Nicoya have been terminated, except for completion of analysis of some accumulated data, at our headquarters laboratory. Field work in the Gulf of Panama has been terminated, except for sampling at reduction plants and recovery of tags from the 1961 tagging experiment, which will be completed early in 1963. During 1963 it is expected that analysis of and publication on all accumulated data will be completed, at headquarters.

A paper on some aspects of the life history of *A. naso*, the important bait species of Manta, Ecuador, was completed, based on specimens and data collected in prior years. The main results have been discussed in previous Annual Reports.

Field work on bait species has been most intensely pursued in the Gulf of Guayaquil, where members of the staff are engaged in research

on the speciation, population structure, life history, and ecology of the thread herring, anchoveta, and other clupeoid and engraulid fishes, in conjunction with the study of the oceanography of the Gulf mentioned above. Ancillary to this work, collections are also being made, as practicable, at other locations along the Ecuadorian coast.

A more detailed report on the researches during 1962, by the Director of Investigations, is appended hereto as Appendix A.

#### **Publications of research results**

A very important aspect of the staff's activities is the publication of scientific reports and monographs. By this means the data, techniques and results of research are brought to the attention of other members of the scientific community whose review tends to insure the soundness of the program and whose interest in problems related to the tuna fisheries may be attracted. Prompt publication is also the most useful means of presenting the detailed research results to the Commission, the Member Governments, and the interested public.

The Commission publishes scientific papers by its staff and by cooperating scientists in its *Bulletin* series. During 1962 six additional contributions were issued in this series, all in both English and Spanish.

Bulletin, Volume 6, Number 3—"Measures of population density and concentration of fishing effort for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean", by Thomas P. Calkins.

Bulletin, Volume 6, Number 4—"Artificial fertilization of the eggs, and rearing and identification of the larvae of the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*" by Edward F. Klima, Izadore Barrett, and John E. Kinnear.

Bulletin, Volume 6, Number 5—"Distribution of catch-per-unit-of-effort and fishing effort for tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean by months of the year, 1951-1960" by John Wilson Martin.

Bulletin, Volume 6, Number 6—"Blood lactate in yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, and skipjack, *Katsuwonus pelamis*, following capture and tagging" by Izadore Barrett and Anne Robertson Connor.

Bulletin, Volume 6, Number 7—"Recent changes in the efficiency of vessels fishing for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean" by Gordon C. Broadhead.

Bulletin, Volume 6, Number 8—"Live-box experiments with anchovetas, *Cetengraulis mysticetus*, in the Gulf of Panama", by William H. Bayliff and Edward F. Klima.

In addition to these Bulletins, other papers by staff members have been published in other places:

59. Klawe, Witold L.

1962 Bonito juvenil (*Sarda chilensis*), en las aguas del sur de Baja California.

Ciencia, Méx., Vol. 21, No. 4, p. 180.

60. Verhoeven, L. A. and Edwin B. Davidoff  
1962 Marine tagging of Fraser River sockeye salmon.  
Internat. Pac. Salmon Fish. Comm., Bull. 13, 132 p.
61. Joseph, James and Izadore Barrett  
1962 The schooling behavior of Pacific yellowfin and skipjack tuna held in a bait well.  
Calif. Fish and Game, Vol. 49, No. 1.
62. Klawe, Witold L. and Suzanne Hester  
1962 Source list of seeds of Leguminosae prepared for immunogeneticists working with phyto-hemagglutinins.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., 35 p. (mimeo.).
63. Gilmartin, Malvern  
1962 Annual cyclic changes in the physical oceanography of a British Columbia Fjord.  
J. Fish Res. Bd. Canada, Vol. 19, No. 5, pp. 921-974.
64. Schaefer, Milner B.  
1962 Industrial Oceanography.  
Navigation, Vol. 9, No. 3, pp. 195-200.
65. Schaefer, Milner B.  
1962 Statistics of catch and effort required for scientific research on the tuna fisheries.  
World Sci. Meeting on Biology of Tunas and Related Species, Methodological Paper No. 7, 12 p.
66. Calkins, Thomas P. and Witold L. Klawe  
1962 Synopsis of biological data on black skipjack *Euthynnus lineatus* Kishinouye 1920.  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 21, 17 p.
67. Alverson, Franklin G. and Clifford L. Peterson  
1962 Synopsis of biological data on bigeye tuna, *Parathunnus sibi* (Temminck and Schlegel) 1844.  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 14, 46 p.
68. Schaefer, Milner B., Gordon C. Broadhead and Craig J. Orange  
1962 Synopsis on the biology of yellowfin tuna *Thunnus (Neothunnus) albacares* (Bonnaterre) 1788 (Pacific Ocean).  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 16, 37 p.

#### **Changes of Commissioners**

Mr. John G. Driscoll was appointed on 16 July 1962 as a member of the United States Section of the Commission to replace Mr. Lee F. Payne, deceased.

#### **Public Services**

During the year, Dr. Schaefer continued to serve on the U. S. National Academy of Sciences-National Research Council's Committee on Oceanography, which also acts as the National Committee for the Special Com-

mittee on Oceanic Research, which acts as an advisory body to the Intergovernmental Oceanographic Commission and to the Office of Oceanography of UNESCO. He also continued to serve as a representative of the Academy on the Advisory Board of the U. S. National Oceanographic Data Center. Both of these groups met several times during the year.

He also served on an *ad hoc* Committee convened by the Nutrition Board of the National Academy of Sciences to provide advice to the Secretary of Interior in regard to certain questions regarding fish flour (fish protein concentrate) for human consumption. In addition he served as Chairman of another special Committee convened under the auspices of the Smithsonian Institution to provide it with advice on its developing role in the National Oceanographic Program.

On November 8-11, 1962, there was held in Miami, Florida, under the auspices of the Office of Foreign Affairs of the U. S. National Academy of Sciences an Inter-American Conference on Marine Science to discuss means of developing inter-American cooperation in this field. Dr. Schaefer served as Co-chairman of that Conference.

He also served as a consultant to the United Nations Special Fund on projects concerned with fisheries and oceanography.

#### **Annual Meeting**

The Commission held its regular annual meeting in Quito, Ecuador 16-18 May 1962. The following actions were taken by the Commission:

- 1) Approved for publication the Annual Report for 1961.
- 2) Reviewed research in progress and discussed and approved the research program for fiscal year 1962-1963. (As noted above, this program was later somewhat curtailed due to lack of anticipated funding).
- 3) Considered the requirements for the research program for 1963-64; recommended a research program including considerable augmentation of work at sea, and a budget for it of \$624,835.
- 4) Determined, on the basis of the most recent statistics of utilization of tropical tunas in each member country, that the joint expenses of the Commission during fiscal year 1963-64 should be in the following proportions: United States of America, 100.000; Republic of Ecuador, 4.644; Republic of Costa Rica, 0.289; Republic of Panama, minimum contribution of \$500.
- 5) Reviewed the most recent data respecting the need for conservation regulation of yellowfin tuna in the Eastern Pacific and adopted the following Resolution:

The Inter-American Tropical Tuna Commission

*Having reviewed* the recommendations to the High Contracting Parties adopted on 14 September 1961;

*Having considered* the statistics of catch and effort respecting yellowfin tuna during 1961, and the corresponding statistics of catch and effort during the early months of 1962;

*Observing* that the studies of its scientific staff have indicated that, during the year 1961, the intensity of fishing for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean exceeded the level corresponding to maximum average sustainable yield, and that the stocks of yellowfin tuna have been reduced in abundance to where maximum sustainable yield is no longer attainable.

*Noting* that the fleets of tuna fishing vessels operating in the Eastern Pacific are being further augmented during 1962;

*Reaffirms*, therefore, that there is need for joint action by the High Contracting Parties to restore the yellowfin tuna populations to those levels of abundance which make possible maximum sustainable yield, and to maintain them in that condition.

*Observing*, however, that the stocks of other species of tuna inhabiting the same areas as the yellowfin tuna, especially the skipjack tuna and bigeye tuna, can support increased harvests, which should be encouraged;

*Noting* that, in fishing for these other species of tuna, some incidental catch of yellowfin tuna is unavoidable;

*Having considered* various possible types of regulation of the yellowfin tuna fishery with respect to their biological and economic effects, feasibility, and enforcement;

*Having concluded* that, initially at least, regulation of the yellowfin tuna fishery should be effected by a single annual total catch limit for the entire Eastern Pacific;

*Having considered* the estimates of the scientific staff that:

1) There was removed, during 1961, from the yellowfin tuna stocks some 20,000, or more, tons above the maximum sustainable yield, which require to be restored.

2) At current levels of abundance the yellowfin stocks are most probably capable of sustaining a yield of only 87,000 to 95,000 tons, and that even the lower value has some possibility of being an overestimate.

3) A catch quota of less than the currently sustainable yield is required to restore the stocks to the condition corresponding to maximum average sustainable yield.

4) A longer period of time will be required to reach the quota during 1962 than was previously anticipated, thereby reducing the period during which incidental catches of yellowfin when fishing for other species need to be provided for;

*Recommends* to the High Contracting Parties that they take joint actions as follows:

1) Establishment of a limit (quota) on total catch of yellowfin tuna

by fishermen of all nations of 83,000 tons during calendar year 1962, from the area defined as follows:

From the point on the mainland where the parallel of 40°N latitude intersects the coast westward along the parallel of 40°N latitude to 40°N latitude by 125°W longitude, thence southerly along the meridian of 125°W longitude to 20°N latitude by 125°W longitude, thence easterly along the parallel of 20°N latitude to 20°N latitude by 120°W longitude, thence southerly along the meridian of 120°W longitude to 5°N latitude by 120°W longitude, thence easterly along the parallel of 5°N latitude to 5°N latitude by 110°W longitude, thence southerly along the meridian of 110°W longitude to 10°S latitude by 110°W longitude, thence easterly along the parallel of 10°S latitude to 10° latitude by 90° longitude, thence southerly along the meridian of 90°W longitude to 30°S latitude by 90°W longitude, thence easterly along the parallel of 30°S latitude to the point on the mainland where the parallel intersects the coast.

2) Reservation of 5,000 tons of this yellowfin tuna quota for allowance for incidental catches when fishing for other tuna species, such as skipjack tuna and bigeye tuna, after the closure of unrestricted fishing for yellowfin tuna.

3) Opening of the fishery for yellowfin tuna on 1 January 1962; during the open season vessels should be permitted to depart from port with permission to fish for any tuna species, including yellowfin, without restriction on the quantity of any species.

4) Closure of the fishery for yellowfin tuna during 1962 at such date as the quantity of yellowfin tuna already landed plus the expected landings of yellowfin tuna by vessels which are at sea with permits to fish without restriction reaches 78,000 tons.

5) After the date of closure of the fishery for yellowfin tuna, vessels should be permitted to leave port with permission to fish *only* for other species of tuna than yellowfin tuna. Any vessel operating under such permission should be allowed to land not more than 15 per cent by weight of yellowfin among its tuna catch on any trip.

6) Such action as may be necessary to obtain the cooperation of those Governments whose vessels operate in this fishery, but which are not parties to the Convention for the Establishment of an Inter-American Tropical Tuna Commission, in effecting these conservation measures.

- 
- 6) Discussed the desirability of having the Commission officially designated an "international organization" under the United States' "International Organization Immunities Act" and, pursuant thereto, adopted the following resolution:

The Inter-American Tropical Tuna Commission

*Having considered* the provisions of the International Organization Immunities Act, 59 Stat. 669, 22 U.S.C. sec 288 *et seq.* (1946), and

*Having considered* its application to this Commission,

Recommends that the United States Section request the United States Government to designate this Commission as an international organization under the Act.

*Providing*, however, that the exemptions of alien employees of the Commission from the application of the individual income tax provisions of the Internal Revenue Code (provided in Section 4 (b) of the Act) and the exemptions of alien employees of the Commission from the provisions of the Social Security Act (provided in Section 5 of the Act) will be withheld.

- 7) Decided that the next annual meeting would be held in Colombia, if that country completed its adherence to the Convention during the current calendar year, if Colombia desires it; that otherwise the meeting would be held in San Diego, California. Decided that the next annual meeting would convene on the second Tuesday in March 1963.
- 8) Elected Mr. Eugene D. Bennett, of the United States Section Chairman for the forthcoming year; elected Sr. César L. Raza, of the Ecuadorian Section, Secretary for the forthcoming year.

---

The tuna fishery of the Eastern Tropical Pacific has continued to develop in accordance with what we expected from the Commission's research results. Following the large catch of yellowfin tuna in 1961, which had substantially reduced the stocks of that species to a level at which maximum yield can no longer be sustained, the fishery in 1962, despite an intensity only a little below that of the previous year, experienced a large drop in total catch. The catch was, however, somewhat greater than the limit recommended, and there has been little or no rebuilding of the population. It is desirable that the catch be curtailed to rebuild the population to where it may again sustain the maximum yield year after year. In the absence of such curtailment, any increase in fishing effort will further reduce the population and result in even lower sustainable average catches.

With the decline of the yellowfin population, there has been greater attention to harvesting skipjack, and this trend is expected to continue. Although it is clear that the maximum sustainable yield of skipjack is substantially higher than the production so far attained, we may be sure that a maximum does exist. It would be prudent, therefore, considerably to augment research on the population structure, life history, ecology, and population dynamics of that species so that, as the need for conservation



approaches, the Commission may have available the requisite body of factual information to enable us effectively to carry out our responsibilities.

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Eugene D. Bennett, Chairman	José L. Cardona-Cooper
J. Laurence McHugh	Virgilio Aguiluz
Robert L. Jones	Fernando Flores
John G. Driscoll	Victor Nigro
Juan L. Obarrio	Eduardo Burneo Ojeda
Harmodio Arias, Jr.	Enrique Ponce y Carbo
Roberto Novey	Pedro José Arteta
Carlos A. Lopez-Guevara	César L. Raza, Secretary

## INFORME DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO 1962

La Comisión Interamericana del Atún Tropical, de conformidad con las disposiciones de la Convención, tiene el deber de recolectar e interpretar la información que facilite el mantenimiento de las poblaciones del atún y de los peces de carnada que sirven para la pesca de éste, sosteniendo las pesquerías a que se dedican los habitantes de sus Gobiernos Miembros en el Océano Pacífico Oriental, a niveles de abundancia que permitan un promedio máximo sostenible de cosechas año tras año. Esto requiere una amplia variedad de investigaciones dentro de la biología, historia natural, ecología y dinámica de las poblaciones de diversas especies, y sobre los efectos, tanto de los factores naturales como de la actividad pesquera, en la abundancia de las mismas y en el rendimiento que puedan dar. La investigación es conducida por un grupo científico permanente, cuyos miembros son reclutados internacionalmente y empleados directamente por la Comisión, una vez que han sido seleccionados sobre la base de su competencia profesional, por el Director de Investigaciones.

De acuerdo con los resultados de las investigaciones, la Comisión, ajustándose siempre a lo que la Convención estipula, hace recomendaciones de tiempo en tiempo cuando se consideran necesarias, para que las Altas Partes Contratantes establezcan una acción conjunta en el sentido de mantener las poblaciones de los peces a niveles que permitan la continuación de un rendimiento máximo sostenible.

Antes de 1960, los resultados de los estudios indicaron que ninguna de las especies, bajo la responsabilidad de la Comisión, habían sido todavía objeto de un esfuerzo de pesca que sobrepasara el nivel del rendimiento máximo sostenible. Sin embargo, con motivo de la conversión de muchos barcos de carnada al sistema de pesca con redes de cerco durante el período de 1959-1961, el aumento de las flotas con barcos nuevos, el incremento de las pesquerías locales en algunos países latinoamericanos, y una extensión de la pesca con palangre, que efectúan los barcos de bandera japonesa, después de 1960 la intensidad de la explotación ha sobrepasado el nivel correspondiente a la pesca máxima sostenible del atún aleta amarilla. Consecuentemente, la Comisión el 14 de septiembre de 1961 recomendó la necesidad de una acción para la conservación, y aún más, el establecimiento de un límite de pesca de 83,000 toneladas para dicha especie. Esta recomendación fue reafirmada en la reunión anual de la Comisión, el 17 de mayo de 1962. Los reglamentos no han sido aún puestos en vigencia. La pesca fue aproximadamente de 85,200 toneladas en 1962; y la intensidad de las actividades pesqueras, a pesar de que se manifestó menor que en 1961 debido a circunstancias económicas, continuó en 1962 a un nivel bien por encima del correspondiente al rendimiento máximo sostenible del atún aleta amarilla. En la reunión anual de la Comisión en los primeros meses de 1963, se hará probablemente una recomendación

para establecer un límite apropiado a la pesca del atún aleta amarilla durante ese año.

Las medidas que tomen los Gobiernos Miembros y otros, como resultado de las recomendaciones de la Comisión, creará para ésta la obligación continua de medir cuidadosamente los efectos de las reglamentaciones a fin de verificar si los resultados están de acuerdo a las predicciones, para luego mejorar las estimaciones y recomendaciones a base del conocimiento creciente detallado de los stocks del atún aleta amarilla.

La disminución en la abundancia del atún aleta amarilla ha aumentado la atención de los pescadores hacia el barrilete cuya pesca en 1962 alcanzó a cerca de 80,000 toneladas, casi igual a capturas máximas de los años anteriores. Se prevé que la tasa de explotación de esta especie aumentará aún más. Aunque hay bastante evidencia de que los stocks de barrilete pueden sostener todavía una producción pesquera considerablemente más grande, el resurgimiento de la pesquería de esta especie reclama una adecuada investigación que proporcione a la Comisión la información necesaria para determinar a buen tiempo el nivel de la pesca máxima sostenible, así como el conocimiento adecuado de la biología, historia natural y dinámica de las poblaciones del barrilete, sobre el cual puedan basarse las recomendaciones de conservación cuando éstas sean necesarias. Como los componentes de esta especie, que mantienen la pesquería frente a las Américas evidentemente alcanzan un mayor radio de actividad hacia el oeste, y como parece probable que la estructura de la población, los movimientos migratorios y otros aspectos de la biología del barrilete son bastante complejos, la investigación que requieren será más difícil y costosa de lo que ha sido el trabajo sobre el atún aleta amarilla. El nivel de la investigación requerida está mucho más allá de los medios financieros de que dispone actualmente la Comisión.

#### **Programa de investigaciones**

El programa planeado para el año fiscal de 1962-1963, según fue preparado por el Director de Investigaciones y aprobado por la Comisión, incluyó lo siguiente:

- 1. Recolección, compilación y análisis de las estadísticas de pesca, de los datos registrados en los diarios de pesca y de la información afín**
  - a. Continuación de la recolección rutinaria y compilación de los datos actuales sobre la captura y el esfuerzo de pesca, con las demoras actuales.
  - b. Cálculo de los índices estadísticos de la abundancia del atún, debiendo darse una atención continua a la comparación de los índices basados en los diferentes tipos de equipos.
  - c. Continuación de la investigación que permite vigilar los efectos de la pesca en los stocks, y el efecto de los cambios en la abundancia y distribución de los stocks de los peces en los patrones de operación de las flotas pesqueras.
  - d. Investigación de la dinámica teórica de las poblaciones por medio de modelos matemáticos, para describir y predecir los efectos de la pesca sobre los stocks y el rendimiento.
- 2. Investigaciones sobre la historia natural, biología, estructura de la población, y las estadísticas vitales de los atunes aleta amarilla y barrilete**
  - a. Estudios de la estructura de la población y de las migraciones.

- (1) Marcación—Continuación de la marcación desde barcos comerciales más o menos en escala corriente. Aumento de la marcación en barcos especialmente contratados, para liberar grandes cantidades de peces marcados en áreas de las que no se tiene información adecuada, tales como la de las Islas Galápagos. Análisis adicional de los datos sobre recobros de marcas para medir las migraciones, la difusión, el crecimiento, las tasas de mortalidad y los coeficientes de posibilidad de captura.
  - (2) Conduciendo una investigación genética por medio de la clasificación de tipos de sangre en la forma más amplia practicable; tratando de obtener muestras de áreas hacia el oeste de la región de la pesquería americana.
  - (3) Continuación del análisis de los datos sobre las frecuencias de tamaños y su correlación con la marcación, y otras informaciones recibidas para inferir la estructura de la población.
- b. Muestreo en forma continuada para establecer la composición de tamaños en California, Costa Rica, Perú y otras zonas en donde sea posible; preparación rutinaria mediante el computador de dígitos.
  - c. Continuación de la investigación sobre estadísticas vitales (edad, crecimiento, mortalidad y fuerza de las clases anuales), según los datos de la composición de tamaños en conjunto con los datos sobre las capturas y el esfuerzo de pesca. Mientras se continúan los estudios sobre el atún aleta amarilla, debe dedicarse un creciente esfuerzo al estudio del barrilete.
  - d. Continuación y aplicación del desarrollo de modelos matemáticos basados en las estadísticas vitales, para comparar con los resultados obtenidos de los modelos basados solamente en los datos sobre la pesca y el esfuerzo, para mejorar nuestro conocimiento de la dinámica de las poblaciones del atún, y como una base para la vigilancia de los efectos de la pesca (y los reglamentos de pesca) sobre los stocks.
  - e. Estudios del desove e historia natural temprana.
    - (1) Recolección de datos adicionales sobre la fecundidad del atún, incidental a otras labores.
    - (2) Continuación de las recolecciones y el estudio de las larvas y juveniles incidental a otras investigaciones, y por la cortesía de los laboratorios que han cooperado con la Comisión.
  - f. Composición y comportamiento de los cardúmenes del atún.
    - (1) Recolección y análisis de la información sobre los resultados de las caladas individuales de redes de cerco.
    - (2) Recolección y análisis de la información sobre la composición de tamaños de los cardúmenes individuales del atún (en cooperación con el U.S. Bureau of Commercial Fisheries).
- 3. Oceanografía y ecología del atún**
- a. Continuación del análisis de los datos acumulados sobre oceanografía y meteorología, para elucidar las variaciones anuales y estacionales en los factores físicos, químicos y biológicos, y para comprender los procesos oceánicos, tanto en grande como en pequeña escala, y sus relaciones con el atún.
  - b. Continuación del estudio de la oceanografía física, química y biológica del Golfo de Guayaquil y de la región oceánica adyacente, en cooperación con el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador y el Instituto de Investigación de los Recursos Marinos del Perú.
  - c. Continuación del estudio de los organismos indicadores (quetognatos) basado sobre el material que ya se ha recolectado.
  - d. Continua cooperación y ayuda a otras entidades que estudian la oceanografía pesquera en el Pacífico Oriental Tropical.
- 4. Investigación sobre los peces de carnada**
- a. Estudios en el Golfo de Nicoya—continuación del programa de vigilancia basado en las observaciones costeras y en el material proporcionado por los pescadores comerciales. Estudio de las recolecciones acumuladas.
  - b. Estudios en el Golfo de Panamá.
    - (1) Continuación de los recobros de anchovetas marcadas en los experimentos durante el periodo de 1960-1961, en las plantas de reducción, y análisis de los datos resultantes.
    - (2) Recolección y análisis de las muestras de las frecuencias de tamaños en las pescas comerciales de anchovetas.

- (3) Terminación de los informes sobre las investigaciones anteriores.
- c. Estudios en el Ecuador (en cooperación con el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador).
  - (1) Recolección de anchovetas, arenques de hebra y otros peces clupeidos y engráulidos en el Golfo de Guayaquil, por medio del muestreo en nuestro barco de investigaciones y mediante el que se realiza en las pescas comerciales. Muestreo limitado en otras localidades según lo permitan las posibilidades.
  - (2) Estudios de la oceanografía física, química y biológica (véase detalles dados anteriormente).
  - (3) Análisis de las muestras y datos con respecto a la taxonomía, historia natural y ecología de los peces clupeidos y engráulidos.
- d. Compilación y análisis rutinarios de los datos estadísticos sobre las pescas de carnada, y análisis de otros datos acumulados en el laboratorio principal.

Desafortunadamente, los fondos para las investigaciones durante el año fiscal han sido menores de lo previsto, habiéndose rebajado de la suma de \$384,000 del año anterior, a \$363,000 y, al mismo tiempo los costos han subido debido al aumento de sueldos planeado, para el cual no se han destinado nuevos fondos. En consecuencia, ha sido necesario reducir el programa esbozado en la forma siguiente:

- (1) Disminución del volumen de la marcación del atún en los barcos comerciales, y restricción del trabajo en barcos contratados a las áreas que no exigen viajes largos desde el puerto.
- (2) Una clasificación menos extensa que la planeada de los tipos de sangre.
- (3) Cierre del laboratorio en Puntarenas, Costa Rica, al finalizar el año de 1962. El laboratorio de Panamá también será clausurado a principios de 1963.
- (4) Una aceleración menor de la prevista en la investigación del barrilete.

Aunque el trabajo del personal continúa siendo fructífero, se están desarrollando serias deficiencias, especialmente en aquellos campos de investigación que demandan una labor costosa en el mar a bordo de barcos-laboratorios, y de naves pesqueras contratadas al efecto. La Comisión ha recomendado un aumento substancial de los fondos destinados a las investigaciones para hacer posible el desarrollo de un programa adecuado, pero hasta ahora no es fácil que se presente. Se prevé que si continúa la falta de un apoyo económico adecuado, tendrán que sentirse seriamente los efectos en las posibilidades de la Comisión para llenar su cometido bajo la Convención, especialmente si se espera que la pesquería del barrilete ha de tener una rápida expansión.

#### **Progreso en las investigaciones**

Bastante progreso se logró durante el año de 1962, en aquellas líneas de investigación dentro de las capacidades financieras de la Comisión. La recolección, análisis e interpretación de los datos sobre estadísticas de pesca y mediciones en los mercados ha continuado sin restricciones, ya que esos datos son de vital importancia para vigilar las condiciones de la pes-

quería. Se ha progresado más en la investigación sobre la estructura de las poblaciones, la dinámica y la ecología del atún aleta amarilla, y también se ha adelantado alguna investigación sobre esos mismos aspectos en la biología del barrilete. La investigación sobre la oceanografía física, química y biológica, excepto por los estudios locales en el Golfo de Guayaquil y las aguas adyacentes, y la participación en un crucero patrocinado por la marina en el barco chileno de entrenamiento *Esmeralda*, se ha necesariamente limitado, al análisis e interpretación de los datos acumulados, aumentado con algunas nuevas observaciones de otras entidades. El estudio de las especies de carnada ha sido muy restringido y será aún más limitado durante 1963.

El personal científico ha mantenido en pleno efecto el sistema de recolección de los registros, esencialmente completos, de los desembarques totales del atún procedentes de todo el Pacífico Oriental, y el de obtención de las anotaciones en los diarios de pesca llevados por una gran parte de los barcos pesqueros de largo alcance. El ordenamiento y análisis de estos datos y los datos sobre la composición de tamaños de las pescas del programa de mediciones en los mercados, se han mantenido casi al día, a fin de proporcionar las medidas de la pesca total del atún, la abundancia aparente de los stocks y su distribución geográfica, así como para determinar en ellos los efectos de la pesquería.

Durante 1962, debido a alguna restricción de las operaciones de la flota de los Estados Unidos por circunstancias económicas, la intensidad de la pesca del atún aleta amarilla disminuyó ligeramente, pero se mantuvo bien por encima del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible, el cual según nuestras estimaciones más recientes, es de unos 183 millones de libras, obtenidas con 32,400 unidades de esfuerzo estándar. Como se esperaba, siguiendo la producción máxima de 1960 y 1961, que mermaron realmente los stocks, y a pesar de que la intensidad de la pesca fue sólo un poco más baja que la de 1961, la captura del atún aleta amarilla en 1962 descendió substancialmente a 171 millones de libras (*sin* incluir los peces capturados que se perdieron antes del desembarque). Durante el año hubo un cambio mayor en el origen de la pesca hacia las áreas más meridionales. Sin embargo, la tendencia de la captura total, y de la abundancia aparente, hacen pensar que la pesca hacia el final del año estaba acercándose al equilibrio del nivel corriente del esfuerzo de pesca. Esto también sugiere la comparación de los datos sobre la pesca y el esfuerzo, correspondientes al año de 1962 con la situación del equilibrio teórico (véase la Figura 4 del informe del Director). No obstante, esta situación en conjunto deja en alguna forma una pesca excesiva de los stocks del atún aleta amarilla. Aún más, si en la ausencia de medidas reguladoras, los factores económicos no impiden nuevamente a las flotas la aplicación de todas sus capacidades potenciales, se espera que el esfuerzo aumentará nuevamente en 1963. Esto dará como resultado un pequeño o ningún aumento en los desembarques y una reducción mayor de los stocks hacia una situación aún más desfavorable en el próximo año.

Durante 1962, con la declinación de las pescas del atún aleta amarilla, la flota volvió su atención al barrilete, especialmente en las áreas más hacia el sur, y la pesca de esa especie aumentó substancialmente, hasta casi alcanzar su máximo común. La población del barrilete del Pacífico Oriental se mantiene sin embargo, a los niveles del esfuerzo empleado actualmente, sin ser explotada en todo lo que puede rendir.

La flota de barcos de carnada de los Estados Unidos, disminuyó aún más, especialmente en los barcos más grandes, los cuales han sido casi todos convertidos a rederos. Esto ha tenido como resultado un decaimiento en el empleo de las especies de carnada y una disminución en el uso de las anchovetas a favor de las anchoas norteñas y a las sardinas, las cuales sirven de carnada a los barcos de tamaños más pequeños que pescan frente a Baja California. Sin embargo la flota de las embarcaciones pequeñas ha crecido en el Ecuador. Las anchovetas continúan siendo usadas en cantidades apreciables en el Golfo de Panamá, para su reducción a harina y aceite, pero todavía parece que la pesquería es muy pequeña para afectar apreciablemente la población de esa especie.

Se han hecho otros análisis de los datos sobre los resultados de las caladas individuales de los barcos rederos. Ha sido posible corregir los errores resultantes de los diversos tamaños de los barcos en la determinación de la captura por calada con éxito, para hacer los datos comparativos sobre las años en que la composición de tamaños de las flotas ha ido cambiando. Los datos corregidos correspondientes al período de 1956-1961 indican poco cambio en la captura por calada del atún aleta amarilla, mientras que la abundancia ha disminuido. Esto según se cree, indica que con la disminución de la abundancia hay una merma en el número de cardúmenes del atún aleta amarilla, aunque poca reducción en el tamaño promedio de ellos. Se observa una notable diferencia en el tamaño de los cardúmenes en las regiones del norte y del sur de las vecindades del Golfo de Tehuantepec, según lo indican los datos de las capturas por caladas. Un análisis posterior de los datos sobre la ayuda de los aereoplanos a los barcos rederos, indica que el aumento en la media de la pesca por calada con éxito, se debe a la selección de los aviones exploradores en contra de los cardúmenes menores de unas 20 toneladas.

Se continúa la investigación sobre la estructura de las poblaciones, los movimientos migratorios y las estadísticas vitales del atún, mediante los experimentos de marcación, la investigación genética de los tipos de sangre, y los estudios de la composición de tamaños de la pesca comercial.

El análisis de los datos del crecimiento del atún aleta amarilla, que comprende las observaciones tanto de los rederos como de los barcos de carnada, e incluyendo los datos de los años anteriores a los resultantes de nuestro propio trabajo de muestreo, los cuales debemos a la cortesía del California State Fisheries Laboratory, ha permitido un examen más cuidadoso de las variaciones de las tasas del crecimiento entre las clases anuales. Parece que puede haber algunas diferencias en el crecimiento de las diver-

sas clases anuales durante el primer año de vida, pero que después tales diferencias desaparecen o son insignificantes. Un nuevo cálculo para revisar la "mejor" estimación de los parámetros de la curva del crecimiento de Von Bertalanffy para el atún aleta amarilla, dió resultados esencialmente similares a los obtenidos anteriormente con menos datos.

La determinación del crecimiento de los datos de la composición de tamaños del atún aleta amarilla, implica el gráfico de los tamaños modales de los peces contra el tiempo, lo que requiere que las clases anuales sean identificadas. Esto probablemente no es posible para el barrilete, ya que las progresiones modales observadas tal vez no representen las clases anuales, o en tal caso resultaría difícil identificarlas. Sin embargo, parece posible obtener las constantes en la ecuación del crecimiento de Von Bertalanffy, utilizando las progresiones modales por medio de una técnica matemática diferente. Esto ha sido investigado empleando los datos del atún aleta amarilla y se han obtenido resultados bastante satisfactorios, por lo que el procedimiento será aplicado al barrilete durante el próximo año.

Con la excepción de un crucero realizado por un barco comercial desde California, y alguna marcación de operaciones comerciales desde el Perú, la marcación del atún durante 1962 se limitó a un crucero en un barco contratado, el cual se efectuó en junio frente a Baja California. Este viaje contratado tuvo muy buen éxito, ya que se libertaron varios miles de atunes de ambas especies, de los cuales se han logrado tasas de recobro excepcionalmente altas.

Se ha investigado más sobre los métodos de análisis de los datos de los recobros de marcas, para obtener estimaciones más precisas de las tasas de mortalidad natural y de pesca, y se adelanta en gran escala el análisis de los datos acumulados, que han de completar para su publicación durante el año próximo.

Dos recobros de barriletes durante el verano de 1962, cerca del Hawaii, que habían sido marcados unos dos años antes frente a Baja California, proporcionaron una confirmación directa de la hipótesis de que parte, a lo menos de la población frente a la costa americana, se desplaza lejos hacia el oeste.

Durante 1962 se hicieron otros trabajos de clasificación de tipos sanguíneos en los atunes aleta amarilla y el barrilete frente a Baja California, Ecuador y la América Central, con el empleo de fito-hemaglutininas. El análisis de todos nuestros datos hasta la fecha, sobre el atún aleta amarilla, mediante el empleo de tres reactivos que contienen lectina específica a los antígenos eritrocitos en un solo sistema de grupos de sangre, apoya la conclusión anterior de una separación de poblaciones entre Hawaii y la costa americana. También hay una indicación de la heterogeneidad de las poblaciones en el Pacífico Oriental, pero se necesitan muestras más numerosas, especialmente de la América Central, para poder verificar ésto. To-



davía no hemos descubierto diferencias entre los barriletes de las diversas partes del Pacífico Oriental, ni entre éste y el de Hawai.

Otras investigaciones sobre los efectos fisiológicos causados por el manipuleo y la marcación del atún, las cuales fueron hechas en junio, en el crucero contratado frente a Baja California, han ampliado los resultados logrados en años anteriores. Las diferencias en el aumento, y en la desaparición del lactato sanguíneo, entre el crucero de 1961 que se realizó en aguas cálidas frente a la América Central, y el crucero de 1962, en aguas más frías a la altura de Baja California, señalan las razones del aumento de la mortalidad inicial causada por la marcación en aguas más templadas.

La naturaleza de la agrupación del atún por tamaños es de interés con respecto a la selectividad de pesca, como también al respecto de los modelos fundamentales de comportamiento. Un análisis más amplio de los datos sobre la composición de tamaños de los cardúmenes individuales, ha confirmado la tendencia del atún aleta amarilla a agruparse por tamaños y demuestra también que el atún aleta amarilla agrupado junto con el barrilete, son de un tamaño casi más uniforme que los ejemplares del atún aleta amarilla agrupados por sí mismos.

Del análisis de los datos de las pescas con palangre, Vernon Brock ha formado la hipótesis de que el número de peces por cardumen está en relación inversa con el tamaño promedio de los peces que lo forman. El análisis de los datos sobre cardúmenes individuales capturados con redes por la flota pesquera americana, confirma ésto, e indica que existe una relación aproximadamente lineal entre el logaritmo del número de peces en un cardumen y el peso medio de los individuos que lo forman.

Se han computado las relaciones promedio entre la longitud de los peces y la fecundidad del atún aleta amarilla y el barrilete del Pacífico Oriental. No se apreciaron diferencias en la relación entre la fecundidad y el tamaño de los peces en las diferentes áreas del Pacífico Oriental, pero parece existir una diferencia significativa en la fecundidad entre el atún aleta amarilla del Hawai, y el de la costa americana de un mismo tamaño.

La investigación sobre la oceanografía física, química y biológica ha sido limitada en gran parte al análisis de los datos acumulados, con excepción del trabajo local en el Golfo de Guayaquil y en las aguas adyacentes, y de la recolección de nuevos datos, hasta donde sea posible hacerse en cooperación con otras entidades u oficinas que tengan facilidades para el trabajo en alta mar, el cual por ahora está más allá de nuestros medios financieros.

En julio y agosto de 1962 se obtuvieron datos interesantes y utilizables sobre la productividad biológica de las aguas oceánicas poco conocidas frente a la costa, entre San Francisco y la Isla de Pascua, y de allí a Valparaíso, por uno de nuestros científicos a bordo del barco chileno de entrenamiento *Esmeralda*, en cooperación con la marina de Chile y la Oficina de Investigación Naval de la marina de los Estados Unidos. A pesar de

que ninguno de los miembros de nuestro personal participó en los cruceros, el Instituto de Recursos Marinos del Perú, el Programa de Investigaciones de la Oceanografía del Atún de Scripps, y el Programa de Investigaciones de la Vida Marina de la Institución Scripps de Oceanografía de la Universidad de California, nos han provisto de datos físicos, químicos y biológicos adicionales.

El programa de investigaciones de la Comisión en el Golfo de Guayaquil, que es un estudio en series de tiempo de dos años y medio, de la oceanografía física, química y biológica de ese Golfo y de las aguas adyacentes, alcanzó la terminación de su primer año completo de trabajos locales en noviembre de 1962. Aunque muy pocos de los datos han sido analizados hasta ahora, parece que hay diferencias notables en el régimen hidrográfico y biológico de las diferentes regiones del Golfo, a pesar de que las tasas de la producción biológica primaria neta, son bien altas en todas partes. Este programa se espera que produzca datos de importancia tanto con respecto a la ecología del atún, como a la ecología de los peces de carnada en esta región. Estas investigaciones y las investigaciones asociadas sobre peces-cebo se efectúan en estrecha cooperación con el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador, que está sostenido por el Gobierno de ese país y el Fondo Especial de las Naciones Unidas.

El Atlas EASTROPIC, mencionado en informes anteriores, ha sido terminado y será publicado a principios de 1963. Este consiste en una síntesis crítica de los datos sinópticos recogidos por cinco barcos en el otoño de 1955, en el Pacífico Oriental entre los 10°S y los 20°N. Los datos contenidos en este Atlas, junto con otra información, han hecho avanzar mucho nuestro conocimiento acerca de la circulación general del Pacífico del Este, y nos llevará indudablemente a resultados más definitivos.

Se están utilizando los datos acumulados recogidos de algunos cruces por varias entidades u oficinas en el Pacífico Oriental, al sur de los 10°N, para hacer el cómputo de un "atlas de productividad" del Pacífico Sudeste que indique las distribuciones geográficas del fosfato de la superficie, la clorofila, la producción primaria y los volúmenes del zooplancton, acentuando las relaciones de estos factores con el afloramiento y la mezcla vertical. Los resultados han de ayudar al conocimiento de las variaciones geográficas y temporales en la abundancia del atún frente a la parte septentrional de Sur América.

La investigación sobre los quetognatos como indicadores de los tipos de agua, especialmente frente a la parte septentrional de la América del Sur, está casi completo, y se espera que sea de utilidad para entender la naturaleza y los mecanismos de los fenómenos de "El Niño" que en forma tan marcada afecta al atún en esa región y otros lugares de tiempo en tiempo.

Ha sido terminado un estudio detallado de las relaciones entre la temperatura de la superficie del mar y la abundancia aparente del atún aleta amarilla y el barrilete a lo largo de la costa de las Américas. Esto indica

claramente los efectos de las variaciones estacionales y anuales en la temperatura de la superficie del mar sobre la distribución geográfica del atún. También es evidente que existe una relación inversa significativa entre el régimen general de la temperatura y las desviaciones de la abundancia aparente del atún aleta amarilla basado en promedios esperados de un modelo de la dinámica de las poblaciones. Así, los cambios en la temperatura de la superficie parecen estar significativamente relacionados a un factor importante de las variaciones independientes de la pesquería en la abundancia aparente del atún aleta amarilla, que puede ser de un valor tanto analítico como predictivo.

La investigación sobre los peces de carnada ha sido muy restringida durante 1962, y será aún más limitada en 1963.

Las investigaciones en el Golfo de Nicoya han sido terminadas, pero falta completar el análisis de algunos datos acumulados en nuestro laboratorio principal. El trabajo local en el Golfo de Panamá se terminó, excepto en lo que se refiere al muestreo en las plantas de reducción y al recobro de marcas del experimento de marcación de 1961, lo cual será completado a principios de 1963. Se espera que el análisis y la publicación de todos los datos acumulados se terminarán en las oficinas principales durante 1963.

Un estudio sobre algunos aspectos de la historia natural de *A. naso*, importante especie de carnada de Manta, Ecuador, se completó sobre la base de los especímenes y datos recolectados en años anteriores. Los resultados principales se han discutido en informes anuales precedentes.

El trabajo local sobre especies de carnada ha sido continuado más intensamente en el Golfo de Guayaquil, en donde miembros del personal científico están dedicados a investigar la formación de las especies, la estructura de la población, la historia natural y ecología del arenque de hebra, la anchoveta, y de otros peces clupeoides y engráulidos, en conjunto con el estudio de la oceanografía del Golfo mencionado anteriormente. Subordinado a este trabajo, se han hecho también recolecciones hasta donde era posible, en otras localidades a lo largo de la costa ecuatoriana.

Ha sido agregado un informe más detallado sobre las investigaciones efectuadas durante 1962, por el Director de Investigaciones, como Apéndice A.

#### **Publicaciones de los resultados de la investigación**

Un aspecto muy importante de las actividades de nuestro personal es la publicación de informes científicos y monografías. En esta forma los datos, las técnicas empleadas y los resultados de las investigaciones, se llevan a otros miembros de la comunidad científica, cuyo examen tiende a asegurar la solidez del programa y cuyo interés puede ser atraído en los problemas relacionados con las pesquerías del atún. La publicación oportuna es también el medio más útil de presentar los resultados detallados de la investigación a la Comisión, a los Gobiernos Miembros y al público interesado.

La Comisión publica en su serie de *Boletines*, las investigaciones de su personal y de los científicos que cooperan con ella. Durante 1962, seis contribuciones adicionales se editaron en estas series, con textos en inglés y en español.

Boletín, Volumen 6, No. 3—"Medidas de la densidad de las poblaciones de los atunes aleta amarilla y barrilete del Océano Pacífico Oriental Tropical y de la concentración del esfuerzo de pesca sobre estas especies, 1951-1959" por Thomas P. Calkins.

Boletín, Volumen 6, No. 4—"Fertilización artificial de los huevos de la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, y crianza e identificación de sus larvas" por Edward F. Klima, Izadore Barrett y John E. Kinnear.

Boletín, Volumen 6, No. 5—"Distribución mensual de la pesca por unidad de esfuerzo en la pesca de atún del Océano Pacífico Oriental Tropical durante el periodo 1951-1960" por John Wilson Martin.

Boletín, Volumen 6, No. 6—"El lactato en la sangre del atún aleta amarilla, *Neothunnus macropterus*, y del barrilete, *Katsuwonus pelamis*, después de la captura y de la marcación" por Izadore Barrett y Anne Robertson Connor.

Boletín, Volumen 6, No. 7—"Cambios recientes en la eficiencia de los barcos que pescan atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental" por Gordon C. Broadhead.

Boletín, Volumen 6, No. 8—"Experimentos en viveros con anchovetas, *Cetengraulis mysticetus*, en el Golfo de Panamá" por William H. Bayliff y Edward F. Klima.

Además de estos Boletines, se han publicado en otras partes diversos trabajos de miembros de nuestro personal:

59. Klawe, Witold L.  
1962 Bonito juvenil (*Sarda chiliensis*), en las aguas del sur de Baja California, Ciencia, Méx., Vol. 21, No. 4, p. 180.
60. Verhoven, L. A. and Edwin B. Davidoff  
1962 Marine tagging of Fraser River sockeye salmon.  
Internat. Pac. Salmon Fish. Comm., Bull. 13, 132 p.
61. Joseph, James and Izadore Barrett  
1962 The schooling behavior of Pacific yellowfin and skipjack tuna held in a bait well.  
Calif. Fish and Game, Vol. 49, No. 1.
62. Klawe, Witold L. and Suzanne Hester  
1962 Source list of seeds of Leguminosae prepared for immunogeneticists working with phyto-hemagglutinins.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., 35 p. (mimeo.).

63. Gilmartin, Malvern  
1962 Annual cyclic changes in the physical oceanography of a British Columbia Fjord.  
J. Fish Res. Bd. Canada, Vol. 19, No. 5, pp. 921-974.
64. Schaefer, Milner B.  
1962. Industrial Oceanography.  
Navigation, Vol. 9, No. 3, pp. 195-200.
65. Schaefer, Milner B.  
1962 Statistics of catch and effort required for scientific research on the tuna fisheries.  
World Sci. Meeting on Biology of Tunas and Related Species, Methodological Paper No. 7, 12 p.
66. Calkins, Thomas and Witold L. Klawe  
1962 Synopsis of biological data on black skipjack *Euthynnus lineatus* Kishinouye 1920.  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 21, 17 p.
67. Alverson, Franklin G. and Clifford L. Peterson  
1962 Synopsis of biological data on bigeye tuna, *Parathunnus sibi* (Temminck and Schlegel) 1844.  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 14, 46 p.
68. Schaefer, Milner B., Gordon C. Broadhead and Craig J. Orange  
1962 Synopsis on the biology of yellowfin tuna *Thunnus (Neothunnus) albacares* (Bonnaterre) 1788 (Pacific Ocean).  
*Ibid.*, Species Synopsis No. 16, 37 p.

#### **Cambios de los Delegados**

Se nombró miembro de la Sección de los Estados Unidos de la Comisión al Sr. John G. Driscoll, el 16 de Julio de 1962, en reemplazo del finado Sr. Lee F. Payne.

#### **Servicios públicos**

El Dr. Schaefer continuó durante el año al servicio de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, en el Comité de Oceanografía del Consejo Nacional de Investigación, el cual actúa también como Comité Nacional en el Comité Especial de Investigación Oceanográfica que trabaja como cuerpo consejero de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental y de la Oficina de Oceanografía de UNESCO. También continuó sirviendo como representante de la Academia, en la Junta Asesora del Centro Nacional de Datos Oceanográficos de los Estados Unidos. Ambos grupos se reúnen varias veces durante el año.

Asimismo sirvió el Dr. Schaefer en un Comité convenido *ad hoc* por la Junta de Nutrición de la Academia Nacional de Ciencias, para dar asesoramiento al Secretario del Interior al respecto de ciertas cuestiones relacionadas con la harina de pescado (concentrado proteínico de pescado)

para el consumo humano. Además sirvió como Presidente de otro Comité especial que se reunió bajo los auspicios de la Institución Smithsonian aconsejándolo sobre sus funciones de desarrollo en el Programa Oceanográfico Nacional.

Del 8 al 11 de noviembre de 1962, se llevó a cabo en Miami, Florida, bajo los auspicios de la oficina de asuntos extranjeros de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, una conferencia interamericana sobre Ciencia Marina para discutir los medios de desarrollo de la cooperación interamericana en ese campo. El Dr. Schaefer sirvió como presidente alterno de esa conferencia.

Sirvió asimismo como Consultor del Fondo Especial de las Naciones Unidas en los proyectos concernientes a la oceanografía y las pesquerías.

#### **Reunión anual**

La Comisión efectuó su reunión regular anual en Quito, Ecuador, del 16 al 18 de mayo de 1962. La Comisión tomó las siguientes resoluciones:

- 1) Se aprobó para su publicación el Informe Anual correspondiente al año de 1961.
- 2) Se hizo una revisión de la investigación en progreso, y se discutió y aprobó el programa de investigaciones para el año fiscal 1962-1963. (Como se dijo antes, este programa se redujo después, en alguna forma debido a la falta de fondos).
- 3) Se consideraron los requisitos necesarios para el programa de investigaciones de 1963-1964; se recomendó un programa que incluyera un aumento considerable de trabajo en el mar, y un presupuesto de \$624,835, para su desarrollo.
- 4) Se determinó sobre la base de las estadísticas más recientes de utilización del atún tropical en cada uno de los países miembros, que los gastos en conjunto de la Comisión durante el año fiscal 1963-64, debían de ser en las siguientes proporciones: Estados Unidos de América, 100.000; República del Ecuador, 4.644; República de Costa Rica, 0.289; República de Panamá, contribución mínima de \$500.
- 5) Se examinaron los datos más recientes con relación a la necesidad de una reglamentación para la conservación del atún aleta amarilla en el Pacífico Oriental, y se aprobó la siguiente Resolución:

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

*Habiendo revisado* las recomendaciones a las Altas Partes Contratantes adoptadas el 14 de Septiembre de 1961;

*Habiendo considerado* las estadísticas de la captura y el esfuerzo respecto al atún aleta amarilla durante 1961 y las correspondientes estadísticas de la pesca y el esfuerzo durante los primeros meses de 1962;

*Observando* que los estudios de su personal científico han indicado que, durante el año 1961, la intensidad de la pesca del atún aleta amarilla

en el Océano Pacífico Oriental ha excedido el nivel correspondiente al promedio máximo de rendimiento sostenible, y que los stocks del atún aleta amarilla, han sido reducidos en su abundancia hasta donde ya no se puede alcanzar el rendimiento máximo sostenible;

*Notando* que las flotas de barcos pesqueros que operan en el Pacífico Oriental están siendo aumentadas aún más durante 1962;

*Reafirma*, en consecuencia, que se necesita una acción conjunta de las Altas Partes Contratantes para restaurar las poblaciones del atún aleta amarilla a los niveles de abundancia que hagan posible el máximo rendimiento sostenible, y mantenerlas en esa condición.

*Observando*, sin embargo, que los stocks de otras especies de atún que habitan en las mismas áreas que el atún aleta amarilla, especialmente el barrilete y el atún de ojos grandes, pueden sostener mayores producciones, lo que debería ser alentado;

*Notando que*, en la pesca de otras especies de atún, no se puede evitar la captura incidental del atún aleta amarilla;

*Habiendo considerado* varios tipos posibles de reglamentación de la pesquería del atún aleta amarilla con respecto a sus efectos biológicos y económicos, posibilidad e imposición;

*Habiendo concluido que*, por lo menos al principio, la reglamentación de la pesquería del atún aleta amarilla deberá efectuarse por un solo límite total anual para todo el Pacífico Oriental;

*Habiendo considerado* las estimaciones del personal científico que:

1) Durante 1961, de los stocks de atún aleta amarilla se capturó más o menos 20,000 toneladas o más sobre el máximo rendimiento sostenible, las que deben ser recuperadas.

2) A los presentes niveles de abundancia, los stocks del atún aleta amarilla pueden probablemente dar un rendimiento de solamente 87,000 a 95,000 toneladas, y que aún la cifra menor puede estar sobreestimada.

3) Se requiere una cuota de captura menor que el rendimiento presente sostenible para restaurar los stocks a la condición correspondiente al promedio máximo de rendimiento sostenible.

4) Se requiere un período mayor para alcanzar la cuota durante 1962 que lo que se anticipó previamente y de este modo se necesita reducir el período durante el cual la captura incidental del atún aleta amarilla está permitida cuando se pescan otras especies;

*Recomienda* a las Altas Partes Contratantes que tomen las siguientes acciones conjuntas:

1) El establecimiento de un límite (cuota) de 83,000 toneladas sobre la captura total del atún aleta amarilla por los pescadores de todas las naciones durante el año calendario de 1962, proveniente del área definida como sigue:

Desde el lugar en tierra en donde el paralelo de los 40°N de latitud cruza la costa hacia el oeste a lo largo del paralelo de los 40°N de latitud hasta el punto de los 40°N de latitud por 125°W de longitud, de allí hacia el sur a lo largo del meridiano de los 125°W de longitud hasta el punto de los 20°N de latitud por 125°W de longitud, de allí hacia el este a lo largo del paralelo de los 20°N de latitud hasta el punto de los 20°N de latitud por 120°W de longitud, de allí hacia el sur a lo largo del meridiano de los 120°W de longitud hasta el punto de los 5°N de latitud por 120°W de longitud, de allí hacia el este a lo largo del paralelo de los 5°N de latitud hasta el punto de los 5°N de latitud por 110°W de longitud, de allí hacia el sur a lo largo del meridiano de los 110°W de longitud hasta el punto de los 10°S de latitud por los 110°W de longitud, de allí hacia el este a lo largo del paralelo de los 10°S de latitud hasta el punto de los 10°S de latitud por 90°W de longitud, de allí hacia el sur a lo largo del meridiano de los 90°W de longitud hasta el punto de los 30°S de latitud por 90°W de longitud, de allí hacia el este a lo largo del paralelo de los 30°S de latitud al punto en tierra en donde este paralelo cruza la costa.

2) Reservar 5,000 toneladas de esta cuota del atún aleta amarilla para la captura incidental de esta especie cuando se pescan otras especies como el barrilete y el atún de ojo grande, después de la clausura de la temporada de no restricción de la pesca del atún aleta amarilla.

3) Apertura de la pesquería del atún aleta amarilla el 1o. de enero de 1962; durante esta estación se les puede permitir a los barcos salir del puerto con permiso para pescar cualquiera de las especies de atún, incluyendo el atún aleta amarilla, sin restricciones sobre la cantidad de cualquier especie.

4) Clausurar la temporada de pesca del atún aleta amarilla durante 1962 cuando el total del atún aleta amarilla desembarcado, más los desembarques que se espera efectúen los barcos que ya están en viaje con permiso para pescar sin restricción, alcance 78,000 toneladas.

5) Después de la fecha de clausura de la pesca del atún aleta amarilla, se permitirá a los barcos salir del puerto con permiso para pescar *solamente* otras especies de atún y no atún aleta amarilla. A cualquier barco que opere bajo tal permiso se le debe permitir desembarcar no más del 15% de atún aleta amarilla por peso en su captura total en cada viaje.

6) Tomar acción cuando sea necesario para obtener la cooperación de los Gobiernos cuyos barcos operan en esta pesquería, pero que no son miembros de la Convención para el Establecimiento de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, para que se lleven a cabo estas medidas de conservación.

---

6) Se discutió la conveniencia de hacer designar oficialmente a la Comisión como una "organización internacional" bajo el "Acta de Inmunidades de las Organizaciones Internacionales" de los Estados



Unidos, y de conformidad con ese propósito se aprobó la siguiente resolución:

La Comisión Interamericana del Atún Tropical

*Habiendo considerado* las provisiones del Acta de Inmunidad de las Organizaciones Internacionales, 59 Stat, 669, 22 U. S. C. sec 288 *et seq.* (1946), y

*Habiendo considerado* su aplicación a esta Comisión,

Recomienda a la Sección Nacional respectiva que obtenga del Gobierno de los Estados Unidos la designación de esta Comisión como una organización internacional bajo el Acta.

*Siempre que*, la exención de los empleados extranjeros de la Comisión de la aplicación del pago individual de impuestos a la renta del Código de Impuestos a la Renta (Sección 4 (b) del Acta) y la exención de los empleados extranjeros de la Comisión de las provisiones del Acta del Seguro Social (Sección 5 del Acta) sean suprimidas.

- 7) Se decidió que la próxima reunión anual se efectuaría en Colombia, si ese país hubiera completado ya, durante el corriente año calendario los trámites de su adhesión a la Convención, y si su Gobierno así lo desea; de otro modo, la reunión se efectuaría en San Diego, California. Se decidió que sería conveniente que la fecha de la próxima reunión anual se celebrara el segundo martes del mes de marzo de 1963.
- 8) Se eligió al señor Eugene D. Bennett, de los Estados Unidos de América, presidente de la Comisión, para el próximo período anual; y el señor César L. Raza de la sección del Ecuador, secretario para el mismo período.

La pesquería del atún del Pacífico Oriental Tropical ha continuado desarrollándose de acuerdo con lo que se esperaba de los resultados de las investigaciones de la Comisión. Siguiendo la gran pesca del atún aleta amarilla en 1961, que redujo substancialmente los stocks de esa especie a un nivel en el que no podía sostenerse la pesquería de 1962 a un rendimiento máximo por más tiempo, y a pesar de una intensidad solamente un poco más baja que la del año anterior, la pesquería total experimentó una fuerte caída. La pesca fue sin embargo algo superior al límite recomendado, y ha habido poca o ninguna reposición de la población. Es conveniente que la pesca sea limitada para reponer la población al punto en que pueda otra vez sostener un rendimiento máximo año tras año. En la ausencia de dicha restricción, cualquier aumento en el esfuerzo de pesca reducirá aún más la población y tendrá como resultado capturas promedio sostenibles todavía más bajas.

Con la merma de la población del atún aleta amarilla, se ha dado una mayor atención a la producción del barrilete, y se espera que continúe esta tendencia. Aún cuando es bien claro que el rendimiento máximo sos-

tenible del barrilete es substancialmente más alto que la producción alcanzada hasta ahora, podemos estar seguros de que tiene que existir un máximo. En consecuencia sería prudente aumentar en forma considerable la investigación sobre la estructura de la población, historia natural, ecología y la dinámica de esa especie de modo que, conforme se aproxime la necesidad de su conservación, la Comisión pueda disponer de la parte requerida de información de hechos que la capacite efectivamente para cumplir sus responsabilidades.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Eugene D. Bennett, Presidente	José L. Cardona-Cooper
J. Laurence McHugh	Virgilio Aguiluz
Robert L. Jones	Fernando Flores
John G. Driscoll	Victor Nigro
Juan L. Obarrio	Eduardo Burneo Ojeda
Harmodio Arias, Jr.	Enrique Ponce y Carbo
Roberto Novey	Pedro José Arteta
Carlos A. López-Guevara	César L. Raza, Secretario

## APPENDIX A

### REPORT ON THE INVESTIGATIONS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1962

by

**Milner B. Schaefer, Director of Investigations**

In order to provide the scientific basis of maintaining the populations of fishes supporting the fishery for tropical tunas in the Eastern Pacific Ocean at levels which will permit maximum sustainable harvests year after year, and to provide the basis of recommendations to the High Contracting Parties for joint action to manage the fishery to that end, the Commission is authorized and directed by the Convention to carry out a broad program of scientific research. The investigations are made by an independent, internationally recruited scientific staff employed directly by the Commission. They include research along several lines, to obtain a comprehensive understanding of the population structure, biology, ecology, life history, vital statistics, and population dynamics of the tunas and of the principal species of baitfishes, in order to evaluate the effects both of the fishery and of fishery-independent, environmental factors on the abundance of the stocks and the harvests which they can sustain.

The headquarters laboratory is located at the Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California. Laboratories and field stations are also operated at San Pedro, California, Costa Rica, Panama, Ecuador, and Peru. Research at our various laboratories, both in the United States and elsewhere, is coordinated so far as possible with related work of other governmental, international, and University research groups; a good share of the research is conducted through intimate cooperation with such other agencies.

Our research program, now in its twelfth year, has been strongly directed toward yellowfin tuna, because it was early evident that this species would be the first to require conservation recommendations. Skipjack have been studied at the same time, but less intensively, because they were, and are, being less fully exploited, and manpower and facilities have been inadequate to conduct full-scale research on both species. Bigeye tuna, which also occur in abundance in the Eastern Pacific, but which have not been caught in large numbers until the recent advent of long-line fishing, have been studied only incidentally; our knowledge of that species is primitive and fragmentary.

With attainment of full utilization of the yellowfin stocks, and with increasing harvests of skipjack, a sizeable increase in research on the latter species is an urgent need. However, our research has clearly indicated that the skipjack stocks supporting the fishery in the Eastern Pacific range to the westward far beyond the present fishing area, and seem also

to exhibit more variable and complex patterns of availability than yellowfin. Adequate research on skipjack will, therefore, be geographically more extensive and probably scientifically more complex than has been research on yellowfin. Unfortunately, budgetary limitations preclude an adequate sea-going research program at the present time.

Research on baitfishes has been, and is being, further curtailed, since, with limited funds, it is necessary to devote the effort to problems of greater urgency. Field work in Costa Rica has been completed, and that laboratory was closed in December 1962. The laboratory at Panama will be closed early in 1963. Processing and interpretation of data will continue at headquarters, however. Only in Ecuador, where bait-fishing is still of considerable importance, is field work on bait species being continued.

Although, during the past year, considerable progress has been made on several lines of research, deficiencies in the research program, especially in work at sea, mentioned last year, are becoming even more aggravated. It is believed that the current level of research, especially on the biology, life history, and stock structure of skipjack, and on oceanographic studies needed for studying skipjack ecology, are quite inadequate to provide the Commission the scientific facts respecting that species which will surely be needed within a few years.

There follows a brief description of research activities during the past year, prepared with the collaboration of members of the scientific staff:

**1. Compilation of statistics of total catch, amount and success of fishing, and abundance of the fish populations**

A central task, providing basic data for much of our research on dynamics and ecology of tuna stocks, is the continuing collection of catch statistics, logbook records, and other information required for measuring the harvests of the fish populations, their apparent abundance, and the amount of fishing effort to which they are subjected, and for assessing changes in the distribution of the commercial stocks in relation to environmental variations.

We collect essentially complete statistics of total catch of each tropical tuna species in the Eastern Pacific, by vessels of all nations, and detailed records of catch and effort, and related information, from vessel logbooks, by time and area strata, from a very large share of the purse-seine and live-bait fleets. We are not able directly to collect data from longline vessels based in Japan. However, the Japanese Fishery Agency provides, with some time lag, estimates of yellowfin catches during the year. In past years, at least, through 1961, the Agency has provided, some months after the end of the year, both catch and effort data, including catches of both yellowfin and bigeye tuna, by 10° areas. It is hoped that such data will also be forthcoming for 1962 some time later this year.

Similar data on catches of baitfish species are obtained from logbooks kept for us by most vessels in the long-range fleet.

**Table 1. Catch of Yellowfin and Skipjack Tuna From the Eastern Pacific Ocean.  
1940-1962**

*in millions of pounds.*

Year	Landed in or transshipped frozen to United States*				Total Catch, Eastern Pacific				
	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total	Yellowfin	Skipjack	Not identified by species	Total	% Yellowfin
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	0.2	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	3.7	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

\* Including Puerto Rico

Analysis of catch and effort data, together with other lines of research, makes it possible to keep the Commission informed as to the current condition of the fish populations, and the relative amount of fishing effort to which they are being subjected, in relation to the condition corresponding to maximum average sustainable yield. Correlation of information on apparent abundance by time and area strata, with information on the oceanic environment also makes possible understanding of fishery-independent variations in abundance, availability, and catch.

*Statistics of total catch of tunas*

We have, in previous reports, described in detail our methods of collection and compilation of statistics of total catch of tunas.

In Table 1 are shown, for the years since 1940, the amounts of each tropical tuna species landed in, or transshipped frozen to, the United States, and the total landings, from all sources, taken from the Eastern Pacific. For 1962, the data are essentially complete, although there will be minor corrections in the final totals.

The total landings of yellowfin during 1962 were about 172.5 million pounds, a sharp decrease from the harvest taken during 1960 and 1961. The harvest during 1962 was, as will be shown later in this report, very close to the average sustainable yield to be expected at the value of fishing effort obtaining in 1962. It was, however, greater than the quota recommended by the Commission, and did not provide for much, if any, rebuilding of the population toward the level corresponding to maximum sustainable yield.

During 1962, fishing effort was a little less than the previous year, despite some increase in the fleets, due mainly to unloading delays in California during the fall, which reduced the fishing effort below the California fleet's potential of its full capability. This level of effort, as anticipated, produced substantially less yellowfin tuna than the previous year. At the same time, the shift toward the south of the areal distribution of catches, noted last year, continued. This is reflected in Table 2, which shows, by major latitudinal zones, a tabulation of that portion of the catch which was logged by vessels from which we obtain logbook records, for each year 1959-1962. This includes only logged catches from major baitboat and purse-seine vessels. Catches of the small-craft fleets in Ecuador and Peru and catches of Japanese longliners are not included. For these

**TABLE 2. Logged yellowfin tuna catch (thousands of tons) for the years 1959-1962, by major areas of the Eastern Pacific.**

Area of capture	1959	1960	1961	1962
North of 20°N	25.3	22.2	14.5	14.3
15° - 20°N	8.9	37.6	22.2	11.3
10° - 15°N	5.7	32.4	48.5	10.9
5° - 10°N	6.0	9.5	11.3	13.2
South of 5°N	9.5	5.9	6.8	18.5
Total	55.4	107.6	103.3	68.2

reasons, the total landings from areas south of 5°N are relatively underestimated. From these data, however, it is quite clear that there has been during the last four years, accompanying the general decline in yellowfin abundance, a progressive shift of catches toward the more southerly areas.

With the conversion of many vessels to purse-seine fishing, which is apparently relatively more efficient for yellowfin, the total catch of skipjack commenced to decline in 1960 and remained at a relatively low level in 1961. During 1962, however, with a scarcity of yellowfin, the seiners apparently turned greater attention to catching of skipjack, primarily in the southern areas, and the landings recovered to almost their previous peak levels.

It may be seen that the results of 1962 are substantially in accordance with the forecast made in our Annual Report for 1961 (pp. 47-48).

It appears that, as will be discussed further below, the yellowfin tuna stocks, in the aggregate, are now coming near to stability with the current level of fishing effort, and remain somewhat below the level corresponding to maximum sustainable yield. Without regulation during 1963, it would be expected that, unless there is a repetition of the economically induced fishing curtailment, there will be some increase in fishing effort, and a further reduction in the yellowfin stocks, with little increase in the total yellowfin catch. Further increase in effort on skipjack is to be expected, whether or not the yellowfin fishing is regulated. With average availability of skipjack, this should result in a further increase in total landings of that species in 1963.

#### *Trends in the fishing fleets*

Since 1960, the purse-seine fleet has been the dominant element in the United States fishery. Table 3 summarizes the changes from 1956 to

**TABLE 3. Number of baitboats and purse-seiners based in U. S. ports (including Puerto Rico).**

Size Class	Capacity tons	BAITBOATS						
		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
1	Under 51	12	11	12	13	10	11	13
2	51 - 100	11	11	8	8	7	4	4
3	101 - 200	43	43	35	31	21	17	12
4	201 - 300	66	60	56	46	11	1	1
5	301 - 400	32	35	36	33	17	11	6
6	401 and over	11	10	11	10	3	0	0
		175	170	158	141	69	44	36
		PURSE-SEINERS						
1	Under 51	0	0	0	1	0	0	0
2	51 - 100	12	9	8	5	4	3	0
3	101 - 200	50	39	34	39	43	48	33
4	201 - 300	2	2	2	6	23	34	36
5	301 - 400	0	0	0	2	12	22	25
6	401 and over	0	0	0	0	0	7	9
		64	50	44	53	82	114	103
Total fleet		239	220	202	194	151	158	139

1962 in the composition of the clipper and seiner fleets operating from U.S. ports (including Puerto Rico). It may be seen from this table that there has been a reduction in the total number of seiners from 1961 to 1962, but that this has resulted from a decrease in the vessels under 200 tons capacity and an increase in larger vessels. There have also been several transfers to other bases in Latin America. Several new, large vessels are under construction and will enter the fishery during 1963.

The reduction in the importance of the baitboat fleet is reflected in Table 4, which shows the share of the landings of each species, by vessels based in California, made by the clipper fleet for the period 1948-1962. During 1962, the share of the yellowfin catch made by baitboats remained about the same as during 1961, due to good fishing success of the few bait vessels still fishing from California ports. Their share of the skipjack catch declined, however, as the large purse-seine vessels began to fish more extensively for this species.

**TABLE 4. Percentage, by species, of landings of California-based vessels that was caught by clippers.**

Year	Yellowfin	Skipjack
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

#### *Potential fishing power*

The carrying capacity of the United States-based fleet, including Puerto Rico, with deletions and additions considered, averaged approximately 32,800 tons during 1962. On the average 64 per cent of this capacity was at sea during the year. In Figure 1 are plotted the monthly average per cent capacity at sea along with the annual average for comparison. The per cent capacity at sea varied from a low of 50.8 per cent in October to a high of 76.2 per cent in March.

The decline in fishing effort, due to slow-down in vessel unloadings, in the late summer and fall is clearly reflected in this graph. Without such economic limitation, the capacity at sea would probably have remained above 60 per cent during this period. The below-average values in December and January are, of course, associated with the normal practice of scheduling trips so as to attempt to be in port over the year-end holidays.

#### *1962 bait statistics*

In 1962 the number of baitboats operating from U.S. West Coast ports



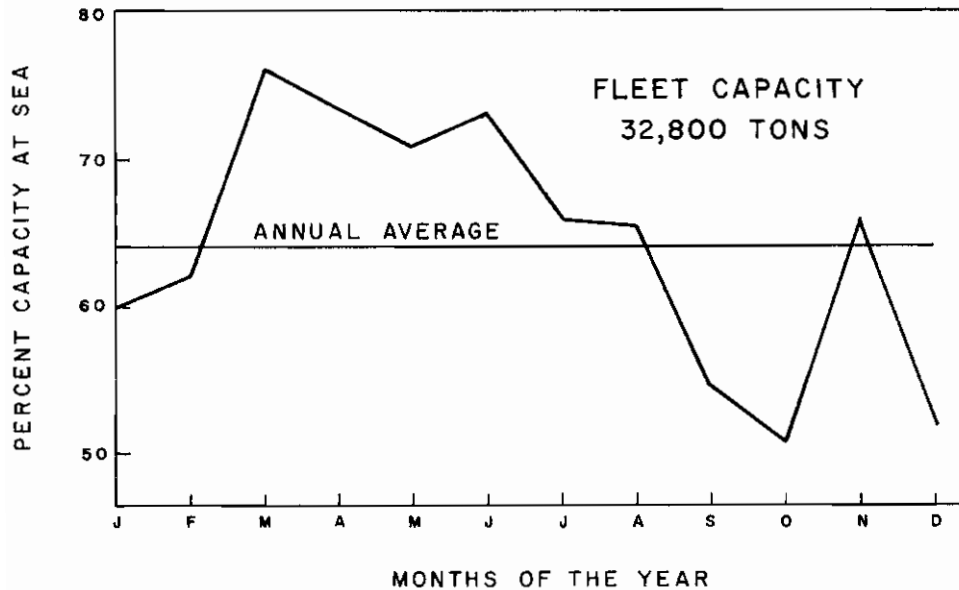


FIGURE 1. Per cent of U. S. fleet capacity at sea, by months, 1962.

was once again reduced because of the continued conversion to purse-seiners, sinkings, and the removal of some vessels to other fisheries. As in 1961 there were no baitboats landing fish in Puerto Rico.

Accurate records of the amounts of each kind of baitfish taken in 1962 and the locality of capture were kept by those vessels which landed 99 per cent of the yellowfin and skipjack taken by baitboats based in the United States. The quantity of bait utilized to capture the remaining one per cent of the tonnage has been estimated by assuming that the ratio of the quantity of each kind of bait used to the quantity of tuna captured is the same as the ratio for the tuna tonnage for which we obtained logbook data. Combining the estimated and recorded catches provides the estimated total catch of the U.S. fleet.

The estimated total quantities of each kind of bait used in 1962 are given in Table 5, with comparative data for the years 1957-1961.

These statistics do not include bait taken by vessels operating out of Latin American ports and the catches of a few very small California vessels which fish sporadically for yellowfin and skipjack. It is estimated that vessels fishing out of Latin American ports, in 1962, captured approximately 500,000 scoops of bait.

The total quantity of bait used by U.S. vessels in 1962 was only 415,000 scoops, the smallest catch of bait for the post-war period, as compared with 650,000 scoops in 1961, 1,193,000 scoops in 1960, 2,980,000 in 1959 and 4,447,000 in 1958. This sharp reduction, over the past five years, in the amount of bait used is directly related to the conversion of baitboats to purse-seiners.

The anchoveta, 29.6 per cent of the total bait catch, was the most

TABLE 5. Estimated amounts\* and percentages of kinds of baitfishes taken from 1957 to 1962 by clippers\*\*

	1957		1958		1959		1960		1961		1962	
	Amount	Per-cent	Amount	Per-cent	Amount	Per-cent	Amount	Per-cent	Amount	Per-cent	Amount	Per-cent
Anchoveta ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> )	2070	55.8	1515	34.0	649	21.8	416	34.9	211	32.5	123	29.6
California sardine ( <i>Sardinops caerulea</i> )	290	7.8	601	13.5	290	9.7	110	9.2	106	16.3	89	21.4
Southern sardine ( <i>Sardinops sagax</i> )	38	1.0	141	3.2	110	3.7	82	6.9	8	1.2	34	8.2
Northern anchovy ( <i>Engraulis mordax</i> )	547	14.8	736	16.5	190	6.4	212	17.8	179	27.5	110	26.5
Southern anchovy ( <i>Engraulis ringens</i> )	410	11.1	1169	26.3	1484	49.8	214	17.9	88	13.5	25	6.1
California sardine and Northern anchovy mixed and not separately identified	30	0.8	57	1.3	30	1.0	6	0.5	2	0.3	2	0.5
Herring ( <i>Opisthonema, Harengula</i> )	193	5.2	102	2.3	75	2.5	64	5.4	26	4.0	16	3.9
Salina ( <i>Xenocys jessiae</i> )	17	0.5	16	0.4	24	0.8	15	1.2	14	2.2	7	1.7
Miscellaneous and unidentified	112	3.0	110	2.5	128	4.3	74	6.2	16	2.5	8	1.9
Totals	3707		4447		2980		1193		650		414	

\*In thousands of scoops

\*\*Vessels based in U. S. West Coast and Puerto Rico ports for years 1957-1960 and U. S. West Coast ports for 1961-1962.

important bait species used in 1962. It was closely followed in importance by the northern anchovy and California sardine which comprised 26.5 per cent and 21.4 per cent of the total bait catch, respectively, both higher, on a relative basis, than the values recorded in 1960 and 1961.

In 1963, the U.S. fleet will utilize very little bait from resources south of the Gulf of Tehuantepec because the clipper fleet is now comprised of vessels of less than 170 tons capacity, which for the most part operate north of the Gulf. We expect that the two most important species in 1963 will be the northern anchovy and the California sardine.

*Recent changes in catch-per-day's-fishing*

In Table 6 are shown the values of catch-per-day's-fishing for the years 1959-1962, for both baitboats and purse-seiners, by vessel size classes, for the fleets based in the United States (including Puerto Rico). The standardized averages are shown except for seiners for 1962, for which the efficiency factors are not yet available.

**TABLE 6. Catch-per-day's-fishing, by gear, species and vessel size-class, (U. S. vessels only).**

		BAITBOATS							
		Yellowfin				Skipjack			
Class	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961	1962	
1	1439	2160	789	1718	2171	1270	2310	2110	
2	1786	3223	2437	4556	2045	2293	2359	2538	
3	4516	6595	4379	6836	3077	3108	3637	3113	
4	5746	5950	—	—	7732	4951	—	—	
5	5236	8686	10746	5885	15749	9136	8696	10312	
6	7012	6588	—	—	24001	10716	—	—	
Standardized average (Class 4)		5220	6892	7065	6929	9220	6097	5919	6035
		PURSE-SEINERS							
1	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	9424	6752	4355	—	2004	468	50	—	
3	14085	14649	10032	7222	2635	1361	1250	2043	
4	20506	21589	14315	7642	4069	1414	3601	4875	
5	21381	26926	15560	7542	3258	1373	7261	8017	
6	—	—	11560	7417	—	—	10920	14619	
Standardized average (Class 3)		14680	16031	10590	6277	2736	1156	3286	5252

During 1962 the number of baitboats continued to decline and little effort was expended south of 15°N latitude. The data for the three smaller size classes are useful in reflecting the apparent abundance for both species for the northern regions. In these areas the small baitboats did well during 1962 and an increase in catch-per-day's-fishing for yellowfin was noted for all three size classes. The remaining class 5 baitboats, however, experienced a sharp decline in yellowfin catches, so that the standardized average of all classes declined slightly from the previous year.

Purse-seiners of all classes experienced a sharp drop in catch-per-

day's-fishing of yellowfin, while their catches of skipjack increased. This is believed to reflect a general decline in abundance of yellowfin, and a concentration of effort on skipjack on the southern grounds where they are more available to this gear.

Changes in catch-per-day's-fishing of yellowfin by purse-seiners may be examined in more detail in Figure 2, where we show the monthly average catch-per-day's-fishing, standardized to class 3, of purse-seiners, for regions north and south of 15°N latitude (which may possibly represent a line of partial subdivision of stocks), for the years 1960 through 1962\*.

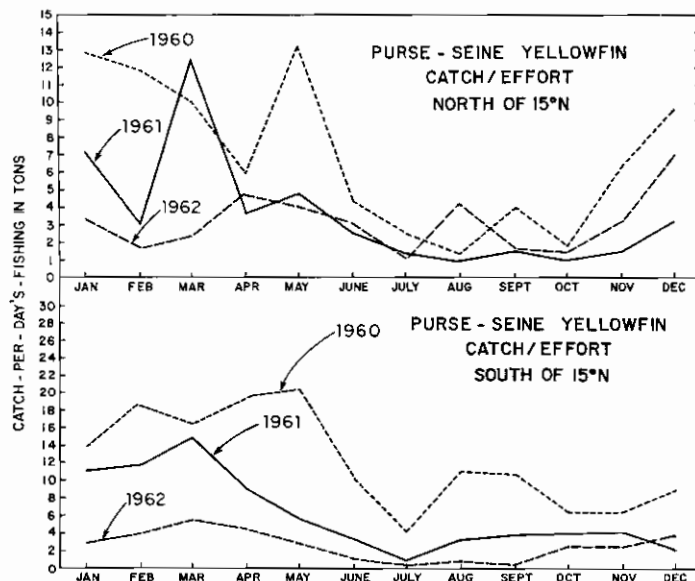


FIGURE 2. Catch-per-day's-fishing by purse-seiners, standardized to Class 3, by fishing zones, 1960 through 1962.

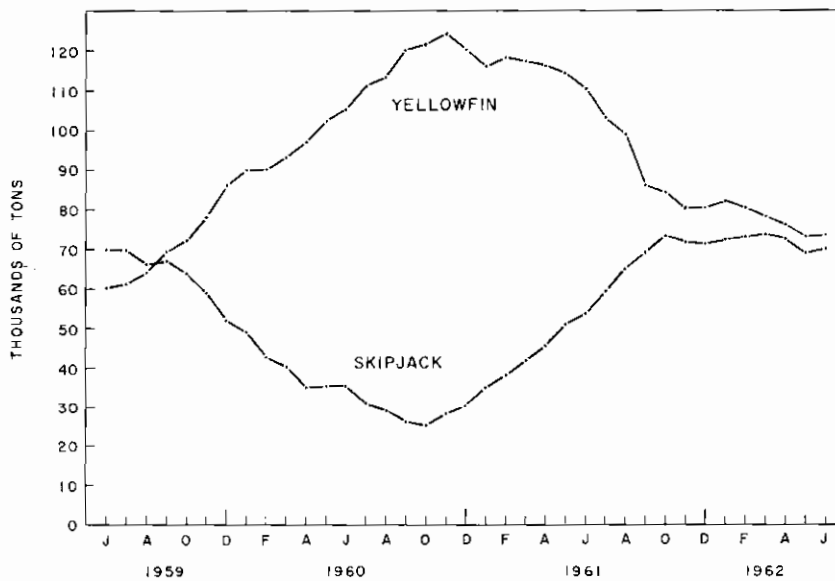
The rather regular seasonal trend in fishing success, which is repeated each year, may easily be seen. It may also be seen that, in the northern region, there was a general continued decline in yellowfin abundance until about April 1962. Since then, the data nearly coincide with those of the previous year, and, indeed, toward the end of the year show perhaps some recovery. In the southern region, the steady decline in yellowfin abundance, as reflected by the seiner catches, continued throughout the series, but with some evidence that the stocks may be coming into stability by the end of 1962.

Catch-per-day's-fishing of skipjack by baitboats (Table 6) was very nearly the same as the previous two years. All classes of seiners, however, exhibit an increase in catch-per-day's fishing of that species. The seiner data cannot, however, be interpreted as necessarily reflecting an increased abundance of skipjack, since, with a decline in yellowfin abundance, the seiners appear to have more vigorously pursued the skipjack than formerly.

\* Note that two points for 1960, southern area, have been corrected from last year's report.

*Recent trends in total catch*

Concurrent with the increase in fishing intensity and the decrease in catch-per-day's-fishing for yellowfin tuna, there has been a marked change in the total catch of both yellowfin and skipjack tuna during the past four years. We have plotted in Figure 3, the 12-month running totals for yellowfin and skipjack of receipts in U.S. ports from U.S. vessels plus total receipts in Puerto Rico against the middle month of the twelve. These values represent approximately 85 per cent of the total landings of each species from the regulatory area of the Eastern Pacific. For yellowfin tuna, there was a rapid increase in the average 12-month landings during 1959 and 1960, with the peak centering on November, 1960. Since then, there has been a steady decline in this index of landings of yellowfin tuna, despite the continued high level of fishing intensity, but the landings now appear to be leveling off near 70,000 tons. Skipjack catches declined steadily during 1959 and 1960 as the purse-seine vessels concentrated on yellowfin tuna. However, as the catches declined, there was a substitution of skipjack in the landings. Skipjack landings rose rapidly until the period centering on October 1961 was reached.



**FIGURE 3.** 12-month moving average of index of total catch of yellowfin and skipjack tuna.

It appears from this figure that both total landings of yellowfin and total landings of skipjack are in the process of levelling off, and would stabilize if fishing effort did not further increase. With an increase in effort, there is expected to be a very small short-term increase in yellowfin landings, followed by a further decline, but a further increase in skipjack landings.

*Long-term series of measures of abundance*

As explained in last year's report, and discussed in detail in our

*Bulletin Vol. 6, No. 7*, it has been possible to devise a method of combining the catch-per-day's fishing of seiners and of baitboats, for yellowfin tuna, into a single estimator which is comparable with the previously used baitboat series. That is, we can employ the purse-seine data and the baitboat data to estimate apparent abundance, and total fishing effort, in terms of the same class 4 baitboat units formerly employed, and can thus compare the data of recent years, dominated by seiners, with the data of earlier years when baitboats predominated.

Unfortunately, no similar procedure for skipjack has been possible. The baitboat series of apparent abundance estimates can be continued, but, since that fleet is now small, and does not cover the whole range of the fishery, it is of limited utility. A new series based on seiners alone (Table 6) has been commenced with 1959, but is, of course, yet too short to be interpreted. Fortunately, as we have pointed out before, the skipjack population is obviously yet much underutilized, so that the seiner series should prove useful as the years go by, and fishing effort increases.

## 2. Present status of the tuna populations

### *Yellowfin tuna*

In Figure 4 we show, as in previous years, the statistics of total catch, apparent abundance, and calculated total effort for the aggregate of yellowfin tuna populations of the Eastern Tropical Pacific. On this graph are shown (as ordinates) the standardized catch-per-day's-fishing by baitboats and (as abscissae) the total fishing effort in baitboat units, for each year 1934-1960. Also shown are the catch-per-day's-fishing, in baitboat units, for 1959-1962, calculated from the *combined* data of baitboats and seiners, and the corresponding total effort in baitboat units. Total effort and total catch correspond, of course, to total landings from all sources in both cases. Iso-lines of equal total catch (the product of effort and catch-per-effort) are shown as hyperbolae on the graph.

The broken straight line on the graph shows the average relationship among effort, catch-per-effort, and total catch calculated by Schaefer (*Bulletin Vol. 2, No. 6*) from the data through 1955. The solid straight line is a similar "estimated line of equilibrium" calculated from the data through 1961. The latter line is well within the error of estimate of the original line computed on data through 1955, and thus offers some confirmation of its predictive value, at least over the range of stock abundance and effort so far examined. The new line is, however, a little lower than the former, and corresponds to equilibrium catches somewhat smaller than those formerly estimated. From this new line, which is probably the most reliable because based on more data, it appears that *the maximum average sustainable catch is about 183 million pounds, at 32,400 units of effort.*

As we have seen earlier, during the fall of 1962 effort was somewhat curtailed due to economic circumstances and, for the full year, was a little lower than in 1961. The preliminary point for 1962 falls very close to

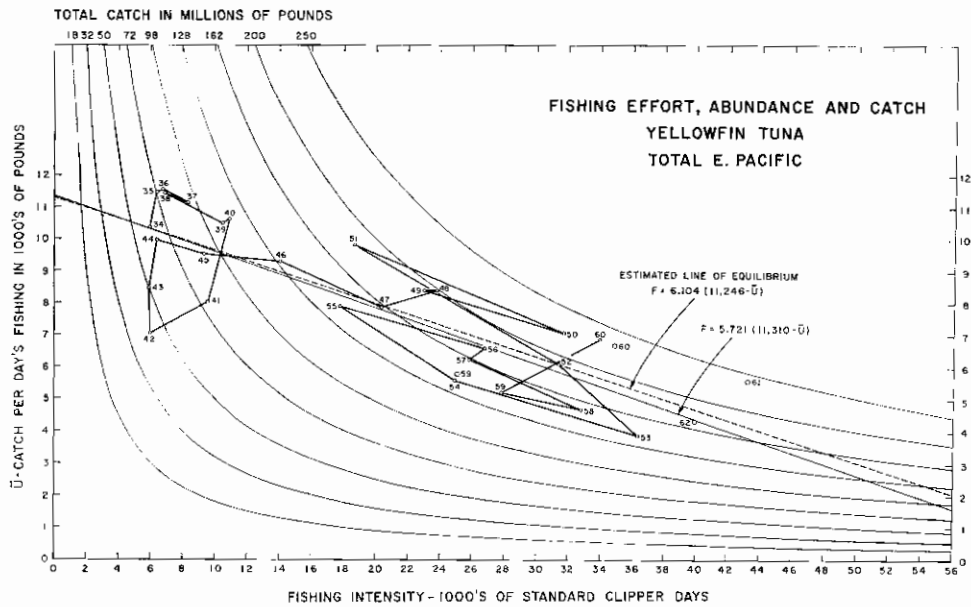


FIGURE 4. Relationships among fishing effort, apparent abundance, and total catch for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean 1934-1962. (Points connected by solid line based on abundance measured by baitboats only. Isolated points for 1959-1962 based on abundance measured by data from baitboats and seiners combined).

the new "estimated line of equilibrium", indicating that the fishery had arrived near to stability at this level of fishing effort, that is some 40 thousand standard day's-fishing, with a sustainable yield of about 173 million pounds. Figures 2 and 3, as discussed above, also tend to confirm that the yellowfin fishery, by the end of 1962, had come near stability. This conclusion must be viewed with some reservation, however, because as shown in Table 2, there occurred during the year a further shift of catch toward the southern region. To the extent that there may be some partial heterogeneity of yellowfin stocks north and south of about  $15^{\circ}\text{N}$ , the data for the aggregate of all stocks may be a little misleading, and the condition of the yellowfin stocks might, therefore, *at the end of the year* have been a little worse than indicated from the data for *the whole year* shown in Figure 4.

It is abundantly clear that, in any event, the current magnitude of the yellowfin populations in the Eastern Pacific is below that at which maximum yield can be sustained, and that a decrease in effort and catch is desirable to restore the abundance to the level of maximum sustainable harvest.

#### *Skipjack*

We have pointed out in previous Annual Reports, and elsewhere, that at levels of fishing effort so far experienced, there is no measurable relationship between fishing effort and abundance of skipjack, and that the population of this species is obviously capable of sustaining an increased fishery.

Additional analyses of skipjack data, treating separately the historical series of catch statistics from the northern regions and the southern regions, confirm, for the northern regions, the earlier conclusion of lack of evidence of any relationship between fishing effort and abundance. In the southern region, off Central America and northern South America, there is some evidence of increased catch-per-effort at the low levels of effort which obtained in 1959-1961. In view of the well-known sizeable fishery-independent fluctuations in abundance of skipjack, this is not regarded as well demonstrated, however, although it deserves further investigation as more data become available.

### **3. Other studies of tuna catch-statistics**

#### *Quarterly and monthly tabulations*

We have continued to compile and chart the catch, effort, and catch-per-unit-of-effort for each tuna species, by one-degree area, by quarters of the year, for both baitboats and purse-seiners. These data, for the years 1959 through 1962, are now being prepared for publication as a sequel to a report published in 1960 which covered the years 1951 through 1958.

#### *Relationship between oceanic climate and distribution of yellowfin and skipjack tuna catches*

Logbook data on catches of tunas, reflecting changes in geographical distributions, furnish basic data for investigating some of the effects of oceanic environmental factors on the tunas. Some additional research along this line has been completed during 1962 and is discussed under "Investigations on physical, chemical, and biological oceanography" (p. 68).

#### *Analysis of purse-seine catches*

A very large share of the masters of purse-seine vessels keeps for us logbook records of each set of their nets and resulting catches. These data contain a wealth of information on the nature of operations of the purse-seine fleet and also can be employed to study the schooling habits of the tunas. Further analyses of these data have been conducted during 1962.

#### *Catch-per-successful-set*

Close examination of data on catch-per-successful-set has revealed that vessels of different size classes, fishing in the same regions in the same time-periods, make different size catches on an average successful set, the catch increasing with vessel size. This could be due either to differences in gear, if the larger nets carried by larger vessels were more successful in catching the whole school, or could be due to differences in the master's choice of schools. The former seemed unlikely, since even the smaller nets are large enough almost always to encompass an entire school. Analysis of the data for 1961 indicates that for a constant vessel size, there is little or no increase in catch-per-set with net length. Conversely, for a constant net size, there is a marked increase in catch-per-set with vessel size. It appears probable, therefore, that the observed differences in catch-per-set with vessel size are due to choice of larger schools by larger vessels, rather than to the nature of the gear.



Since there is this difference in catch-per-set with vessel size, it needs to be corrected for if we are to use the catch-per-set for comparative purposes among areas and years, which may have different size compositions of fishing vessels. It has proven possible, by comparing catches of vessels fishing at the same time in the same regions, to arrive at adjustment factors for different vessel size classes, whereby the catch-per-set may be standardized to a standard size class (class 3). These factors have been computed for years 1956-1961.

**TABLE 7. Catch-per-set of yellowfin tuna by purse-seiner vessels, standardized to size-class 3, by areas, 1956-1961.**

Year	AREA							
	N. of 20°N		15°N, 10-095 10-100, 10-105		5°N, 10-085 10-090		S. of 5°N	
	C/set	No. of sets	C/set	No. of sets	C/set	No. of sets	C/set	No. of sets
1956	11.9	692	18.9	529	21.8	14	7.6	5
1957	17.1	469	13.5	510	—	—	3.3	6
1958	14.1	1093	11.0	228	6.4	2	10.9	21
1959	19.6	966	17.5	272	21.2	66	29.1	30
1960	14.4	1005	16.6	2315	21.0	1141	21.6	16
1961	11.7	821	12.3	2130	16.7	2618	15.8	44
Total	14.80	5046	14.84	5984	18.08	3841	18.02	122

There is shown in Table 7 the standardized catch-per-successful-set for four regions, for each year 1956-1961. It is of interest to note that there is, in no region, any marked trend in the catch-per-set, with time, whereas the abundance of the yellowfin stocks has trended downward. If we may assume that most sets capture an entire school, and thus the catch-per-set is a measure of school size, it may be concluded that as the abundance of fish declines there tends to be a decrease in number of schools rather than in average size of school. It is also interesting to note that, over this series of years, the mean school size, as thus measured, is nearly the same in the two northern areas of Table 7, and in the two southern areas, but that the schools are, on the average larger in the southern areas.

#### *Assistance of airplanes*

Investigations reported last year indicated that aircraft-assisted sets are more successful both in share of successful sets and in tonnages captured. Additional analyses have been made of data for 1961.

Non-assisted successful yellowfin sets averaged 15.6 tons, while those with airplane assistance averaged 20.3 tons and those with helicopter assistance were nearly the same, 19.5 tons. The difference between non-assistance and aircraft assistance is highly significant statistically.

Examination of frequency distributions of individual catches, reveals that the reason for the observed difference in average catch-per-set is that there is a deficit of catches below about 20 tons for the assisted sets compared with non-assisted sets. It is evident that the spotters in the airplanes

tend to select against schools below 20 tons, relative to vessel masters not having such assistance.

#### **4. Research on population structure, migrations, and vital statistics of tunas**

Knowledge of the population structure of the tunas is essential in order to identify unit populations which are the proper object of study of their population dynamics and ecology, and the natural units of fisheries management. The necessity to do much of the work at sea, and the rather complex nature of the tuna stocks, makes progress slow, despite the devotion of much of our effort to these problems.

Morphometric comparisons have shown that the yellowfin tunas of the Eastern Pacific are distinct from those to the westward, near Hawaii and Marquesas. This has been partially confirmed by blood typing of specimens from Hawaii and from the West Coast. Lack of any tag recoveries to the westward, beyond the vicinity of the Galapagos, of the many yellowfin tagged along the coast, despite a sizeable longline fishery to the westward, is further confirmation.

Conversely, for skipjack, it appears that some, at least, of the West Coast population range far to the westward. We have found no significant morphometric differences among skipjack from the region of the American fishery and stocks near Hawaii and Marquesas. We have found no differences in blood-types between Hawaii and our region (although researchers in Hawaii have indicated that they have encountered *two* groups there, one of which may be the same as our fish, and the other different). Two tagged skipjack liberated near Baja California have been recovered in Hawaii after about two years at liberty. Most important, there is little evidence of skipjack spawning in the Eastern Pacific fishing region, or near to it; most reproduction probably occurs farther westward.

*Within* the region of the American fishery, it is evident that there is a fairly complete mixing of yellowfin tuna in all areas south of the Gulf of Tehuantepec, as evidenced by tagging results, and by lack of spawning south of Cape Blanco, Peru. Tagging results and size-frequency data also indicate a homogeneous stock north of about the Gulf of Tehuantepec. There may, however, be a partial separation of stocks, but with a wide region of intermingling, near the Gulf of Tehuantepec. Whether these groups are genetically different, or whether there is only a partial migration barrier of some sort, is yet a moot question.

Continued research on population structure and migration is, obviously, of large importance. No less important are researches to estimate the tunas' vital statistics — age, growth, mortality and year-class abundance — since these are essential for use in analytical models of their population dynamics.

#### *Tuna tagging investigations*

During 1962 the Commission has continued the tagging of tunas, from one charter and several commercial cruises. Reliance on the latter

has decreased as we now have more explicit requirements for both the area and time of tagging. This, plus the recent sharp decline in the number of baitboats large enough to accommodate the two scientists needed for tagging, has induced us to consider primarily chartered vessels for future tagging. Although we are usually able to arrange for taggers to operate from purse-seiners, our past experience with tagging from this type of vessels had indicated that tagged fish are often in relatively poor condition when released, and that our already high initial tagging mortality may be markedly increased. We have during the past seven years tagged large numbers of tropical tunas in most of the major tuna-fishing areas of the Eastern Tropical Pacific. Future tagging needs to be designed to answer specific questions about migrations or mortality rates.

It is possible to make useful estimates of mortality rates from tagging experiments. Many such computations have been made with our data thus far. These estimates have been comparable to those made from the size-composition analyses of the commercial catch. Of great interest is, and will be, the series of total mortality and fishing mortality estimates made for the years during which the fleet changed largely from pole and line fishing to purse-seining. Some preliminary estimates of mortality rates from tag returns for the Local Banks off Baja California were published in the Annual Report for 1961. A detailed analysis of the data will be included in a *Bulletin* now in preparation.

#### *Tagging operations*

Tagging operations during 1962 consisted of two cruises (one a chartered vessel) from the United States and five from Peru. No cruises were made from Ecuador, although our Peruvian taggers were able to cover the fishing area off Ecuador in a fairly adequate fashion.

There were 6960 yellowfin and 4255 skipjack released during the year. From these we have already recovered 2272 yellowfin and 1085 skipjack. In addition, there were recovered during the year 994 yellowfin and 344 skipjack tagged in earlier years. The tagging and recovery data have been summarized in Table 8.

#### *Charter cruise of the South Seas*

The vessel *South Seas*, a 160-ton capacity baitboat, was chartered during June for three major purposes: 1) Further investigation into the physiology of tunas, with special attention to temperature-correlated tagging mortality. A discussion of the results of these experiments will be found elsewhere in this report. 2) To obtain a large series of blood samples as part of our population studies. 3) To liberate a large number of tagged tuna on the Local Banks off Baja California. From this we may, among other things, continue to monitor any changes in total mortality, through an analysis of the diminution of recoveries per unit of effort with time. One of the greatest difficulties in making estimates of fishing mortality is the differential initial mortality at the time of tagging, related to temperature variations.

TABLE 8. Tunas tagged, and recoveries reported to San Diego, through 31 December 1962.

FROM CALIFORNIA				Number tagged		Number recovered		
Cruise	Vessels	Period	Area tagged	Yellowfin	Skipjack	Yellowfin	Skipjack	
<b>Tagged during 1955-1961</b>				28,206	38,894	1,781	882	
<b>Tagged during 1962</b>								
41	Santa Helena	III/22/62-IV/16/62	Revillagigedo Is.	206	6	5	0	
42	South Seas	V/21/62-VI/30/62	Local Banks	4,652	3,856	2,152	1,002	
Total 1962				4,858	3,862	2,157	1,002	
<b>FROM PERU</b>								
<b>Tagged during 1956-1961</b>				7,147	24,485	1,352	1,166	
<b>Tagged during 1962</b>								
			Gulf of Panama	421	178	23	11	
			Northern Peru-Ecuador	1,681	215	92	72	
Total 1962				2,102	393	115	83	
<b>FROM ECUADOR</b>								
<b>Tagged during 1958-1961</b>				253	6,573	20	266	
				1962 Grand Total	6,960	4,255	2,272	1,085
				All Years Grand Total	42,566	74,207	5,425	3,399
Recoveries (included in above) made in 1962 from Tagging thru 1961-				United States Cruises		675	289	
				Peru Cruises		5	24	
				Ecuador Cruises		314	31	
				Total		994	344	
Overall recovery rates:				1962 recovery rates:				
	Yellowfin	12.7%		Yellowfin	32.6%			
	Skipjack	4.6%		Skipjack	25.5%			

The number of returns from this charter cruise has already far exceeded the total number of recoveries from all of the past cruises to the Local Banks off Baja California. There seems to be little doubt that for this cruise, for yet unknown reasons, the tagging mortality was significantly lower than expected from an analysis of our past data. Furthermore, the fish tagged during this cruise were subjected to a large amount of fishing effort during, and immediately following, the tagging operations. Another factor is the increased efficiency, by the people involved in the fishery, in their reporting of recaptured tagged fish. Recent experiments have shown that nearly 100 per cent of the recaptures are now recorded whereas similar experiments made in the past have shown that this rate may have been nearer to 50 per cent at the beginning of our tagging program in 1956 and 1957.

The percentage of returns from each of the one-degree rectangles in which we tagged during this charter cruise varied widely (Table 9). This may have been due to several factors. We recognize as perhaps most important the effects of bad weather (i.e. curtailment of immediate fishing effort) and differences in the dispersal and migration patterns of some groups. The most extreme example of this may be seen in the low return rate of skipjack tagged in Area 20-110-11. (Although these fish represent nearly 66 per cent of the total number of skipjack tagged, they constitute less than 20 per cent of the recoveries). Strong winds and rough seas prevailed in the tagging area immediately after tagging. Interestingly we have recorded several migrations from this particular group of tagged fish to Shimada Bank (Area 15-115-08) but no such movement from any of the other groups. This may be coincidental (we recorded several migrations to the Revillagigedo Islands from other groups).

#### *Tagging mortality*

Overall recovery rates of tagged tunas (Table 8) are generally much lower than would be expected from the estimates of fishing mortality computed through an analysis of the catch statistics. One of the prime reasons for this discrepancy is believed to be a high initial tagging mortality. Although there are many possible ways in which the tagging processes might injure a fish, the rate of recovery appears to be correlated with the water temperature at which they were tagged, high water temperatures with low return rates and low temperatures with higher rates of recovery. The relationship between water temperature and return rate, however, may be obscured by other factors; for example, the amount of fishing effort exerted upon one group of tagged fish may be considerably higher or lower than on another group. The size of the fish at the time of tagging was also thought, until recently, to be influential in determining their ability to withstand tagging. This has been investigated for several areas and no uniformly significant relationship has been found.

From the accumulated data on temperature at tagging and recovery rates, we are now attempting to arrive at useful correction factors for initial tagging mortality so as to be able to compute the number of

**TABLE 9. Liberations and recoveries, by area of tagging through December 1962, of tunas tagged on Local Banks in June 1962.**

Yellowfin Area*	Number tagged	Within 10 days		More than 10 days		Total	
		Recovered	% Recovered	Recovered	% Recovered	Recovered	% Recovered
20-105-20	37	0	0.0	2	5.4	2	5.4
20-110-11	1534	2	0.1	526	34.3	528	34.4
20-110-12	1762	670	38.0	278	15.8	948	53.8
20-110-13	693	269	38.8	105	15.2	374	54.0
20-110-17	626	113	18.0	187	29.9	300	47.9
<b>Totals</b>	<b>4652</b>	<b>1054</b>	<b>22.6</b>	<b>1098</b>	<b>23.6</b>	<b>2152</b>	<b>46.2</b>
<b>Skipjack</b>							
20-110-11	2539	8	0.3	186	7.3	194	7.6
20-110-12	590	305	51.7	22	3.7	327	55.4
20-110-13	813	339	41.7	114	14.0	453	55.7
20-110-17	94	1	1.1	27	28.7	28	29.3
<b>Totals</b>	<b>3856</b>	<b>653</b>	<b>16.9</b>	<b>349</b>	<b>9.0</b>	<b>1002</b>	<b>26.0</b>

\* IATTC Statistical area

effective tags released. It appears that even at the lowest temperatures the initial tagging mortality is of the order of 15 per cent.

#### *Recovery of recaptured tags*

Not all of the tagged tunas which the fishery recaptures are reported to us. Tags are sometimes found and then lost before the information is recorded. Some tags are overlooked through all stages—from capture through canning. Several experiments have been made to estimate the percentage of the recaptured tagged fish which are eventually reported to us. This value may once have been as low as 50 per cent but is now about 98 per cent.

#### *Estimations of mortality rates*

We have continued, during the year, to compute fishing and total mortality rates of both yellowfin and skipjack tuna by a modified "Gulland" technique, described in our last Annual Report. A recomputation of the two tagging experiments in 1957 on the Local Banks has, for example, been made for yellowfin using new estimates of fishing intensity, tagging mortality, and non-return of recaptured tagged fish. These two experiments have been combined, and the following adjustments made: (1) Extension of the time period of the experiment to 16.1 months. (2) The correction factor for non-return of recaptured tagged fish has been changed from 0.90 to 0.50, or to a changing rate during the course of the experiment of 0.51 - 0.67. (3) The initial tagging mortality estimates have altered the effective number of tagged fish in the experiment from 328 to 154. (4) Two different return and effort areas have been used: (a) Areas 20-110 and 25-110, (b) Areas 20-110, 25-110, 20-105, and 25-105. On the basis of these correction factors and variables, four separate estimates have been made of the fishing mortality ( $F$ ) and total mortality ( $F+M+Q$ ) during the 1957-1958 period. The first estimate utilized the returns and effort on the Local Banks only, and assumed a uniform return rate ( $c$ ) of the recaptured tagged fish of 0.50. Under these conditions  $F = 1.35$  and  $F + M + Q = 2.04$ . Second, we used the same value for  $c$  but utilized the returns and effort from both the Local Banks and the Gulf of California; then  $F = 1.76$  and  $F+M+Q = 2.24$ . Third, effort and returns from the Local Banks only, but with the value of  $c$  changing from 0.51 at the initiation of the experiment to a terminal value of 0.67; then  $F = 1.40$  and  $F+M+Q = 2.36$ . Fourth, the same as the third, but using effort and return data from the Local Banks and from the Gulf of California; then  $F = 2.41$  and  $F+M+Q = 2.83$ . These appear to be much more reasonable values for this intensively fished region of the fishery than those derived from our earlier (1961 Annual Report) computations, i.e.  $F = 0.44-0.53$ ,  $F+M+Q = 1.39-1.50$ .

#### *Inter-area migrations*

We have long realized, on the basis of our tagging experiments, that the migratory behavior of both yellowfin and skipjack tunas within the Eastern Pacific is extremely complex. During 1962 many inter-area migra-

TABLE 10.

## INTER-AREA MIGRATIONS

Date tagged	Area of tagging		Size (mm)	Date recovered	Area of recovery		Size	Days free	Miles travelled
<b>YELLOWFIN</b>									
9-15-61	Baja Calif.	(25-115-11)	—	4- 3-62	Clarion	(15-110-20)	—	201	532
3-26-62	Roca Partida	(15-110-23)	—	3-30-62	Gorda Bank	(20-105-20)	—	5	275
3-26-62	Roca Partida	(15-110-23)	—	3-30-62	Gorda Bank	(20-105-20)	—	5	275
4-17-60	Roca Partida	(15-110-23)	600	4-25-62	Mex. Coast	(15-100-15)	1283	739	411
4-30-61	Gulf of Panama	(05-075-08)	600	2- 5-62	Peru-Chile Border	(S.25-070-21)	687	282	1935
4-24-61	Gulf of Panama	(05-075-09)	550	1-29-62	Clipperton Is.	(10-105-05)	—	281	1827
4-25-61	Gulf of Panama	(05-075-10)	500	3-15-62	Clipperton Is.	(10-105-05)	895	325	1820
4-25-61	Gulf of Panama	(05-075-10)	500	6-14-62	Tres Marias Is.	(20-105-07)	950	416	1956
5-22-62	Gulf of Panama	(05-075-14)	550	8- 5-62	Mex. Coast	(15-095-01)	—	75	1380
4-22-59	Gulf of Panama	(05-075-14)	525	4-15-62	W. of Galapagos	(00-095-08)	1279	1090	1190
8-26-61	Galapagos Is.	(00-090-02)	600	4- 7-62	Peru Bank	(S.05-080-07)	—	225	643
10-10-61	Peru Bank	(S.05-080-07)	600	3-10-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-06)	640	152	1173
11- 4-61	Peru Bank	(S.05-080-07)	500	3- 9-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-06)	621	126	1173
11- 4-61	Peru Bank	(S.05-080-07)	500	3- 7-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-06)	600	124	1156
11- 3-61	Peru Bank	(S.05-080-07)	600	2-15-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-12)	724	105	1100
11- 3-61	Peru Bank	(S.05-080-07)	600	3- 5-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-07)	567	123	1135
<b>SKIPJACK</b>									
9-13-61	Baja Calif.	(25-110-15)	—	1-11-62	Mex. Coast	(15-100-02)	—	121	1046
9- 5-60	Baja Calif.	(25-115-11)	—	6-12-62	Hawaii	(20-155-09)	744	646	2465
6- 2-62	Baja Calif.	(20-110-11)	500	11- 4-62	Shimada Bank	(15-115-08)	—	156	515
6- 3-62	Baja Calif.	(20-110-11)	400	11- 4-62	Shimada Bank	(15-115-08)	—	155	515
6- 4-62	Baja Calif.	(20-110-11)	600	2-15-62	Peru-Chile Border	(S.20-070-12)	724	105	1100
4-17-60	Roca Partida	(15-110-23)	—	8-22-62	Hawaii	(20-155-10)	780	858	2583



tions were recorded. Some of these are shown in Table 10. There are included in this summarization three recoveries of extraordinary interest.

Two large tagged skipjack were recaptured during the summer of 1962 by the Hawaiian skipjack fishery. One had been tagged during September 1960, 20 miles WSW of Turtle Bay, Baja California, the other during mid-April, 1960 off Roca Partida, Revillagigedo Islands. The minimum distance that these fish had migrated were respectively 2583 and 2465 nautical miles. According to biologists from the Bureau of Commercial Fisheries in Honolulu, both of these recoveries were "season" fish, a group of large skipjack which appear in Hawaiian waters only during the summer months. They have added the evidence of these two returns to their data from blood typing to support a theory of two independent sub-populations of skipjack in the Hawaiian fishery. These recoveries are strong support for the hypothesis, which we have frequently mentioned, that the skipjack of the Eastern Pacific may undertake long offshore-inshore migrations.

The first direct evidence that a portion of the yellowfin, normally taken by the surface fishery in the Eastern Pacific, may at larger sizes become available to longline gear, was obtained this year. A fish tagged in the Gulf of Panama during April, 1959 was recaptured by a Japanese longliner just three years later at  $1^{\circ}40'N$   $97^{\circ}42'W$ , a little westward of Galapagos Islands. It then weighed 94.6 pounds. It is important to note that although this fish had migrated nearly 1200 miles to the southwest, the region of recapture is well within the confines of the Eastern Pacific yellowfin tuna regulatory area.

#### *Size composition of the commercial catch and related studies*

Knowledge of the size composition and mean weight of the tunas in the commercial catch is obtained by systematic collection of length-frequency samples from the commercial landings of yellowfin and skipjack tuna. Representative samples are collected routinely throughout the year at San Diego and San Pedro, California; Puntarenas, Costa Rica, and ports in Peru. This program, which has been in effect since 1954, provides monthly and quarterly estimates of size composition of catch, in addition to quarterly mean weights, by geographical sub-areas. This provides data for investigating the vital statistics (age, rate of growth, mortality rates, and variations in year-class strength) of the tunas, and enables study of population structure by comparison of size-composition characteristics among areas.

Analyses relative to estimating the vital statistics of yellowfin tuna have been kept as current as possible to monitor the effects of fishing on the size composition, mean weight and abundance of the stocks of yellowfin tuna. Increased emphasis is being put on similar studies on skipjack tuna.

*Yellowfin tuna*

We are currently utilizing a computer program entitled "Analysis of Covariance", written by staff members of the UCLA Biomedical Data Processing Group. This program enables us to make rapid statistical analyses of the growth of individual year classes within the same area, and of the same year class in different areas. Several such analyses have been successfully executed. This program will also be utilized in computing the mortality rates of year classes, and will enable us to keep such estimates more nearly current.

Size-composition data collected from purse-seiners have been compared with those collected from baitboats to determine whether both types of data could be combined to provide better estimates of the growth rate of yellowfin. Covariance analysis indicates that, using data from the two types of gear, the growth rates of identical year classes are similar and the regression lines coincide. Therefore, size-composition samples obtained from both types of fishing gear have been used to supplement each other and provide better estimates of the growth rate of yellowfin.

Computation of the growth rates of yellowfin tuna in the five northern areas has been completed. Each of the primary year-class curves was segmented into calendar years and the monthly modal lengths of each year class within each year fitted by linear regressions. The slope and calculated mid-year length was assumed to represent growth rate and average length, respectively. The calendar year of recruitment was termed stanza  $N$ , the second calendar year (first complete calendar year in the fishery) termed stanza  $N+1$ , etc. following Hennemuth's procedure.

Two single classification analyses of covariance 1) comparing different year classes within the same area, and 2) comparing the same year class in different areas, were made to study the variation in growth rate and adjusted mean length among year classes and areas. Covariance analysis of the growth rates of different year classes within the same area indicated significant differences in growth rate only in Area 02 (stanza  $N+1$  and  $N+2$ ) and in Area 03 (stanza  $N+1$ ). However, significant differences in adjusted mean length were evident in all areas during all growth stanzas with the exception of Area 08.

Covariance analysis of the growth rates of the same year class in different areas indicated significant differences in the 1953, 1956, and 1957 year classes, stanza  $N+1$ . The significant differences in the 1956 year class resulted from the slower growth rate of tuna in Area 04. The slow, apparent rate of growth may have resulted from observations being available solely from the first six months of the year, because of the seasonality of fishing in this area. Differences in calculated mid-year length were evident in the 1956 and 1957 year classes, stanzas  $N$  and  $N+1$  and in the 1953 and 1955 year classes stanza  $N+1$ . These significant differences ( $P \leq 0.5$ ) are indicated by single asterisks in the following tabulation:

Estimated growth rate and mid-year length of yellowfin calculated by linear regressions of modal length against months of catch within calendar years, for northern areas

Years of first entry	Growth rate cm. per month				Calculated mid-year length cm.			
	N	N+1	N+2	N+3	N	N+1	N+2	N+3
1951	2.5	2.4			52.0	81.8		
1952	1.3	2.2	4.0		54.3	79.8	122.0	
1953	0.7	3.1*	3.7		53.3	76.2	120.9	
1954	1.7	3.3	2.4	1.1	54.7	79.6	119.2	140.8
1955	1.6	3.8	1.4	—	53.8	88.5*	125.4	—
1956	1.3	3.8*	2.3	—	55.9*	83.9	125.5	—
1957	2.0	2.8*	2.6	—	50.6*	73.5	118.8	—
1958	2.3	3.2	1.6		57.3	85.6	120.8	
1959	2.3	2.9			57.4	76.7		
1960	1.7				54.8			
Total all areas and year classes pooled	1.6	3.3	2.3	1.1	54.8	81.5	121.6	140.8

— less than 3 observations

\* significant differences among areas

Pooling the estimates over all growth stanzas, there are significant differences in growth rate and adjusted mean length when comparing different year classes in the same area or when comparing the same year class in different areas. An  $F$  test of the pooled mean square for regression coefficients (comparing different year classes in the same area) with the pooled mean square for regression coefficients (comparing the same year class in different areas) indicated *no* significant differences in growth rate. A similar  $F$  test of the pooled mean square for adjusted means indicated significant differences in adjusted mean length. Summarizing, the variation in growth rate among different year classes in the same area and among the same year class in different areas is similar, but the variation in adjusted mean length is significantly greater among different year classes in the same area than among the same year class in different areas. Further examination of these data by individual growth stanzas indicated the significant differences in adjusted mean length occurred only during stanza  $N+1$ , which had the largest number of data for comparison. For each growth stanza, the estimated average growth rate was obtained by pooling all data and fitting a single regression line to all points within the growth stanza. These values are shown in the last line of the above tabulation and are 1.6, 3.3, 2.3 and 1.1 cm. per month for stanzas  $N$ ,  $N+1$ ,  $N+2$ , and  $N+3$ , respectively. The estimated growth rate for stanza  $N$  is obviously too low, as it is biased by fishing selectivity. The growth rate of 1.1 cm. per month for stanza  $N+3$  is somewhat unreliable because it is based on data from a single year class and area only.

The Von Bertalanffy equation, which is used for describing size at age, was computed employing all available yellowfin data from the northern areas. The equation for yellowfin in the northern areas is

$$L = 167 [1 - e^{-0.05(t-10)}]$$

The three parameters  $K$  (.05)  $L_{\infty}$  (167 cm.) and  $t_0$  (10 months) are essentially identical to those determined by Hennemuth, who, for Area 02 calculated values of .05, 169 and 10, respectively. His estimate was based

on baitboat data for the X54-X56 year classes, whereas the new estimate is based on combined baitboat and purse-seine data for the X51-X61 year classes.

*Investigation of new methods of estimating growth parameters*

In the foregoing study, as in previous studies of growth rates of yellowfin, the fitting of the Von Bertalanffy equation has depended on identifying year classes and plotting their modal values of length against time. This technique may not be easily applied to skipjack, because, although size groups can be followed for several months in the length-frequency graphs for different fishing areas, they may not correspond to identifiable year classes. However, it is possible to estimate the parameter  $K$  and  $L_{\infty}$  of the Von Bertalanffy equation from modal progressions even in the case where they do not represent year classes, as long as it may be assumed that they represent the growth of identifiable groups of fish.

The Von Bertalanffy equation

$$L = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

upon differentiation yields

$$\frac{dL}{dt} = K (L_{\infty} - L).$$

Thus the *rate* of growth in length is a linear function of the length.

If a modal group of fish can be followed through successive months,  $dL/dt$  can be approximated by  $\Delta L/\Delta t$ , the length increment between months. The values of such increments for groups of fish of different sizes should yield a linear relationship, on the average, between the length increment and the mean fish length between months.

In order to examine this method, it was applied to the available yellowfin tuna data from baitboats in all northern areas. Only modal lengths greater than 800 mm. were employed, because, as shown before, gear selectivity affects the modal positions for smaller fish.

In a first application of the increment method, it was applied to the monthly increments of modal values of year classes already identified in the previous study. A straight line was fitted to the numerous values of  $\Delta L/\Delta t$  and  $L$  obtained from these data, using Wald's method for fitting to obtain analytical values of the parameters. This application, called the "original increment technique" in Table 11, yielded essentially the same values of the parameter  $K$  and  $L_{\infty}$  as had been obtained by the fitting of the Von Bertalanffy curve to modal values of year classes plotted against time, called the "year class technique" in the table.

**TABLE 11. Estimates of growth parameters for yellowfin from northern areas, without data.**

Technique	Years of data	K	$L_{\infty}$ (cms.)
Original increment	1951 - 1961	0.052	173.3
Revised increment	1951 - 1961	0.026	229.6
Year - class	1951 - 1960	0.047	167.0

A second application of the increment method to the same yellowfin data was designed more nearly to simulate the application to skipjack data where year classes are not identifiable. Here only those modes were used where modal progressions could be clearly identified without reference to year-class identity, and following a set of "rules" for choosing modes to be employed. A straight line was fitted to the values  $\Delta L/\Delta t$  against  $L$  for these selected data, as before. The resulting parameters, listed in Table 11, for the "revised increment technique", were somewhat different than those obtained by the other techniques. Although the resulting growth curves are not very different, the "revised increment technique" apparently somewhat underestimates the curvature of the growth curve. This may be because large growth increments are selected against under the "rules" employed for selecting modal progressions to be used.

Although the methodology requires some further examination, this new technique should yield at least a useful first approximation to growth parameters for skipjack, to which we expect to apply it during the forthcoming year.

#### *Tuna genetics*

Research on blood typing to identify reproductively isolated population units of tropical tunas, as discussed in previous Annual Reports, was continued throughout 1962. We have continued to restrict our research to the use of phyto-hemagglutinins as applied to standard immunogenetic techniques of determining blood types.

During 1962 we typed blood from 463 yellowfin and 272 skipjack originating from off Ecuador and Baja California. In addition, blood samples from 31 skipjack and 68 yellowfin were collected off Central America.

An analysis has been made of all blood-typing data taken to date from yellowfin tuna, employing three reagents which seem to contain lectins which are specific to erythrocyte antigens in a single blood group system. The frequencies of the agglutinations of the erythrocytes of 223 fish taken from off Baja California, 235 from South America, 100 from Hawaii and 68 from Central America were compared by Chi-square analyses. The preliminary results lend support to results of previous tagging and morphometric studies which suggested separation of the Hawaiian and Eastern Pacific yellowfin into separate stocks. In addition, there is some slight indication that the Eastern Pacific stocks may be broken down into two components. However, before these tentative results can be confirmed, it will be necessary to secure more samples, especially from Central America and Hawaii. Furthermore, it is equally necessary to analyze and confirm the specificity of the lectins used in these studies. We are anticipating that such sampling and analysis will be completed during the forthcoming year.

Preliminary examination of the data on the blood types of skipjack tuna, as revealed by our reagents, does not indicate the presence of

individual population units within the Eastern Pacific Ocean. This, of course, does not preclude the possibility of the existence of such units but shows, at this point in the studies, that no differences have been detected using our reagents.

Through arrangements with Dr. Hiroshi Nakamura, Director of Nankai Fisheries Research Laboratory, Mr. W. L. Klawe of our staff will join an exploratory cruise of the research vessel *Shoyo-maru* of the Japan Fishery Agency in early 1963. This portion of the exploratory fishing cruise will be carried out off Peru and Chile. Mr. Klawe's primary objective will be to type bloods of tunas caught in that portion of the Pacific Ocean but he will also gather for us some additional information pertaining to the fish caught and observed during the expedition. Mr. Klawe will disembark in Papeete. We expect that while there it will be possible for him to type bloods of tunas caught by the local Tahitian fishermen.

Preparation of the source list of leguminous seeds mentioned in last year's Annual Report has been completed. This list by W. L. Klawe and Suzanne Hester entitled "Source List of Seeds of Leguminosae Prepared for Immunogeneticists Working with Phyto-hemagglutinins" has been distributed among specialists and libraries.

## 5. Other aspects of tuna biology and behavior

### *Tuna physiology*

Analysis of tag recovery data has shown that initial tagging mortality of yellowfin and skipjack is directly related to water temperature at time of tagging. Precursive experiments in 1961 indicated that these tagging mortalities are associated with hyperactivity of the fish and a resultant accumulation of lactic acid in the blood. A further series of physiological experiments was conducted during the past year to extend and confirm the 1961 observations on the accumulation of lactate in yellowfin and skipjack following capture by the live-bait method, and tagging, to determine the effect of temperature on this lactate accumulation, and to observe the effect of capture and tagging on the carbohydrate energy reserves (muscle glycogen) of the two species.

The experiments were conducted aboard a commercial tuna clipper, chartered by the Commission, in waters off Baja California between Point Tosco and Cape San Lucas. Sea temperatures during the experiments were mainly between 22° and 23°C. Blood samples for lactate analysis and muscle samples for glycogen analysis were taken from yellowfin and skipjack immediately after capture, after capture and tagging, and after from four minutes to 12 hours holding (both control and tagged) in a bait-box aboard the vessel. Chemical analysis for lactate and glycogen were made at the Department of Physiology, University of British Columbia, in association with Dr. Edgar C. Black and Mrs. A. R. Connor.

To show the trends of the changes in the two metabolic constituents with recovery, the lactate and glycogen data were grouped by appropriate time intervals and averages struck. Where there were no significant dif-

ferences between the average glycogen or lactate levels for control or tagged fish, the data were combined and an overall average struck; otherwise, the average for the individual group was used. These average lactate and glycogen levels, and the average recovery times at which they occurred, for both yellowfin and skipjack, are shown in Figure 5; also shown are average lactate and glycogen levels at the time of first capture.

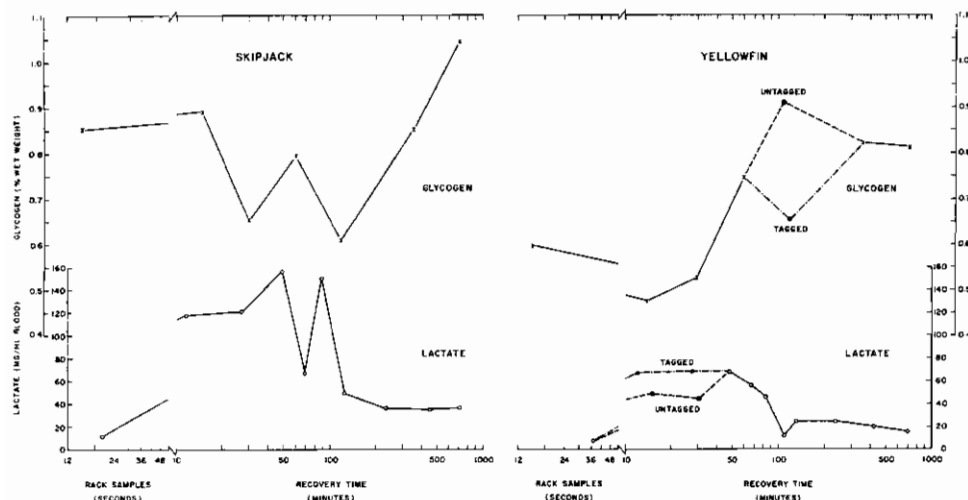


FIGURE 5. Blood lactate and muscle glycogen changes in yellowfin and skipjack tunas following capture.

As in the 1961 experiments, the alterations in blood lactate concentrations with capture, and with capture and tagging, followed substantially the same basic pattern in the two species—an initial increase in the lactate level to a maximum within an hour of recovery and a subsequent decline, at two to three hours, to levels somewhat above those at first capture. Again as in the earlier experiments, the average initial, maximal and “resting” (some two to 12 hours recovery) levels of lactate were higher and the peak levels persisted for a longer time in the skipjack than in the yellowfin.

However, in the 1962 experiments at 22°–23°C, in both species the average peak levels of lactate were lower (68 mg.% vs. 102 mg.% for yellowfin, 157 mg.% vs. 221 mg.% for skipjack) and the average “resting” levels were higher (22 mg.% vs. 16 mg.% for yellowfin, 39 mg.% vs. 26 mg.% for skipjack) than those for the 1961 experiments at 26°–29°C. Further, in 1962 there were no exceptionally high concentrations of blood lactate, no untoward mortalities in the live box during recovery, no difficulties in maintaining the skipjack alive for 12 hours, and no evidence of physical damage to the fish by the tagging cradle—all in sharp contrast to the results of the 1961 studies.

The pattern of changes in muscle glycogen of the yellowfin and skipjack following their capture, and tagging, were only generally similar in that there was a decrease in the glycogen reserves followed by a resyn-

thesis to levels higher than those at first capture. However, the yellowfin stores decreased from the moment of first capture, reached their lowest average level within some 15 minutes of recovery, and were restored to the initial average level in little more than half an hour. Skipjack muscle glycogen stores, on the other hand, remained more or less constant for the first 15 minutes of recovery, underwent a transient restoration at one hour, and then reached their lowest average level at two hours. The initial average levels of glycogen in the skipjack were not restored until after some six hours of recovery. In both species, the changes in the muscle glycogen content were inversely related to changes in the blood lactate levels.

These new glycogen and lactate data corroborate inferences concerning the physiological reactions of the tunas to hyperactivity, inferences previously drawn from lactate data alone. The differences between both the glycogen and the lactate responses of the two species in the 1962 experiments further confirm the greater physiological susceptibility of the skipjack to the tagging operation. The dissimilarity between the 1961 and the 1962 patterns of lactate accumulation suggest that, although the same amount of activity-induced lactate build-up occurs in the muscles at the two temperature levels, the slower diffusion rate at the lower temperature prolongs the passage of lactate from the muscle to blood, prevents the occurrence of extreme blood lactate concentrations and generally mitigates the severe effects on the fish of lactate accumulation. The higher tag recovery rate of tunas tagged in colder waters is likely a reflection of these meliorating effects.

These experiments and results are being reported in detail in a *Bulletin* now in preparation.

Information is scant on the concentration of hemoglobin in the blood of tunas and scombroids in general. Furthermore the determinations reported in the literature have been carried out, as recently shown, using techniques unsuitable for fish blood. Incidental to the Commission's other studies on the biology of tunas, determinations employing three techniques were made on the blood hemoglobin of six species of scombroids including four species of tunas. The pyridine hemochromogen method has been judged to be most suitable for such determinations. The following values were obtained for the six species:

	No. of fish	Range of hemoglobin concentration g/100 ml
Pacific mackerel	10	8.0 - 14.8
Pacific bonito	14	8.3 - 14.8
Yellowfin tuna	11	15.8 - 18.9
Skipjack tuna	9	14.1 - 20.7
Black skipjack tuna	5	16.9 - 19.9
Frigate mackerel tuna	6	17.8 - 21.2

It is to be noted that the concentrations are higher in the four species of tunas than in the two other scombroids. This may somehow be related to the highly-developed cutaneous vascular system which is present in the tunas but absent in the Pacific mackerel and in the Pacific bonito. A



report on our findings prepared by W. L. Klawe and I. Barrett of our staff, and B. M. H. Klawe of the De Anza Clinical Laboratory has been submitted for publication in an outside journal.

#### *Larval and juvenile stages*

A report entitled "Observations on the spawning of four species of tuna (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus*) in the Eastern Pacific Ocean, based on the distribution of their larvae" is in press in our *Bulletin* series.

Since completion of that manuscript, additional collections of plankton from the Eastern Pacific Ocean have been examined for the presence of various tuna larvae and the larvae were identified to species. This material originated from two collections, (1) STEP-I Expedition (September-December, 1960) in the waters off Ecuador, Peru and Chile; and (2) TO-61-1 Cruise (March-April, 1961), of the Tuna Oceanography Group of Scripps Institution of Oceanography, in the waters of the Gulf of Tehuantepec and off southern Baja California. The STEP-I material was devoid of any tuna larvae except larval *Auxis* sp. caught off Ecuador. This was expected, because most of the stations occupied during that expedition were situated off Peru and Chile, and from our previous studies it was evident that tuna do not normally spawn in those waters. Examination of tuna larvae obtained during the TO-61-1 Cruise revealed that a large number of larval *Auxis* sp. and *Euthynnus lineatus* larvae were present in some of the collections. A few *Thunnus albacares* larvae were captured at five of the stations. This, together with our previous findings, suggests that the peak of spawning off southern Mexico of *T. albacares* takes place in May and June.

Sorting for tuna larvae from plankton collected during the TO-62-1 Cruise (August-September, 1962) of the Tuna Oceanography Group, in the waters off southern Mexico, has commenced.

From our previous work on the young forms of tunas we learned that the yellowbellied sea snake, *Pelamys platurus*, among other vertebrates, preys on juvenile *Thunnus albacares*. A large collection of sea snakes was made in March and April off South and Central America to establish the extent of this predation. Most of the snakes were collected under night-light between mid-night and dawn. From examination in our laboratory of the digestive tracts of these animals it was evident that they feed during the daylight and that to make any conclusions on the amount of predation on young tunas would require collections made during the day or early evening, before digestion has progressed too far.

#### *Studies of young scombroids from other areas*

For the past several years, we have devoted a small portion of our time to examination of collections of young scombroids from other parts of the world oceans. Such material is sent to us by other institutions interested in the life history of tunas and other scombroids, but lacking

specialists trained in identification of the young stages of various scombroids.

In the course of our study on young tunas we encountered other young scombroids. As there is a general lack of information on the early life history of many scombroids, we have prepared in the past several reports on scombroids other than tunas. This year our report on young bonito, *Sarda chiliensis*, from the waters off Baja California appeared in the Mexican journal *Ciencia*.

*Size composition within yellowfin schools*

A previous investigation of size composition within individual schools of yellowfin tuna was reactivated during 1962. The majority of the data consisted of length-frequency samples taken aboard purse-seiners during their normal fishing operations.

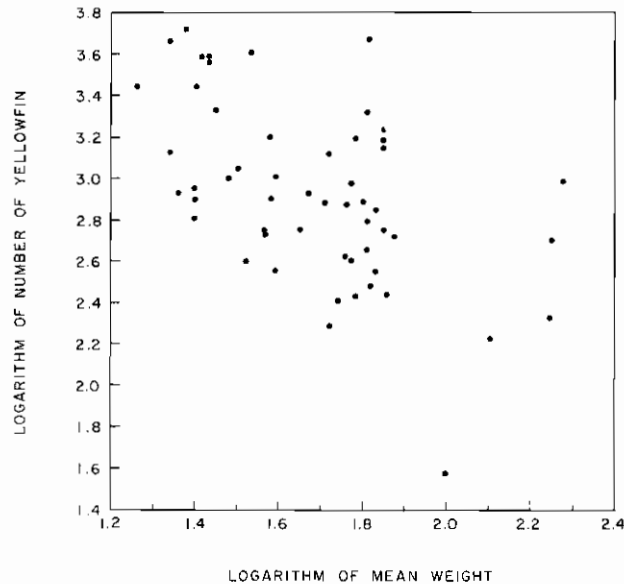
The mean, variance, standard deviation and coefficient of variation were calculated for each sample. There is apparently considerable variation among samples, occasionally even between those taken in the same one-degree area within the period of a few days. The samples were grouped by five-degree areas, and examined by analysis of variance. The between-schools component of the variance is considerably greater than the within-schools component, because the tunas tend to school by size.

Analyses of variance were made of length-frequency samples from schools of pure yellowfin and samples from mixed schools of yellowfin and skipjack. The within-schools and the between-schools components of the variance were considerably smaller for the mixed-species schools than for the pure yellowfin schools. These results agree substantially with those of previous studies conducted by Commission personnel on the same subject.

The "at-sea" length-frequency samples of yellowfin from single purse-seine sets were compared with purse-seine market measurement samples from the same areas and time periods. This was done for five market measurement sampling areas. The average difference for the area means of the two types of data was only 56 mm. The within-sample variance of the market measurement samples was greater than that of the "at-sea" samples in three of the five areas. The within-sample variance for the pooled estimate of all areas was nearly four times larger than the "at-sea" within-sample variance, indicating that the "at-sea" samples from individual schools are more uniform in size composition than the market measurement samples, which are often drawn from more than one school.

V. Brock has suggested that as tuna get larger, the number of fish per school decreases. Length-frequency samples from single schools of known tonnage can be used to investigate the relationship between the average size and the number of fish in a school. In order to estimate the number of fish in a sampled school, it is necessary to convert the length-frequency to weight-frequency, determine the mean weight of the fish samples and divide this into the total weight of the school.

The mean weights for all of the "at-sea" single-set samples, and estimates of the number of fish in the sampled school, were computed, by high-speed digital computer, for all pure yellowfin samples for which it was reasonable to assume that the entire school was captured. In addition, a number of market-measurement length-frequency samples, which could be identified from the vessel logbooks as coming from a single set, were used to estimate the number of yellowfin in each of the schools.



**FIGURE 6.** Relationship between logarithm of number of fish and logarithm of mean weight of fish for individual schools of yellowfin tuna.

Figure 6 is a scatter diagram showing the relationship between the logarithm of mean weight of yellowfin in a school and the logarithm of number of individuals in the school, for 55 schools. The points tend to form a linear regression, it being evident that there exists a marked inverse relationship between the two variables, confirming Brock's suggestion.

#### *Fecundity of tunas*

A manuscript describing the fecundity of yellowfin tuna and skipjack in the Eastern Pacific Ocean was completed during 1962 and will be published in our *Bulletin* series. The findings can be briefly summarized as follows:

(1) Fecundity was estimated for 94 yellowfin tuna, between 817 and 1304 mm. in length, and 42 skipjack, between 614 and 712 mm. in length, from the Eastern Pacific Ocean.

(2) A curvilinear relationship between fish length and fecundity was found for yellowfin tuna. This was best described by the least squares formula:  $Y = (8.955 \times 10^{-9}) X^{2.791}$ , where  $Y$  represents fecundity in millions of ova in the most advanced mode and  $X$  fish length in millimeters.

(3) Yellowfin data, from four sub-areas in the Eastern Pacific, were examined for differences among areas in the fecundity-length relationship, with negative results. A comparison of these data with published data for yellowfin from Hawaiian water revealed, however, a significant difference in the fecundity-length relationships of the two regions.

(4) The least squares linear regression describing the relationship between fecundity and length for skipjack was found to be  $Y = 6.326X - 3,503$ , where  $Y$  equals fecundity in thousands of ova and  $X$  length in millimeters. Due to the restricted range in the size of the fish, no attempt was made to find a curvilinear relationship between fecundity and length.

*Length-weight relationship of the black skipjack*

During the preparation of a synopsis of biological data on the black skipjack, *Euthynnus lineatus*, for the FAO World Conference on Tunas, the paucity of available information on this species was evident. Incidental to our work on the commercially-important species of tunas, we are, therefore, collecting data on the biology of the black skipjack.

We have obtained 88 length-weight measurements from black skipjack (392 to 667 mm.) from various areas of the Eastern Pacific. The least squares regression of weight on length, after transforming the data from the 88 specimens to their logarithmic equivalents, is expressed by the formula:

$$\log_{10} Y = 3.09 \log_{10} X - 7.64$$

where  $Y$  is weight in pounds and  $X$  is length in millimeters.

The exponent of the length-weight relationship for black skipjack falls between those established for yellowfin tuna (3.02) and skipjack (3.40), and is almost identical with that of *Euthynnus alletteratus* (3.10).

**6. Investigations on physical, chemical and biological oceanography**

The tunas, which are completely pelagic at all stages of life, are profoundly influenced by the properties of their oceanic environment, which vary in both space and time. Thus, to understand the ecology of the tunas, and important baitfish species, we need to understand the circulation of the sea, and the distribution of properties, the processes which determine them, and variations in space and time thereof, and their effects on the distribution, abundance, and behavior of the tunas and other fishes. These studies are, therefore, an essential part of the research program.

Our research continues to be closely coordinated with the work of other agencies studying the Eastern Pacific for other purposes. Progress has been made during 1962 along a number of lines:

*Cruise of the Esmeralda*

In July and August, data were collected during a cruise of the Chilean Navy training ship *Esmeralda*, between San Francisco and Valparaiso via Easter Island. The trip was co-sponsored by the Office of Naval Research, whose objective was the instruction of the ship's personnel in oceanographic techniques. This provided the Commission with an opportunity to

collect valuable data in a rarely sampled section of the Southeastern Pacific. In addition to bathythermograph casts, measurements of surface phytoplankton, plant pigments, and surface salinity were made. Measurements were limited to those that could be made without interfering with the normal operation of the ship.

Equatorial upwelling and vertical mixing associated with the equatorial current systems permit nutrient-rich deeper waters to rise to the ocean's illuminated upper portion. The availability of nutrient salts in the presence of light energy allows increased phytoplankton growth which may be the basis for concentrations of commercially important tunas in this region. During July 19, 1962, surface temperatures at 113°W between 2°N and 2°S were lower than those outside these limits, with a minimum at the equator, indicating upwelling, or vertical mixing, or both. At this longitude both the standing crop of phytoplankton and its productivity were also maximal at the equator, decreasing at about 10°N and 10°S, the averages within these limits being at least double those farther north and south.

The rise of isotherms on approaching the Chilean coast from Easter Island began over 200 miles off Valparaiso, indicating the presence of the Humboldt current and associated upwelling. Surface phytoplankton and its productivity began to increase as far as 540 miles off Chile and increased steadily to the coast. Upwelling and vertical mixing apparently affect the phytoplankton for considerable distances beyond the source of nutrients.

#### *Data from cruises of other agencies*

Additional data have been obtained from cruises of the Institute of Marine Resources Research of Peru, from the Scripps Tuna Oceanography Research Group and the Marine Life Research Program of the Scripps Institution of Oceanography, although none of our personnel participated in them.

#### *Studies in the Gulf of Guayaquil and adjacent waters*

The Gulf of Guayaquil is a 9000 square kilometer estuary that receives the drainage of the largest river on the west coast of South America. In order to establish the oceanographic characteristics of this large tropical estuary, and their relation to its primary production and clupeoid fish populations, a 2½ year biological oceanographic survey of the Gulf was started in mid 1961. The first four to six months of the program were primarily concerned with the establishment of the laboratory and the recruiting and training of local scientific staff; therefore, the first year of effective research was completed in November 1962.

The research program is a time-series study, in which oceanographic cruises are made at short intervals throughout the year in order to establish the temporal changes in the biological oceanography of the region. It is described in detail in the 1961 Annual Report. During 1962, the 19 (see Figure 7) station grid in the outer estuary was occupied on 11 cruises

at approximately monthly intervals, and the 22 station grid in the inner estuary was occupied on 19 cruises at approximately biweekly intervals. Lack of vessel support by the Ecuadorian Navy and delay in construction of the Fisheries Institute's research vessel required the cancellation of all but one of the bimonthly coastal cruises originally planned.

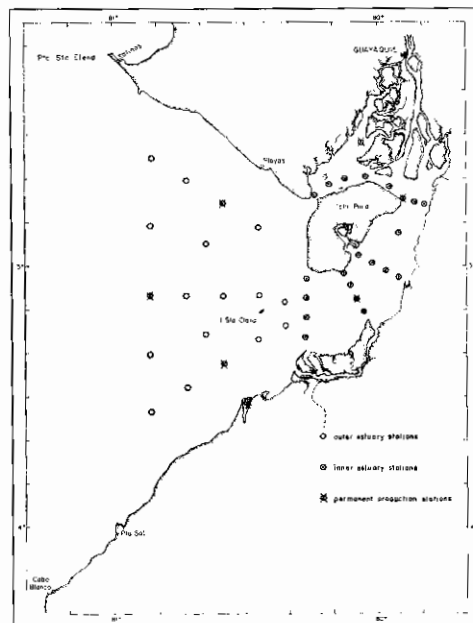


FIGURE 7. Gulf of Guayaquil station positions.

By mid 1962, sufficient personnel had been trained so that on each cruise it was possible to analyze the water samples collected from standard depths at each station for dissolved oxygen,  $PO_4$ ,  $NO_2$ , and pH, as well as salinity and temperature. Bathythermograph casts and standard meteorological observations were made at all stations. Certain stations are also designated as "permanent production stations", where measurements of primary production were made on each cruise using a shipboard incubator that simulated the *in situ* light levels from which samples were drawn. Additional production stations were occupied as time permitted. Both the Steeman-Nielsen  $C^{14}$  uptake method and the  $O_2$  light/dark bottle method were used to measure production. Pigment analyses were conducted on subsamples drawn from the samples used for the production measurements. Qualitative zooplankton and phytoplankton samples were collected immediately prior or subsequent to all production stations.

The  $PO_4$  and  $NO_2$  samples were quick frozen and subsequently analyzed in the base laboratory at Guayaquil, with the salinities and pigment samples. All  $C^{14}$  counting was done at the IATTC headquarters laboratory.

Data processing for all of the 1962 cruises is virtually complete and preliminary analyses of certain aspects of the data have been completed.

The most noteworthy points developed by these analyses are discussed below.

The single coastal cruise (Feb. 1962) occupied 121 stations, covered approximately 2000 miles, and consisted of a series of 100 mile transects, normal to the coast off Cabo Manglares, Cabo de San Francisco, Cabo San Lorenzo, Pta. Santa Elena, and the Gulf of Guayaquil. It was conducted in cooperation with a similar cruise made simultaneously by the BAP *Bondy*, of the Instituto de Investigación de los Recursos Marinos, in the northern coastal region of Peru. These combined cruises provide a semi-synoptic coverage of the area from 8°S latitude to 2°N latitude, westward to approximately 82°30'W longitude.

The mean annual cycle of temperatures in the surface waters of Ecuador, as measured at coastal stations, is a unimodal curve with the maximum normally reached in February-March of each year. Superimposed upon this general cycle are short-term fluctuations that may exceed 4°C in periods of 24-48 hours. Fortuitously, the coastal cruise occurred during a very sharp fluctuation; coastal surface temperatures recorded near Pta. Santa Elena dropped from 27°C to 22°C and returned to 27°C in a period of eight days. Concurrently with the coastal fluctuation, it was possible to observe the northward displacement of the 24, 25, and 26°C isotherms for a distance that ranged from 200 to 250 kilometers, in a period of eight days. This displacement was associated with concurrent changes in the salinity structure, i.e. the warm water was characterized by low salinities, ranging from 31.50 - 33.00‰, while the cold water had salinities of 33.00 - 34.7‰. This is considered to represent the "advance" and "retreat" of waters from the Peruvian coastal regime. Surface isotherms and isohalines show that the "advancing" waters took the form of a tongue with the north-south axis located at about 82°W longitude. A comparison of temperature and salinity profiles from areas occupied twice during the cruise, show that the water movement was a shallow surface phenomenon, taking place in the upper 20-35 meters.

During the coastal cruise, measurements of the hydrogen ion concentration were routinely made, using a Beckman model G pH meter, in order to estimate the carbonate-carbon content of the sea water. An accurate measure of this variable is necessary for calculations of primary production using the C<sup>14</sup> technique. It is often assumed that variations in this factor are minor, and a constant value (often 24,000 mgC/m<sup>3</sup>) is employed for all calculations. Using Harvey's tables and the observed pH, salinity, and temperature, the carbonate-carbon content of all water used during primary production incubations was estimated. In the area covered by the cruise (roughly 2°N lat. - 3°30'S lat. to 160 kilometers offshore), these values were observed to range from 18,400 to 25,000 mgC/m<sup>3</sup>. Such variation would have introduced an error of up to 25 per cent in the primary production calculations if a constant value of 24,000 mgC/m<sup>3</sup> had been assumed. This argues strongly for the routine determination of pH,

salinity and temperature on all sample water used in  $C^{14}$  primary production incubations.

The preliminary analysis of  $O_2$  light/dark bottle surface primary production measurements made during 1962 has been completed. This method, in contrast to the  $C^{14}$  uptake method, provides estimations of gross primary production, 12 hour net primary production, 24 hour net primary production, and total planktonic respiration. The set of data was derived from 747 incubations conducted on 66 stations during 22 cruises (exclusive of the spring coastal cruise). The data suggest that the Gulf of Guayaquil exhibits four distinct regional patterns in its annual cycle of primary production.

The outer central estuary, between the 50 and 300 meter curve west of  $80^{\circ}40'$ , is a 3500 square kilometer region in which surface gross primary production varied approximately twofold during most of the year. In this area, surface values (with the exception of one month) ranged from 65 to 140  $mgC/m^3/day$ ; values about five times those measured in oceanic waters to the west and values characteristic of the Peru coastal regime immediately to the south. The mean monthly values in  $mgC/m^3/day$  were as follows:

Feb.	Apr.	May	June	July	Aug.	Oct.	Nov.	Dec.
95	80	120	270	65	75	80	115	140

These values show a remarkable consistency from month to month when it is considered that the measurement were made in a frontal region with rapidly changing oceanographic conditions, and that the samples were incubated under natural light conditions with its attendant short-term fluctuations. The annual cycle is bimodal with a pronounced peak in June and a lesser peak in December.

A second region, of approximately 2500 square kilometers, is composed of the Canal de Jambelí to the southeast of Isla Puná within the 50-75 meter curve, along the south side of the Gulf of Guayaquil, to about  $80^{\circ}40'$ . The mean surface production in this area was 460  $mgC/m^3/day$ , four times that of the outer central estuary. Annual variation in the region was over fourfold and ranged from 205 to 860  $mgC/m^3/day$ . The annual cycle was unimodal, reaching a sharp peak in June. The mean monthly values in  $mgC/m^3/day$  were as follows:

Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Oct.	Nov.	Dec.
290	510	580	795	470	390	320	340	335

The inner estuary extending to the north and east of Isla Puná has an area of approximately 650 square kilometers and comprises a third region. Here the range of production observed was 250 to 735  $mgC/m^3/day$ , with an annual mean of 520  $mgC/m^3/day$ . This mean is not considered to differ significantly from the second region, but the two regions differed significantly in the type of annual production cycle. The region lacked the pronounced June production maximum of the second region, instead had two lesser peaks occurring in July and November. However,



both regions shared a common December-March minimum. The mean monthly values in  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{day}$  were as follows:

Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Oct.	Nov.	Dec.
250	390	580	520	685	570	525	700	270

The north side of the Gulf of Guayaquil, northwestward from the mouth of the Canal del Morro (the channel north of Isla Puna) and within the 50 meter curve, is considered to be a fourth region. Surface gross primary production measurements in this area did not exhibit a clear annual cycle, rather they fell into two groups. Values in the "low" group ranged from 45 to 110  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{day}$  (typical of the outer central estuary), and values in the "high" group ranged from 260 to 510  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{day}$  (typical of the inner estuary). The oceanographic properties of this region indicate that inner estuarial waters ebbing westward through the Canal del Morro tend along the northern side of the Gulf of Guayaquil, and that the waters making up the flood tide entering the Canal del Morro originate in the outer central Gulf of Guayaquil. All of the production measurements in the "low" group were made with phytoplankton samples collected on the flooding tide, and all those in the "high" group were made with samples collected from the ebbing tide. This suggests that the level of surface primary production in this region is a function of the tidal cycle in relation to the solar day, and that the region should have an average level of surface production intermediate between the northern inner estuary and the outer central estuary.

The above surface measurements of gross primary production would suggest that the inner estuary is a region of very high primary production. However, light extinction data indicate that the euphotic zone (assuming the depth of two per cent incident light as the compensation depth) did not exceed four meters in depth during the year; the mean for all inner estuarial stations was estimated to be 2.2 meters. Total water column production at inner estuary stations was estimated by extrapolating from surface measurements and assuming that:

- a) water column production was primarily a function of available light energy.
- b) no light inhibition occurred in the surface layer.
- c) the plankton population was evenly distributed throughout the euphotic zone.

The values so derived ranged from 60 to 650  $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{day}$ , and the mean for all production stations was 215  $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{day}$ . These are not unusually high, and are in the same order of magnitude as those values previously reported for temperate zone estuarial waters.

Using the same method and assumptions, primary production in the water column over a 24-hour period was also estimated for all inner estuarial production stations. The mean of all calculations was 61 per cent of gross primary production. The annual cycles followed those previously discussed for regional gross primary production and the

estimated values ranged from 35 to 389 mgC/m<sup>2</sup>/day. Since the light/dark bottle technique does not distinguish between phytoplankton respiration and bacterial and zooplankton respiration, such respiration is included in the measurements. It can, therefore, be assumed that these values represent minimal estimations of "excess" organic material synthesized within the water column.

#### *EASTROPIC Atlas*

An EASTROPIC Atlas, a description of the upper 1000 meters of water in the Eastern Tropical Pacific, north of 10°S latitude, has been prepared and will be published during 1963. The data used are from two sources: those of the cooperative EASTROPIC Expedition which was undertaken in the fall of 1955 with hydrographic sampling done from two vessels of Scripps Institution of Oceanography and one of the Pacific Oceanic Fisheries Investigations (now Honolulu Biological Laboratory); and those of the California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Cruise 5512 (CCOFI 5512), a two-ship hydrographic survey of the coastal waters off southern California and Baja California conducted during the last third of EASTROPIC Expedition. These CCOFI data were an invaluable supplement to the EASTROPIC data, because not only were they obtained during the same time period as the latter, but also they served to define processes off the Californias where the EASTROPIC data were sparse.

The atlas, therefore, is based on data from what can be considered as a five-ship synoptic survey of the Eastern Tropical Pacific. Charts and vertical sections of properties at subsurface depths are based on hydrographic data from as many as 320 stations, while maps of the sea surface values of observed variables are based on as many as 1800 observations. The figures included in the atlas show sea level wind; the sea surface distributions of measured current, geopotential topography, temperature, salinity, density, and dissolved oxygen; in three uniform potential density surfaces the distributions of depth, salinity, dissolved oxygen, and geopotential topography; and in seven vertical sections the distributions of temperature, salinity, density, dissolved oxygen, inorganic phosphate, and geopotential topography at selected densities. Also, there is one chart of zooplankton volumes, and two ancillary charts showing the ships' tracks and itineraries, and hydrographic station positions and designations. In the text which accompanies the atlas are discussed the methods of sampling and analysis used by the agencies which participated in the survey, and the treatment of the data necessary for presentation in atlas form. In addition there are remarks concerning the relative windiness of 1955 in the Eastern Pacific Ocean, and the subsequent coolness of the underlying water.

The atlas text contains no interpretations of the observations, for the atlas is intended to be a basis for definitive papers. During the preparation of the atlas, however, and from the result of other research, some knowledge was gained of the general nature of circulation and water structure in the Eastern Tropical Pacific, and this is discussed, in part, below.

*Salinity and mechanism in the Eastern Tropical Pacific*

One of the most fruitful studies of the properties of the Eastern Tropical Pacific is a consideration of the three dimensional distribution of salinity. This is because salinity is a conservative property. The salinity of a parcel of water can be altered only when the volume of the parcel changes, that is, because of precipitation or evaporation when the water parcel is at the sea surface; the mixing of two parcels of water yields a mixture whose salinity can be predicted. Therefore, from knowledge of the distributions of salinity, density, precipitation, and evaporation in a relatively large ocean area the important mechanisms of water transfer can be inferred. For the Eastern Tropical Pacific these are discussed in what follows, with the aid of a few of the figures prepared for the EASTROPIC Atlas.

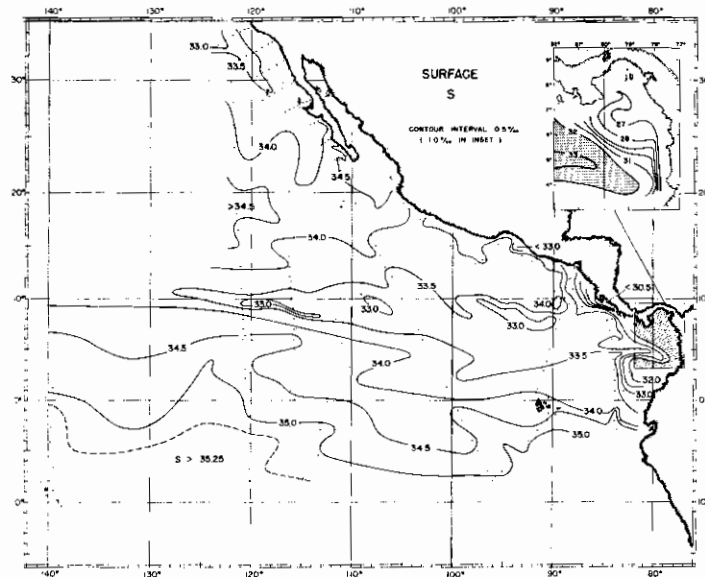


FIGURE 8. Surface salinity (‰) during EASTROPIC Expedition of October-December 1955 and CCOFI Cruise 5512.

Surface salinity is illustrated in Figure 8. Low salinity occurred at the northernmost part of the map, which is an indication of the southeasterly advection of subarctic water in the California Current; along about 10°N, because of precipitation associated with the Inter-Tropical Convergence zone in the overlying atmosphere; and in the Panama Bight, where currents favor an accumulation of fresh water introduced by rainfall during the southwest monsoon which prevails there during summer and fall. Salinity is a relative maximum at about 20°N in Figure 8, but whereas the high values at the mouth of the Gulf of California are due to the production of warm, high salinity surface water within the Gulf, those offshore at 120°W mark the eastern end of the elongate central North Pacific high salinity cell, centered at about 25°N, 180°. Maximum surface salinity occurred at the southwest, due to the proximity of the

South Pacific high salinity cell which is centered at about 20°S, 120°W.

North and west of the line of relative maximum surface salinity at 20°N evaporation always exceeds precipitation, so the southward increase in surface salinity observed in the California Current is consistent with loss of fresh water by the ocean to the atmosphere. However, calculations show that only 20 per cent of the change in surface salinity is due to evaporation locally; most of the change is due to the fact that the cold California Current water flows under the warm, highly saline water which always impinges from the west. In the area between 10°N and 20°N in Figure 8 evaporation exceeds precipitation during northern summer but the reverse is true during winter; at no time, however, is the difference large. Precipitation is always dominant in the area bounded by the equator and 10°N, and 150°W and the American coastline, with maximum values occurring in the Panama Bight during northern summer, and at 120°W during winter. The effect of this net addition of fresh water is discussed below. South of the equator evaporation usually exceeds precipitation, and in particular this must be true near 20°S where the center of the South Pacific high salinity cell is located. That this evaporation at the sea surface in the southern hemisphere, with subsequent production of South Pacific high salinity water, has a profound effect on salinity in the thermocline north of the equator in the Eastern Tropical Pacific is developed in what follows.

Examination of the three-dimensional distribution of salinity as a function of density in the Eastern Tropical Pacific has shown that at all depths, flow tends to occur along surfaces of uniform potential density, that is, that flow tends to be isentropic. For that reason the distributions of several properties in three surfaces of uniform thermocline anomaly, which is related uniquely to potential density, were determined for the EASTROPIC Atlas. Figure 9 is the salinity distribution in one of those surfaces, namely that of thermocline anomaly 300 centiliters per ton. While over most of the ocean area in Figure 9 that surface, which has average depth of 55 meters, occurs in the middle of the thermocline, it does intersect the sea surface at the north and southeast. The 300-surface was selected for presentation in the Atlas for two reasons: first, it is at this density that maximum southerly penetration of California Current water occurred during EASTROPIC Expedition; and second, along the 300-surface there is maximum northwestward flow of South Pacific high salinity water into the eastward flowing Cromwell Current at the equator. At this density, therefore, salinity is, in the vertical, a relative minimum off Baja California and south to 15°N, and a relative maximum in the area south of the equator and west of 110°W. The size of the area of essentially constant salinity, denoted by  $34.50 < s < 34.75$  in Figure 9, must at first sight be considered remarkable for, as mentioned immediately above, this is in the middle of the thermocline, the transition between the surface layer above and the intermediate water below. While uniform salinity over large areas can be expected below the thermocline, at mid-

thermocline a salinity distribution should reflect surface layer salinity when there is no nearby production of water of the same density. Before discussing a reason for the existence of this area of uniform salinity some results of research on the Cromwell Current will be summarized.

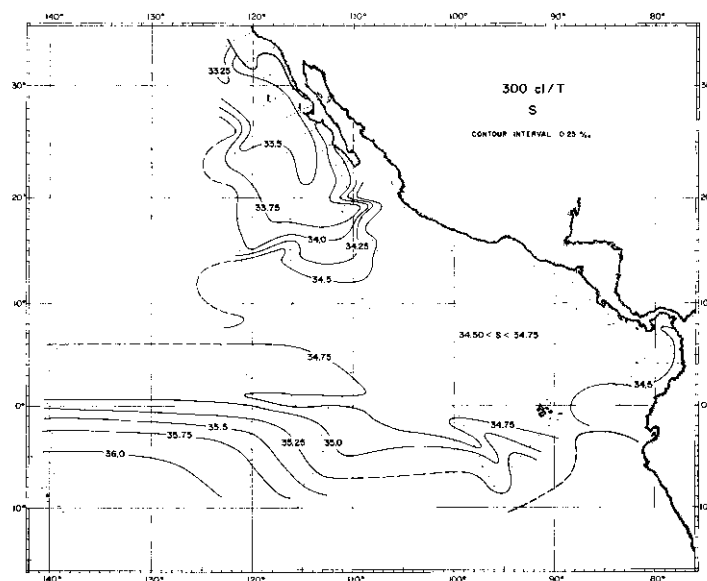


FIGURE 9. EASTROPIC Expedition and CCOFI Cruise 5512. Salinity (‰) in the surface of uniform thermosteric anomaly 300 cl/T which is usually at mid-thermocline (mean depth about 55 m.).

The Cromwell Current has maximum speed at mid-thermocline and concurrent with that, salinity is a maximum in the vertical. A consideration of gravitational stability of flow in the current showed that it is at the borderline between a turbulent and a laminar flow. This means that fluctuations in current strength in the direction of higher speeds result in vertical mixing due to excessive current shear. Above the current maximum, vertical mixing results in an upward flux of salt and inorganic phosphate and a downward flux of heat and dissolved oxygen. The sea surface manifestations of this process are, therefore, low temperature and dissolved oxygen and high inorganic phosphate, all of which were observed along the equator during EASTROPIC Expedition. That surface salinity is not also relatively high is due to the meridional gradients in precipitation and evaporation. Below the current maximum, vertical mixing causes a downward flux of salt, heat and dissolved oxygen, and an upward flux of inorganic phosphate. There is, therefore, a modification of water structure in the lower part of the Cromwell Current such that what can be called, to identify it here, ETP water is formed. Some, if not most, of the current is dissipated north of the equator, and ETP water is found all the way from Panama Bight to the Gulf of California on the north and to about 120°W at 10°N.

Characteristic of ETP water is a salinity maximum at thermosteric anomaly 180 centiliters per ton, and for that reason distributions at this

density were chosen for description in the atlas. Figure 10 is of salinity in the 180-surface, which is at the bottom of the thermocline, is of average depth about 130 meters, and therefore is about 75 meters deeper than the 300-surface. Examination of this map together with comparison with Figure 9 shows that the California Current is still discerned by the salinity gradient on the north; that the large area of uniform salinity in the 300-surface is completely underlain by a similar area in the 180-surface, but in which salinity is about  $0.25\text{‰}$  higher; and the evidence of South Pacific high salinity water is lacking in the 180-surface.

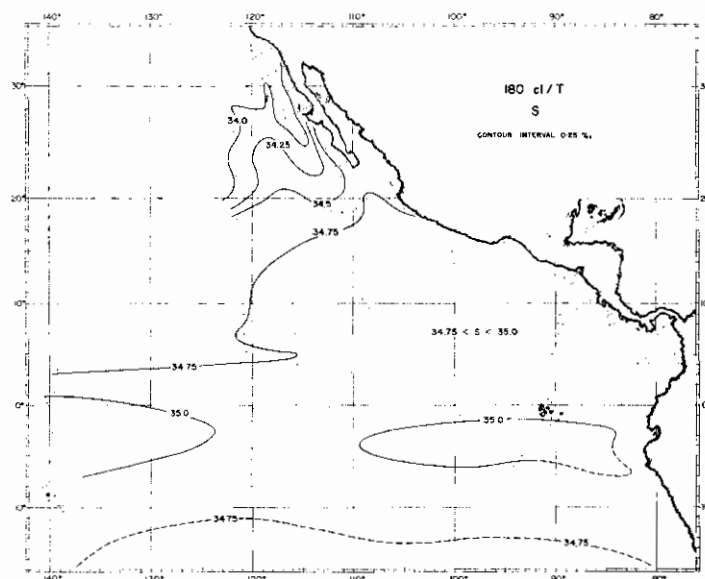


FIGURE 10. EASTROPIC Expedition and CCOFI Cruise 5512. Salinity (‰) in the surface of uniform thermocline anomaly 180 cl/T which is usually at the bottom of the thermocline (mean depth about 130 m.).

It is now proposed that the area of uniform salinity in the 300-surface can be attributed to a flux of salt from the vicinity of the 180-surface upward through the thermocline and into the surface layer. Salinity distributions at densities in the thermocline would then resemble those at deeper densities. There is some indirect evidence of such a flow. At the sea surface over most of the area in which the proposed flux occurs, precipitation exceeds evaporation. When an average value is assumed for this difference, and combined with representative values for salinity of the surface layer and in the 180-surface, a calculation shows that there should be flow upward through the thermocline of about five centimeters per day in order to maintain the surface layer salinity. Moreover, this speed, although not large, is sufficient to keep suspended in water all but the largest clay-size quartz particles. It follows, therefore, that some organic detritus would never be able to sink through the thermocline and, with subsequent oxidation of that material, low values of dissolved oxygen would obtain, even in the thermocline. That this is indeed the case is shown by Figure 11, the distribution of dissolved oxygen in the 300-surface. Com-

parison of this map with Figure 9 shows that there is a gradient in dissolved oxygen in the area of uniform salinity, with lower values occurring at the north. A similar gradient exists in the 180-surface (not shown), which means simply that the oldest ETP water is at the north, at the boundary between it and California Current water. Further supporting evidence for a flux of ETP water into the surface layer lies in the fact that the thermocline in this area is in general the sharpest that can be found anywhere in the open ocean. The combined effects of heating and precipitation at the sea surface and wind stirring of the surface layer, acting simultaneously with an upward flux of relatively dense water from below the thermocline, tends to pack isopleths in the vertical, forming such a sharp vertical density gradient that the name "discontinuity layer" has been used to describe this feature. This process is called "entrainment" in studies of estuaries, and therefore it is both interesting and informative to realize that it occurs over such a large area in the Eastern Tropical Pacific.

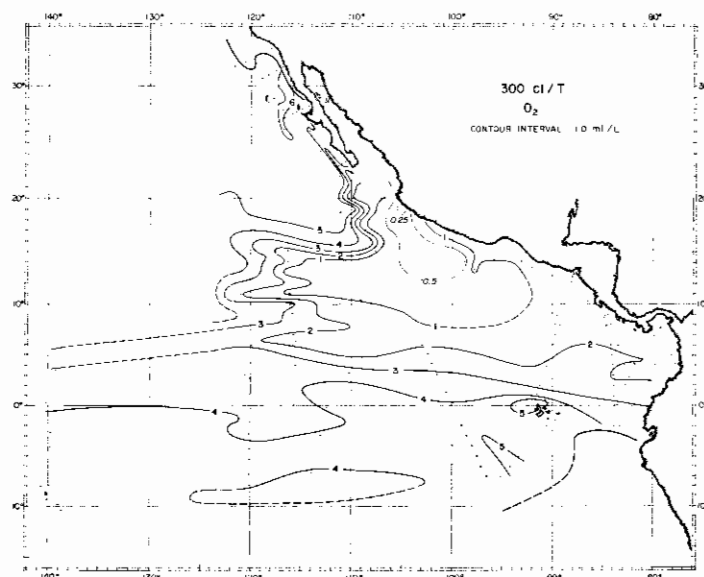


FIGURE 11. EASTROPIC Expedition and CCOFI Cruise 5512. Dissolved oxygen (ml/L) in the surface of uniform thermocline anomaly 300 cl/T which is usually at mid-thermocline (mean depth about 55 m.).

#### *Productivity atlases of Southeastern Pacific*

A report is in preparation describing the quantitative distribution of plankton in the Southeastern Pacific. Hitherto unpublished data from the following cruises are being utilized: Costa Rica Dome Cruise, STEP-I and SWANSONG Expeditions, and the cruise of the *Esmeralda*. Other pertinent unpublished data will also be utilized. The report will consist mainly of an atlas showing distributions of phosphate concentration, chlorophyll concentration, primary production, and zooplankton volumes. The relation of these variables to upwelling and vertical mixing will be emphasized.

*Gulf of Panama*

A report entitled "Some relationships of meteorological, hydrographic and biological variables in the Gulf of Panama", based on biweekly sampling over a four-and-one-half-year period has been completed and will be published as a *Bulletin* in 1963. Main results have already been summarized in the Annual Reports for 1959, 1960, and 1961.

*Plankton indicator studies*

The major part of the year's time for this program was occupied in the tedious procedures of sorting and identifying of Chaetognatha from the STEP-I Expedition and the *Bondy* cruises of 1959, 1960, and 1961. This task was completed during the month of October.

Subsequently, these data, and data concerning the hydrographic features of the Peru region, were studied to determine if relationships exist between the distributions of chaetognath species and the distributions of environmental variables. This portion of the study, using primarily data gathered during STEP-I Expedition, is now complete, and the species have been evaluated as to their indicator potential by the method developed by Sund (*Bulletin, Vol. 5, No. 4*). Seven species have been shown to have potential worth as indicators of horizontal water movements. Their distributions, and those of the water types they are associated with, are presently being studied in detail. It is anticipated that these data will show variations in the distributions of the species within the surface waters along the Peru coast over the time interval February 1958 - February 1959, and thereby may reveal the origin of "El Niño" waters.

Seven other chaetognath species were found to have potential use as indicators of vertical water motion, by virtue of their apparent limitations to definite strata of the water column. These may be shown to be useful in identifying locations of upwelling.

*Relationships between sea temperature and tunas*

Previous investigations by the Commission's staff and by Prof. Bjerknes, reported before, have shown that there are broad-scale changes seasonally and from year-to-year in the sea surface temperatures of the Eastern Pacific, in response to variations of meteorological factors. Comparison of geographical distributions of tuna catches with sea surface temperatures have shown that there is a high degree of correspondence at the northern and southern extremes of the range of the tropical tuna species. There also appears to be some temperature-connected changes in the tuna distributions near the middle of the range of the yellowfin and skipjack, where the water temperatures apparently can become higher than those preferred by these species.

During 1962, the relationships between sea temperatures and distribution of apparent abundance of yellowfin and skipjack, as encountered by the fishing fleet, over the period 1951-1960, have been examined in some detail and the results will be published in the near future in the *Bulletin*.



Among other things, this study has revealed a most interesting relationship between mean sea temperatures and apparent abundance of yellowfin tuna. As shown by Bjerknes, and others, the entire Eastern Pacific tends to warm and cool in coherent fashion, warm years and cold years being evident over most of the region. In the most recent study, yearly anomalies of sea temperatures from three widely separated areas—off Manzanillo, Mexico, off Costa Rica, and off central Peru, have been compared for the periods 1935-1941 and 1947-1960 (intervening years lack data at the two first-named localities due to the war) and excellent agreement was found. At the same time, it is possible to obtain an estimate of fishery-independent variations in apparent abundance of yellowfin tuna from the series of catch-statistical data illustrated above in Figure 4, by computing the difference between the observed catch-per-day's-fishing and the catch-per-day's-fishing which would obtain, on the average, if the fishery had been in equilibrium, for each year (i.e. the deviations of the yearly calculated equilibrium values from the average line of equilibrium conditions shown in *Bulletin Vol. 2, No. 6, Figure 3*). Comparing the anomalies of sea temperature at Puerto Chicama, which is the most complete series and contains also data during the war years, with those anomalies of yellowfin tuna abundance, illustrated in Figure 12, there is found a very significant negative correlation.

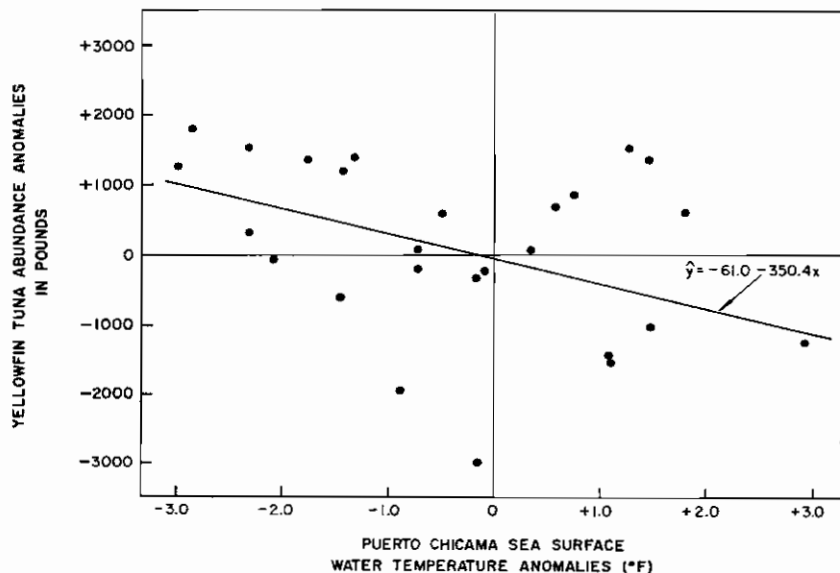


FIGURE 12. Relation between anomalies of sea surface temperature and anomalies of apparent abundance of yellowfin tuna.

On the average the higher apparent abundance of yellowfin tuna is encountered during the cooler years, and conversely. It may be hypothesized that in the warmer years the yellowfin tuna are spread over a much larger range and are, therefore, less easily located by the fishermen. Some other explanation may, however, be correct. In any event, this relationship, whatever its mechanism, explains a large share of the fishery-

independent variations in apparent abundance of yellowfin, and appears to have useful predictive value.

## 7. Investigations on the biology, ecology, and life history of baitfishes

### *Research at headquarters*

One thousand two hundred eleven juvenile thread herring from 31 collections taken in the Gulf of Nicoya were examined to determine the species composition, so that they might be used for the elucidation of spawning time and growth of the individual species.

Since it is not feasible to identify juvenile thread herring on the basis of external characteristics, identification was made on the basis of the number of ceratobranchial gill rakers as related to the standard length, as described by Berry and Barrett (*in press*). It was found that even specimens as small as 25 or 30 mm. standard length can be identified by this procedure although it is extremely tedious. Of the 1211 specimens examined, 1011 were *Opisthonema libertate*, 197 were *O. medirastre*, and three were *O. bulleri*. *O. libertate* was by far the most dominant species in all collections, except two, in which *O. medirastre* was more abundant. The three specimens of *O. bulleri* were found in two collections composed principally of *O. libertate*, mixed with a few *O. medirastre*. The frequency of occurrence of these three species in our collections does not indicate any clear-cut geographical pattern. In any given collection containing more than one species of thread herring, the size composition of the species was similar.

Small specimens (30 to 60 mm. standard length) of *O. libertate* were found in our collections from every month of the year, indicating that this species probably spawns throughout the year in the Gulf of Nicoya. Therefore it appears unlikely that a study of the length-frequency distributions would elucidate the rate of growth of this species.

*O. medirastre*, on the other hand, appears to have a more restricted spawning season. Small specimens (30 to 60 mm. standard length) were found in every month of the period October through April whereas no specimens of this species were encountered among the 215 thread herring from the ten collections taken during the period May through September.

In 1960 there was published in our *Bulletin* series a paper on the physical oceanography of the Gulf of Nicoya, Costa Rica, based on data collected there from 1952 through 1957. The hydrographic observations were obtained at a series of stations located along the longitudinal axis of the Gulf (i.e. from the head of the Gulf to the mouth). While the analysis of these data provided an understanding of the gross features of circulation within the Gulf, it appeared likely that a fuller understanding could be gained by an additional study of the transverse distribution of salinity and temperature. Accordingly, during the period 1959 to 1961, six surveys (two in the dry season and four in the rainy season) were made in which

observations were taken at a series of 16 stations along several transverse sections of the Gulf.

The analysis of these data indicates that the large spatial and temporal (short-term) variations of the physical properties during the three-year period of the transverse surveys preclude a much more precise understanding of circulation within the Gulf than that already established. The data, however, do indicate some tendency for the denser water (cold and saline) to occur along the northeastern side of the Gulf in the upper reaches (north of Caballo Island) both in the dry and rainy seasons.

These data are presently being prepared for publication as a data report.

During 1962 the first draft of a paper discussing the biology of *Anchoa naso*, an anchovy used as tuna bait in Ecuadorian waters, was completed. After final revision it is expected that it will be published in our *Bulletin* series. The main results of this study have been discussed in previous Annual Reports.

#### *Investigations in the Gulf of Nicoya*

Our field studies in the Gulf of Nicoya were terminated at the end of 1961 and the laboratory was closed at the end of 1962.

During 1962 Mr. Sobrado maintained the temperature recorder on the Puntarenas Pier, collected meteorological records for the Puntarenas area, copied logbooks, measured tuna, obtained tuna statistics, and worked on the identification of the various species of thread herring in our collections from the Gulf of Nicoya.

#### *Investigations in the Gulf of Panama*

The 1962 catch of anchovetas in the Gulf of Panama, for reduction to meal and oil, was higher than that of any previous year. Fish were available in considerable quantities throughout the year, except for a brief period in February and March, prior to the recruitment of a new age group, and another brief period in late October, probably due to spawning activity. These two periods of scarcity occur annually, but usually last considerably longer. Only one of the two reduction plants was in operation, but this plant was kept in good operating condition and maintained a fleet of three to four boats to supply it with fish.

The catch of thread herring was very low in 1962, making up only about five per cent of the total catch of fish for reduction. Most of the herring were caught in October, rather than November, as had been the case in previous years.

Except for a few landings of fish caught at Panama Viejo in January and February, and a single landing from that area in October, the entire 1962 catch of both anchovetas and thread herring was made in the Isla Verde area, between Punta Chame and Ensenada Vique.

No anchovetas were tagged in 1962. The recoveries of tags from fish released in 1960 and 1961 are as follows:

Area tagged	Recovered in 1962		Recovered in 1960-1962	
	Area recovered		Area recovered	
	Isla Verde	Panama Viejo	Isla Verde	Panama Viejo
<b>1960 tags</b>				
Isla Verde	6	1	932	1
Panama Viejo	1	2	31	8
Rio Pacora	0	0	0	0
Isla Chepillo	0	0	9	0
Punta Mangle	0	0	7	0
Bahia San Miguel	0	1	8	1
Totals	7	4	987	10
<b>1961 tags</b>				
Isla Verde	48	2	377	2
Bahia Parita	3	0	24	0
Panama Viejo	2	0	5	0
Rio Pacora	1	2	1	2
Isla Chepillo	0	0	0	0
Punta Mangle	3	0	4	0
Isla Maje	5	0	6	0
Bahia San Miguel	0	0	0	0
Totals	62	4	417	4

Six of the 1962 recoveries of the 1960 tags were made after the young of the year (1961 year class) had reached catchable size. The last recovery of a 1960 tag was made in November 1962. This demonstrates conclusively that the maximum age attained by the anchoveta is at least 3 years, and that there are members of at least three age groups of fish in the population at the same time. Analysis of length frequencies, conducted previously and reported in a *Bulletin*, demonstrated that there are young of the year and older fish in the population, but it was not possible to determine by this method if the older fish consisted of one age group or more than one.

It appears that in both 1961 and 1962 there was a migration of older fish from the areas to the east of the entrance of the Panama Canal to the Isla Verde area in about June. From June 1960 through May 1961 only three 1960 tags from these areas were recovered at Isla Verde, while after this period 52 more of them were recovered there. Similarly, from May 1961 through June 1962 only six 1961 tags from these areas were recovered at Isla Verde, but after this period ten more were recovered there.

Our research indicates that even in the Isla Verde area the natural mortality is considerably greater than the fishing mortality. Since there is little growth of the fish from about May or June until after the following spawning season, the catch could no doubt be increased by intensive fishing early in the season, that is, during April, May and June. Whether this would have an adverse effect upon the recruitment cannot be stated with certainty. However, since recruits to the Isla Verde area probably originate from the spawning of fish from all parts of the Gulf of Panama, it seems unlikely that reduction of the numbers of spawners from the Isla Verde area would substantially reduce the recruitment.

Eighty-two length-frequency samples of anchovetas, totalling 17,102

fish, were taken during 1962. The fish were larger than usual, but not as large as those of 1961. The young-of-the-year during July through November averaged about 135 mm. in length in 1962, compared to about 140 mm. in 1961 and about 120 to 130 mm. in all other years for which data are available. The fish in their second year of life during the same period of 1962 averaged a little larger than 155 mm. This is larger than average, but not as large as would be expected, considering that these fish were so much larger than average in their first year of life in 1961.

A study of the growth of Gulf of Panama anchovetas based on length-frequency data collected from 1956 through 1962 is nearing completion. The growth of both the young-of-the-year and the older fish is rapid during the upwelling season (about January through April) and much slower during the rest of the year.

A total of 984 anchovetas, collected during April through December, was measured and weighed during 1962. These data will be combined with similar data collected in previous years, and data to be collected in January, February, and March 1963, to determine the length-weight relationships. From this information, together with the catch statistics and length and age composition of the catch, the number of fish of each age group in the catch can be estimated. These estimates will be of value in connection with the analysis of the tag returns. Detailed analysis of the length-weight data has not yet begun, but it is evident that there is considerable variation in the condition factor of the fish at different times of the year. The fish are apparently heaviest at a given length in about April, then gradually lighter until about December.

The investigation of the food and feeding habits of the anchovetas was completed during 1962, and a report was prepared for publication in the *Bulletin* series. Diatoms were the principal food of all the sizes of fish examined, from 29 to 153 mm. Silicoflagellates, dinoflagellates, pollen grains, formaniferans, rotifer shells, crustaceans, and eggs, probably of crustaceans, were also found in small amounts.

*Coscinodiscus*, a diatom, was the most important item found in the stomachs of the juvenile fish. No strong differences were observed in the feeding habits of different sizes of juveniles. Even taking into account their smaller size, the juveniles had smaller volumes of material and lesser numbers of organisms in their stomachs than did the adults.

The stomachs of the adult fish, unlike those of the juveniles, usually contained considerable quantities of mud. *Melosira*, *Coscinodiscus*, and *Thalassionema*, all diatoms, were the most important organisms found in the stomachs of the adults. The incidence of *Melosira* was much higher in the stomachs of the fish from the areas to the east of the entrance of the Panama Canal than from those to the west. No seasonal differences in the food were observed. The volume of material in the stomachs ranged from almost none to nearly 1.0 ml., with an average of a little more than 0.2 ml.

Twenty-six bottom samples were examined; the organisms found corresponded very closely to those encountered in the stomachs of the adult fish.

It is concluded that the juvenile anchovetas are chiefly or entirely filter feeders of the pelagic zone. The adults, however, are mostly iliophagous feeders, but possibly do some feeding upon plankton as well.

An investigation has begun of the life history of the anchoveta in Montijo Bay and Chiriqui province, Panama. Since 1959, a number of collections of anchovetas from these areas has been obtained from shrimp boats, providing material for such studies. Spawning apparently occurs throughout the year in Montijo Bay, but the peak is concentrated in November and December, just as in the Gulf of Panama. The spawning of the Chiriqui fish probably also takes place mostly in November and December, but this is not certain, because samples from this area are available only for November, December, January and February.

The growth of the Montijo Bay fish differs considerably from those of the Gulf of Panama fish. The Gulf of Panama fish attain a length of about 125 mm. by about July of their first year of life, and then grow very little until about the following January. From about January to March they grow rapidly to about 145 mm., and then the growth again nearly ceases. The Montijo Bay fish continue to grow until about November of their first year of life, at which time they have attained a length of about 150 mm. Their growth is slight from about November to March, and then resumes, but at a more modest rate than in the first year of life. Because they continue to grow rather rapidly for a longer period of time during their first year of life than do the Gulf of Panama fish, they are apparently larger than Gulf of Panama fish of the same age. Only a few small samples of fish from Chiriqui province, all caught in November, December, January and February, are available, so it is not possible to make detailed inferences regarding their growth. It appears, however, that they are smaller than the Montijo Bay fish, attaining a length of about 130 mm. in November of their first year of life and about 155 mm. in November of their second year of life.

#### *Investigations in the Gulf of Guayaquil*

Investigations during 1962 were directed primarily toward the continued taxonomic analyses and investigation of the biology of the thread herring, genus *Opisthonema*, in the Gulf of Guayaquil and adjacent waters. Secondary consideration was given to the continued accumulation of meristic and morphometric data, and their preliminary analyses, for the genus *Anchoa* and other engraulids. Certain genera of Clupeidae, other than *Opisthonema*, were also studied.

A program of sampling populations of *Opisthonema*, established in mid-1961, continued unabated throughout 1962. Weekly samples were obtained by cast-netting from balsa rafts, by trawling from shrimp boats, and by beach-seining. Except for several weeks in mid-1962, weekly samples

were obtained from mid-1961 through 1962. A minimum of ten specimens of each species (subsamples) were preserved from each weekly sample for future studies.

The major source of the samples of *Opisthonema* used in this study is the Gulf of Guayaquil. Smaller and less frequent samples from more northerly areas outside of the defined limits of the Gulf of Guayaquil were collected exclusively by beach-seining. To enlarge the sampling area, samples will be obtained from the Esmeraldas region. These samples, although taken at irregular intervals from this region, will permit inter- and intra-populational comparisons.

Routine monthly collections of the other baitfishes, mainly *Anchoa*, continued uninterrupted throughout the year. Collecting localities were designed to sample by beach-seining diverse habitats in and near the Gulf of Guayaquil.

Earlier studies on the taxonomy and speciation of the thread herrings were superseded by that of Berry and Barrett (Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., *Bull. in press*), in which four Eastern Pacific species are recognized: *O. bulleri*, *O. medirastre*, *O. libertate*, and *O. berlangai*. According to Berry and Barrett three species are restricted to continental waters; the fourth species (*O. berlangai*) is restricted to the Galapagos Islands. The four are distinguishable by the comparative number of ceratobranchial gill rakers in relation to the standard length. The identifications of the Guayaquil weekly samples are, therefore, based solely on this character, except where noted otherwise.

Data recorded from Ecuadorian samples suggest that perhaps two, rather than three, sympatric species occur in the Gulf of Guayaquil and in adjacent continental waters. Based on the gill-raker character noted above, these are referable to the species-groups *O. libertate* - *O. medirastre* and *O. bulleri*. Our data indicate the former species-group tends to be either closely related or conspecific. Preliminary analysis indicates that the two populations (*O. medirastre* and *O. libertate*) cannot be allocated to specific status because the magnitude of divergence is slight and the percentage of intermediate counts is high. The data further suggest, however, that definable subpopulations are present, perhaps of infra-specific status.

The population of *O. bulleri* is well differentiated from the *O. medirastre* - *O. libertate* species-complex. In the latter species-complex the increase in number of ceratobranchial gill rakers is ontogenetic. In *O. bulleri*, however, the ontogenetic increase is slight. Thus, in larger specimens, the divergence is progressively more distinct.

The Guayaquil data also indicate that *O. bulleri* is morphologically distinct from the *O. medirastre* - *O. libertate* complex in having a slimmer body (body depth less at the same standard length). Weekly subsamples are being re-examined for additional morphological characters by which the populations might be distinguished.

The fourth species of the complex, *O. berlangai*, geographically isolated, does not seem to be distinguishable from the *O. medirastre* - *O. libertate* complex on the basis of the gill raker-standard length relationship. The Guayaquil data, although recorded from a relatively small number of specimens, indicate conspecificity between *O. berlangai* and *O. libertate* - *O. medirastre*. The population of the Galapagos Islands appears to be significantly divergent from *O. bulleri* on the basis of the gill raker-standard length and body depth-standard length correlations.

Specimens of *Opisthonema* less than 100 mm. and greater than 200 mm. in standard length, a size range lacking in our present collections, are needed to determine the size at which divergence begins and to determine the upper limit of the number of ceratobranchial gill rakers.

An estimate of the species composition of *Opisthonema* in the Gulf of Guayaquil was obtained from collections taken at Playas. On the basis of identified collections, and excluding intermediates, *O. medirastre* comprised from 98 per cent of the specimens to 2 per cent in the various samples, and *O. bulleri*, consistently the less abundant, varies from 20 to 1 per cent.

The preliminary analyses of the *Opisthonema* populations do not negate the taxonomic arrangements suggested by Berry and Barrett. The ultimate solution of the species-complex, however, must be held in abeyance pending the completion of detailed studies of the environmental factors in the Gulf of Guayaquil and in adjacent waters. It is common knowledge that environmental factors often affect and substantially modify morphological characteristics of poikilothermic vertebrates.

Prior to mid-1962 the minor baitfish species *Lile stolifera* was known in the literature from Ecuadorian and Peruvian waters by only a single specimen, although populations of this species are abundant in more northern waters. Meristic and morphometric data have been recorded from 107 specimens from the Gulf of Guayaquil. Upon the completion of the recording of data from Ecuadorian specimens, comparisons between this population and those from the Gulf of Panama and more northerly regions will be initiated. Various aspects of the biology of *Lile stolifera*, (based on the current collection), from the Gulf of Guayaquil will also begin.

Monthly collections of "anchoveta" and of other engraulids were routinely identified and measured for length-frequency studies. These specimens will be utilized later for gonadal studies and population analyses.



APENDICE A

**INFORME SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA COMISION  
INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL  
CORRESPONDIENTE AL AÑO 1962**

por

**Milner B. Schaefer, Director de Investigaciones**

Con el fin de suministrar las bases científicas del mantenimiento de las poblaciones de los peces que sostienen la pesquería del atún tropical en el Océano Pacífico del Este, a niveles que permitan una producción máxima permanente año tras año, y proveer las bases de las recomendaciones a las Altas Partes Contratantes para una acción conjunta en el manejo de la pesca hacia ese fin, la Comisión está autorizada y dirigida por la Convención para desarrollar un amplio programa de investigación científica. Las investigaciones son efectuadas por un personal científico independiente, internacionalmente reclutado, contratado directamente por la Comisión. Este programa incluye estudios en diversos ramos para lograr un conocimiento amplio de la estructura de las poblaciones, biología, ecología, historia natural, estadísticas vitales y las dinámicas de las poblaciones del atún y de las principales especies de carnada, con el propósito de evaluar los efectos, tanto de las actividades de la pesquería como de los factores del ambiente independientes de esas actividades, en la abundancia de los stocks y en la producción que éstos puedan sostener.

Los laboratorios principales están instalados en la Institución Scripps de Oceanografía, en La Jolla, California. Otros laboratorios y estaciones locales funcionan también en San Pedro, California, Costa Rica, Panamá, Ecuador y Perú. La investigación en nuestros diversos laboratorios tanto en los Estados Unidos como en otras partes, se coordina hasta donde es posible con los trabajos relacionados de otros grupos de investigación gubernamentales, internacionales y universitarios; una buena parte de la investigación se desarrolla en íntima cooperación con tales entidades y oficinas.

El programa de investigaciones, actualmente en su duodécimo año, se ha concentrado principalmente en el atún aleta amarilla, porque es evidente que esta especie sería la primera en necesitar recomendaciones sobre medidas de conservación. El barrilete ha sido estudiado al mismo tiempo, pero con menor intensidad, porque además de que esta especie era, y sigue siendo explotada en forma no tan amplia, las capacidades físicas y los recursos, han sido inadecuados para realizar una investigación en completa escala sobre ambas especies. El atún ojo grande, que también se encuentra abundantemente en el Pacífico Oriental pero que no ha sido pescado en grandes cantidades hasta el reciente advenimiento de la pesca con palangre, se ha estudiado solo incidentalmente. Nuestro conocimiento sobre esta especie es rudimentario e incompleto.

Habiendo llegado a la completa utilización de los stocks del atún aleta amarilla y con el aumento del rendimiento del barrilete, hay una necesidad urgente de ampliar en forma considerable la investigación sobre esta última especie. Sin embargo, nuestros estudios han indicado claramente que los stocks del barrilete que mantiene la pesquería en el Pacífico Oriental, se extienden hacia el oeste, más allá del área de la pesca actual, y parece también que presentan en su actividad pautas de disponibilidad más variables y complejas que el atún aleta amarilla. En consecuencia una investigación adecuada del barrilete tendrá que ser geográficamente más extensa, y probablemente más compleja en su aspecto científico que lo que ha sido la investigación del atún aleta amarilla. Desafortunadamente, las limitaciones del presupuesto no permiten en el tiempo presente un programa adecuado de investigación que requiere transporte en el océano.

La investigación sobre peces-cebo ha sido y continúa siendo aún más limitada ya que, con fondos restringidos, es necesario dedicar el esfuerzo a problemas de mayor urgencia. El trabajo regional en Costa Rica ha sido terminado y el laboratorio se clausuró en diciembre de 1962. El laboratorio en Panamá será también cerrado a principios de 1963. Sin embargo, el arreglo y la interpretación de los datos continuará en los laboratorios principales. Solamente en el Ecuador, en donde la pesca de carnada es todavía de importancia considerable, el trabajo regional sobre peces-cebo se ha continuado.

Aunque durante el año pasado se hicieron considerables progresos en diversos ramos de la investigación, las deficiencias en el programa, especialmente en lo que se refiere al trabajo en el mar, mencionado en el último año, han llegado a agravarse aún más. Se considera que el nivel corriente de la investigación, especialmente sobre la biología, historia natural y la estructura de los stocks del barrilete, así como los estudios oceanográficos que se necesitan para investigar la ecología de esta especie, son bastante inadecuados para proporcionar a la Comisión los hechos científicos respecto de dicha especie, los cuales se requerirán seguramente dentro de unos pocos años.

A continuación se ofrece una breve descripción de las actividades de las investigaciones durante el año pasado, preparada con la colaboración de los miembros del personal científico:

**1. Compilación de las estadísticas de la captura total, del volumen y del éxito de la pesca, y de la abundancia de las poblaciones de peces**

Una tarea central, proporcionando los datos básicos necesarios a una gran parte de la investigación sobre la dinámica y la ecología de los stocks del atún, es la recolección continua de las estadísticas de captura, de los registros de los diarios de pesca y otras informaciones requeridas para medir las cosechas de las poblaciones de los peces, su abundancia aparente y el volumen del esfuerzo de pesca del que son objeto, y para determinar

los cambios en la distribución de los stocks comerciales en relación con las variaciones del ambiente.

Se recolectan estadísticas esencialmente completas de la captura total de cada una de las especies del atún tropical en el Pacífico del Este, obtenida por barcos de todas las naciones, y registros detallados de la pesca y del esfuerzo, e información afín de los diarios de pesca de las embarcaciones, por estratos de tiempo y área de una gran parte de las flotas redearas y de los barcos de carnada. No estamos en capacidad de recolectar directamente los datos de los barcos de palangre, los cuales tienen su base en el Japón. Sin embargo, la Agencia de Pesquería Japonesa proporciona, con alguna demora, estimaciones de las capturas del atún aleta amarilla durante el año. En años pasados, por lo menos hasta 1961, la Agencia ha proporcionado algunos meses después del final del año, datos tanto sobre la pesca como sobre el esfuerzo, incluyendo capturas del atún aleta amarilla y del atún ojo grande por áreas de 10°. Se espera que dichos datos referentes al año de 1962, llegarán también con alguna demora durante este año.

Datos similares sobre capturas de las especies de los peces de carnada son obtenidos de los diarios de pesca que llevan la mayoría de los barcos de la flota de largo alcance.

El análisis de los datos sobre la captura y el esfuerzo, junto con la investigación en otros ramos, hacen posible que la Comisión esté informada sobre las condiciones corrientes de las poblaciones de los peces y sobre el volumen relativo del esfuerzo de pesca a que esas poblaciones están sometidas, en relación a las condiciones que corresponden al promedio del rendimiento máximo sostenible. La correlación de la información sobre la abundancia aparente por estratos de tiempo y área, con la información sobre el ambiente oceánico, hace también posible el entendimiento de las variaciones independientes de la pesca, en la abundancia, disponibilidad y captura.

#### *Estadísticas de la captura total de atunes*

En informes anteriores se han descrito detalladamente los métodos de recolección y compilación de las estadísticas de la captura total del atún.

En la Tabla 1 se indican, para todos los años desde 1940, el monto de cada una de las especies del atún tropical desembarcado en los Estados Unidos o transbordados congelados con destino a ese país, y los desembarques totales procedentes de todos los lugares de pesca del Pacífico Oriental. Los datos correspondientes al año 1962 están esencialmente completos, aunque puede haber correcciones de poca importancia en los resultados finales.

Los desembarques totales del atún aleta amarilla durante 1962, llegó a cerca de 172.5 millones de libras, lo que significa una pronunciada disminución si se compara con la producción durante los años de 1960 y 1961. La cosecha durante 1962 estuvo, como se demostrará más adelante en este informe, muy cerca del promedio del rendimiento sostenible que se espe-

Tabla 1. Captura de Atunes Aleta Amarilla y Barrilete en el Océano Pacífico Oriental.  
1940-1962  
en millones de libras

Año	Desembarcado en los Estados Unidos o transbordado congelado*				Captura total, Pacífico Oriental				% Atún aleta amarilla
	Atún aleta amarilla	Barrilete	No identificado por especies	Total	Atún aleta amarilla	Barrilete	No identificado por especies	Total	
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	0.2	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	3.7	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

\* Incluyendo Puerto Rico

raba, es decir, al valor del esfuerzo de pesca vigente para 1962. Sin embargo, fué mayor que la cuota recomendada por la Comisión, y no procuró con mucho, si hubo alguna, una restauración de la población hacia el nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible.

Hubo durante 1962 un esfuerzo de pesca un poco menor que el del año anterior, a pesar de un aumento en las flotas, debido ésto principalmente a demoras en los desembarques en California durante el otoño, lo que redujo el esfuerzo de pesca a un nivel más bajo que el de la capacidad completa, potencial de la flota de California. Este nivel de esfuerzo, como se había previsto, produjo realmente menos atún aleta amarilla que el año anterior. Al mismo tiempo continuó el cambio hacia el sur de las distribuciones de las áreas de captura, que ya se había notado el año precedente. Esto se refleja en la Tabla 2 que presenta, por zonas mayores latitudinales, una tabulación de aquella porción de la captura que fué registrada por los barcos de los que se obtienen los registros de los diarios de pesca de cada uno de los años del período 1959-1962. Esta solo incluye las capturas registradas de los barcos de carnada y de los rederos más importantes. Las capturas de las flotas de pequeñas unidades en el Ecuador y el Perú, y las realizadas por los barcos de palangre japoneses no han sido incluidas. Por estas razones, los desembarques totales del atún procedentes de las áreas al sur de los 5°N se han subestimado relativamente. Sin embargo, según estos datos resulta bastante claro que ha habido durante los últimos 4 años, junto con la declinación general en la abundancia del atún aleta amarilla, un cambio progresivo de las pescas hacia las áreas más al sur.

**TABLA 2. Registros en los diarios de pesca de las capturas del atún aleta amarilla (miles de toneladas) para los años de 1959-1962, de las áreas principales del Pacífico Oriental.**

Area de captura	1959	1960	1961	1962
Al norte de los 20°N	25.3	22.2	14.5	14.3
15° - 20°N	8.9	37.6	22.2	11.3
10° - 15°N	5.7	32.4	48.5	10.9
5° - 10°N	6.0	9.5	11.3	13.2
Al sur de los 5°N	9.5	5.9	6.8	18.5
Total	55.4	107.6	103.3	68.2

Con la conversión de muchos barcos al sistema de pesca con redes de cerco, que parece ser relativamente más eficiente para el atún aleta amarilla, la captura total del barrilete comenzó a declinar en 1960 y se mantuvo a un nivel relativamente bajo en 1961. Durante 1962, sin embargo, con la escasez del atún aleta amarilla, los rederos aparentemente volvieron con mayor atención a la pesca del barrilete, principalmente en las áreas del sur, y los desembarques casi recobraron sus niveles máximos registrados anteriormente.

Puede verse que los resultados de 1962 están realmente de acuerdo con el pronóstico hecho en el Informe Anual correspondiente a 1961 (página 109).

Parece que, como será tratado más adelante, los stocks del atún aleta amarilla, en conjunto, están actualmente acercándose casi a la estabilidad con el nivel corriente del esfuerzo de pesca, y se mantiene en alguna forma por debajo del nivel correspondiente al rendimiento máximo sostenible. De no establecerse una reglamentación durante 1963, es de esperarse que, a menos que se repita una restricción de la pesca económicamente efectuada, habrá algún aumento en el esfuerzo de pesca y una mayor reducción en los stocks del atún aleta amarilla, con poco aumento en la captura total de esa especie. De todos modos se espera un mayor aumento en el esfuerzo para la captura del barrilete, sea o no reglamentada la pesca del atún aleta amarilla. Con una disponibilidad promedio del barrilete, el resultado será un mayor aumento en el total de los desembarques de esta especie en 1963.

*Tendencias en las flotas pesqueras*

Desde 1960, la flota de los barcos rederos ha sido el elemento predominante en la pesquería de los Estados Unidos. La Tabla 3 resume los cambios desde 1956 a 1962 en la composición de las flotas de clipers y rederos que han operado desde puertos de los Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico). Puede verse en esta tabla que ha habido una reducción en el número total de rederos, de 1961 a 1962, pero que ésto ha sido el resultado de una disminución en los barcos de menos de 200 toneladas de capacidad y de un aumento en el número de embarcaciones de tamaños mayores. También ha habido varios traslados a otras bases en latinoamérica. Varios barcos grandes están en construcción y entrarán en la pesquería durante 1963.

**TABLA 3. Número de los barcos de carnada y rederos con base en puertos de los Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico).**

Clase de tamaño	Capacidad en toneladas	BARCOS DE CARNADA						
		1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
1	Menos de 51	12	11	12	13	10	11	13
2	De 51 - 100	11	11	8	8	7	4	4
3	De 101 - 200	43	43	35	31	21	17	12
4	De 201 - 300	66	60	56	46	11	1	1
5	De 301 - 400	32	35	36	33	17	11	6
6	De más de 401	11	10	11	10	3	0	0
		175	170	158	141	69	44	36
		BARCOS REDEROS						
1	Menos de 51	0	0	0	1	0	0	0
2	De 51 - 100	12	9	8	5	4	3	0
3	De 101 - 200	50	39	34	39	43	48	33
4	De 201 - 300	2	2	2	6	23	34	36
5	De 301 - 400	0	0	0	2	12	22	25
6	De más de 401	0	0	0	0	0	7	9
		64	50	44	53	82	114	103
	Total de la flota	239	220	202	194	151	158	139

La reducción en la importancia de la flota de barcos de carnada se refleja en la Tabla 4, que indica la parte de los desembarques de cada especie de los barcos con base en California, hecha por la flota de clipers durante el período 1948-1962. Durante 1962, la parte de la captura del

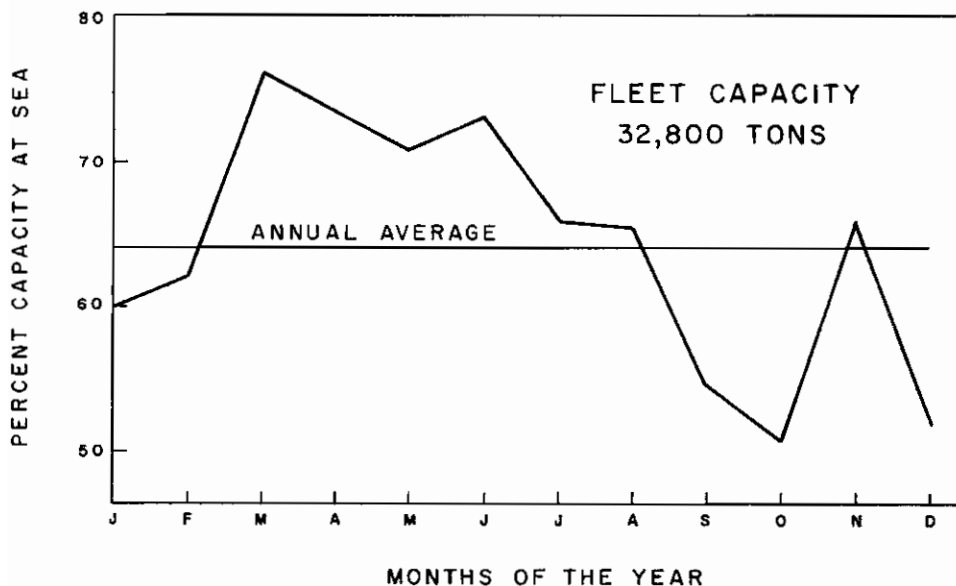
atún aleta amarilla lograda por barcos de carnada se mantuvo más o menos igual que durante 1961, debido al buen éxito en la pesca que tuvieron los pocos clipers que todavía siguen pescando desde los puertos en California. La parte de la pesca de esos barcos constituida por el barrilete sin embargo declinó, conforme los grandes barcos rederos comenzaron a pescar más extensivamente esa especie.

**TABLA 4. Porcentaje, por especies, de los desembarques efectuados por los barcos de carnada con base en California.**

Año	Atún aleta amarilla	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

*Poder potencial de la pesca*

La capacidad de carga de la flota con base en los Estados Unidos, incluyendo a Puerto Rico, considerando las cancelaciones y adiciones, dió un promedio aproximado de 32,800 toneladas durante 1962. Durante este año, el 64 por ciento, en promedio, de esa capacidad se mantuvo en el mar. Para fines comparativos, en la Figura 1 se han graficado tanto el porcentaje promedio mensual como el del promedio anual de la capacidad en el



**FIGURA 1. Porcentaje por meses de la capacidad de la flota de los Estados Unidos en el mar, año 1962.**

mar. El porcentaje de capacidad en el mar varió de un mínimo de 50.8 por ciento en octubre, a un máximo de 76.2 por ciento en marzo.

La merma en el esfuerzo de pesca, debido a demoras en el descargue de los barcos en la última parte del verano y en el otoño, se refleja claramente en este diagrama. Sin la referida limitación económica, la capacidad en el mar probablemente se hubiera mantenido sobre un 60 por ciento durante este período. Los valores correspondientes a diciembre y enero, inferiores al promedio, se asocian, naturalmente, con la costumbre rutinaria de programar los viajes con el fin de tratar de arribar a puerto en los días feriados de fin de año.

*Estadísticas sobre carnada correspondientes al año de 1962*

En 1962 el número de los barcos de carnada, que operan desde los puertos de la costa occidental de los Estados Unidos, se redujo una vez más a causa de la continua conversión al sistema de pesca con redes de cerco, así como por hundimiento y por el cambio de algunos barcos a otras pesquerías. Igual que en 1961, no hubo desembarques de peces de los clipers en Puerto Rico.

Se llevaron registros exactos de las cantidades de cada clase de los peces de carnada capturados en 1962 y de las localidades de captura, por aquellos barcos que descargaron el 99 por ciento del atún aleta amarilla y barrilete adquirido por los clipers con base en los Estados Unidos. La cantidad de carnada utilizada para la captura del uno por ciento restante del tonelaje de atún, ha sido estimada al suponer que la proporción de cada clase de carnada que se usó para capturar determinada cantidad de atún, es la misma que se empleó para el tonelaje del atún registrado en los diarios de pesca de los barcos en que se obtuvieron los datos. Al combinar las pescas estimadas y las anotadas, se obtiene la estimación de la captura total de la flota de los Estados Unidos.

Las cantidades totales estimadas de cada clase de carnada usada en 1962, se dan en la Tabla 5, que contiene también datos comparativos de los años 1957-1961.

Estas estadísticas no incluyen la carnada capturada por los barcos que operan desde puertos latinoamericanos, ni las capturas de unos pocos barcos muy pequeños, de California, que pescan esporádicamente atún aleta amarilla y barrilete. Se estima que los barcos que pescaron con base en puertos latinoamericanos en 1962, capturaron aproximadamente 500,000 scoops de carnada.

La cantidad total de peces-cebo empleada por los barcos de los Estados Unidos en 1962 fué solamente de 415,000 scoops, la pesca más pequeña de carnada en el período de la postguerra, comparada con 650,000 scoops pescados en 1961; 1,193,000 en 1960; 2,980,000 en 1959 y 4,447,000 en 1958. Esta drástica reducción, en los últimos cinco años, sobre la cantidad usada de peces-cebo, está directamente relacionada con la conversión de clipers a barcos rederos.



**TABLA 5. Cantidades estimadas\* y porcentajes de las diferentes clases de peces de carnada capturado por los clípers\*\* de 1957 a 1962.**

	1957		1958		1959		1960		1961		1962	
	Canti- dad	Porcen- taje	Canti- dad	Porcen- taje	Canti- dad	Porcen- taje	Canti- dad	Porcen- taje	Canti- dad	Porcen- taje	Canti- dad	Porcen- taje
Anchoveta ( <i>Cetengraulis mysticetus</i> )	2070	55.8	1515	34.0	649	21.8	416	34.9	211	32.5	123	29.6
Sardina de California ( <i>Sardinops caerulea</i> )	290	7.8	601	13.5	290	9.7	110	9.2	106	16.3	89	21.4
Sardina sureña ( <i>Sardinops sagax</i> )	38	1.0	141	3.2	110	3.7	82	6.9	8	1.2	34	8.2
Anchoa norteña ( <i>Engraulis mordax</i> )	547	14.8	736	16.5	190	6.4	212	17.8	179	27.5	110	26.5
Anchoa sureña ( <i>Engraulis ringens</i> )	410	11.1	1169	26.3	1484	49.8	214	17.9	88	13.5	25	6.1
Sardina de California y anchoa norteña mezcladas y no identificadas separadamente	30	0.8	57	1.3	30	1.0	6	0.5	2	0.3	2	0.5
Arenque ( <i>Opisthonema, Harengula</i> )	193	5.2	162	2.3	75	2.5	64	5.4	26	4.0	16	3.9
Salina ( <i>Xenocys jessiae</i> )	17	0.5	16	0.4	24	0.8	15	1.2	14	2.2	7	1.7
Misceláneos y no identificados	112	3.0	110	2.5	128	4.3	74	6.2	16	2.5	8	1.9
<b>Totales</b>	<b>3707</b>		<b>4447</b>		<b>2980</b>		<b>1193</b>		<b>650</b>		<b>414</b>	

\*En miles de "scoops"

\*\*Barcos con base en los puertos de la costa oeste de los Estados Unidos y Puerto Rico en los años 1957-1960 y en puertos de la costa oeste de los Estados Unidos en 1961-1962.

La anchoveta, que constituyó el 29.6 por ciento de la cantidad total de carnada, es la especie más importante que se usó como cebo en 1962. Es seguida muy de cerca en importancia por la anchoa norteña y la sardina de California, que constituyeron el 26.5 y el 21.4 por ciento respectivamente, de la captura total de carnada; ambos porcentajes relativamente más altos que los valores registrados en 1960 y 1961.

En 1963, la flota de los Estados Unidos utilizará muy poca carnada de los recursos al sur del Golfo de Tehuantepec, debido a que la flota de clipers está ahora formada por barcos de menos de 170 toneladas de capacidad, que en su mayor parte operan al norte del golfo. Se espera que las dos especies más importantes en 1963 han de ser la anchoa del norte y la sardina de California.

*Cambios recientes en la captura por día de actividad*

En la Tabla 6 aparecen los valores de la captura por día de actividad correspondientes a los años 1959-1962, realizada tanto por barcos de carnada como por rederos, por clases de tamaños de los barcos, por las flotas con base en los puertos de los Estados Unidos (incluyendo a Puerto Rico). Se indican también los promedios estandarizados, excepto los correspondientes a los barcos rederos en 1962, para los cuales no se dispone todavía de los respectivos factores de eficiencia.

**TABLA 6. Captura por día de actividad, por clase de equipo, especies y clase de tamaño de los barcos, de 1959 a 1962 (barcos de los Estados Unidos solamente).**

Clase	BARCOS DE CARNADA							
	Atún aleta amarilla				Barrilete			
	1959	1960	1961	1962	1959	1960	1961	1962
1	1439	2160	789	1718	2171	1270	2310	2110
2	1786	3223	2437	4556	2045	2293	2359	2538
3	4516	6595	4379	6836	3077	3108	3637	3113
4	5746	5950	—	—	7732	4951	—	—
5	5236	8686	10746	5885	15749	9136	8696	10312
6	7012	6588	—	—	24001	10716	—	—
Promedio estandarizado (Clase 4)	5220	6892	7065	6929	9220	6097	5919	6035
BARCOS REDEROS								
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	9424	6752	4355	—	2004	468	50	—
3	14085	14649	10032	7222	2635	1361	1250	2043
4	20506	21589	14315	7642	4069	1414	3601	4875
5	21381	26926	15560	7542	3258	1373	7261	8017
6	—	—	11560	7417	—	—	10920	14619
Promedio estandarizado (Clase 3)	14680	16031	10590	6277	2736	1156	3286	5252

Durante 1962 el número de barcos de carnada continuó disminuyendo y se dedicó poco esfuerzo al sur de los 15°N de latitud. Los datos de las tres clases de tamaños más pequeñas son útiles al reflejar la abundancia

aparente de las dos especies en las regiones del norte. En estas áreas, los pequeños clipers trabajaron con buenos resultados durante 1962, y se observó un aumento en la captura por día de actividad del atún aleta amarilla en las tres clases de tamaños de barcos. Los barcos de carnada restantes de la clase 5, experimentaron, sin embargo, un pronunciado descenso en las capturas del atún aleta amarilla, de modo que el promedio estandarizado de todas las clases declinó ligeramente en comparación con el año anterior.

Los barcos rederos de todas las clases, experimentaron una fuerte caída en la captura por día de actividad del atún aleta amarilla, mientras que aumentaron sus pescas de barrilete. Se cree que esto refleja un descenso general en la abundancia del atún aleta amarilla, y una concentración del esfuerzo sobre el barrilete en las localidades del sur, en donde esta especie es más disponible a este sistema de pesca.

Los cambios en la captura por día de actividad del atún aleta amarilla, realizada por barcos rederos deben ser examinados con más detalle en la Figura 2, en la que se presenta el promedio mensual de la captura por día de actividad estandarizado de la clase 3, correspondiente a los barcos rederos y a las regiones al norte y al sur de los 15°N de latitud (que posiblemente representa una línea de la subdivisión parcial de los stocks) en los años del período de 1960 a 1962\*.

\* Nótese que dos puntos correspondientes al año 1960, área sur, han sido corregidos con respecto al informe del año pasado.

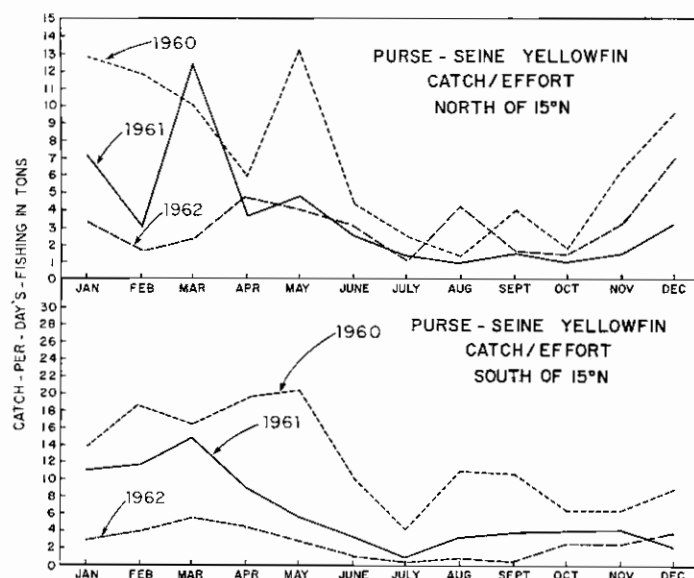


FIGURA 2. Captura por día de pesca efectuada por barcos rederos, estandarizados a la clase 3, por zonas de pesca, de 1960 a 1962.

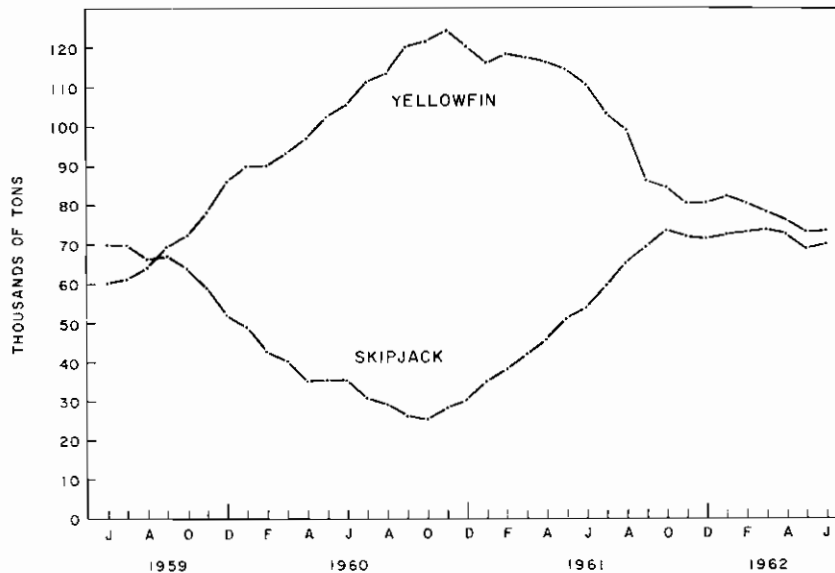
La tendencia estacional más bien regular, en el éxito de la pesca, que se repite cada año, puede apreciarse fácilmente. También puede observarse que en la región del norte hubo un descenso general continuo en la abun-

dancia del atún aleta amarilla, hasta cerca de abril de 1962. Desde entonces, los datos casi coinciden con los del año precedente y, en realidad, hasta el fin del año, muestra tal vez algún recobro. En la región del sur, la disminución constante en la abundancia del atún aleta amarilla según lo reflejan las capturas de los rederos, continuó a través de las series, pero con alguna evidencia de que los stocks pueden llegar a estabilizarse a fines de 1962.

La captura por día de actividad del barrilete por los barcos de carnada (Tabla 6) es casi la misma que la de los dos años precedentes. Sin embargo, todas las clases de rederos exhibieron un aumento en la captura por día de actividad de esa especie. Los datos de los rederos, sin embargo, no pueden ser interpretados como reflejando necesariamente un aumento en la abundancia del barrilete, ya que con la merma del atún aleta amarilla, los rederos parecen haber perseguido más vigorosamente que antes al barrilete.

#### *Tendencias recientes en la captura total*

Coexistente con el aumento en la intensidad de la pesca del atún aleta amarilla y la disminución en la captura por día de actividad, ha habido un cambio marcado en la captura total, tanto del atún aleta amarilla como del barrilete, durante los últimos cuatro años. En la Figura 3, cada punto representa el total para periodos de 12 meses el cual se ha graficado en



**FIGURA 3.** Promedio móvil de doce meses del índice de la captura total de los atunes aleta amarilla y barrilete.

el punto medio (12 month running total); estos corresponden al atún aleta amarilla y al barrilete, según los recibos en los puertos de los Estados Unidos, de barcos de este país, más los recibos totales en Puerto Rico. Estos valores representan aproximadamente el 85 por ciento del total de los desembarques de cada especie provenientes de las capturas en el área de

reglamentación del Pacífico Oriental. Con respecto al atún aleta amarilla, hubo un rápido aumento en el promedio de los desembarques de los 12 meses durante 1959 y 1960, con el máximo centralizado en noviembre de este último año. Desde entonces ha habido un constante descenso en este índice de desembarques del atún aleta amarilla, a pesar del continuo alto nivel de la intensidad de la pesca, pero parece que los desembarques están ahora nivelándose al acercarse a las 70,000 toneladas. Las capturas del barrilete disminuyeron constantemente durante 1959 y 1960, a medida que los barcos rederos se concentraban en la pesca del atún aleta amarilla. Sin embargo, conforme las capturas declinaban hubo una substitución con el barrilete en los desembarques. Los desembarques del barrilete aumentaron rápidamente hasta que se alcanzó el período centralizado en octubre de 1961.

Según esta Figura, parece que tanto el total de los desembarques del atún aleta amarilla como el total de los desembarques del barrilete están en el proceso de nivelarse y se estabilizarían, si el esfuerzo de pesca no llega a aumentar. Con un aumento en el esfuerzo, se espera que haya un ascenso muy pequeño a corto plazo en los desembarques del atún aleta amarilla, seguido por un nuevo descenso, pero un mayor aumento en los descargues del barrilete.

#### *Serie de largo término de las medidas de la abundancia*

Como se explicó en el informe del año pasado y se trató en detalle en nuestro *Boletín Vol. 6, No. 7*, ha sido posible de proyectar un método para combinar la captura por día de actividad del atún aleta amarilla, de los barcos rederos y de carnada, en un solo factor de estimación que es comparable con el anterior usado en las series de los barcos de carnada. O sea, que se pueden emplear los datos de los barcos rederos y de los clipers para estimar la abundancia aparente y el esfuerzo total de captura, en los términos de las mismas unidades de clipers de la clase 4 empleados anteriormente, y así poder comparar los datos de los años recientes, dominados por los rederos, con los datos de los años anteriores en que predominaron los barcos de carnada.

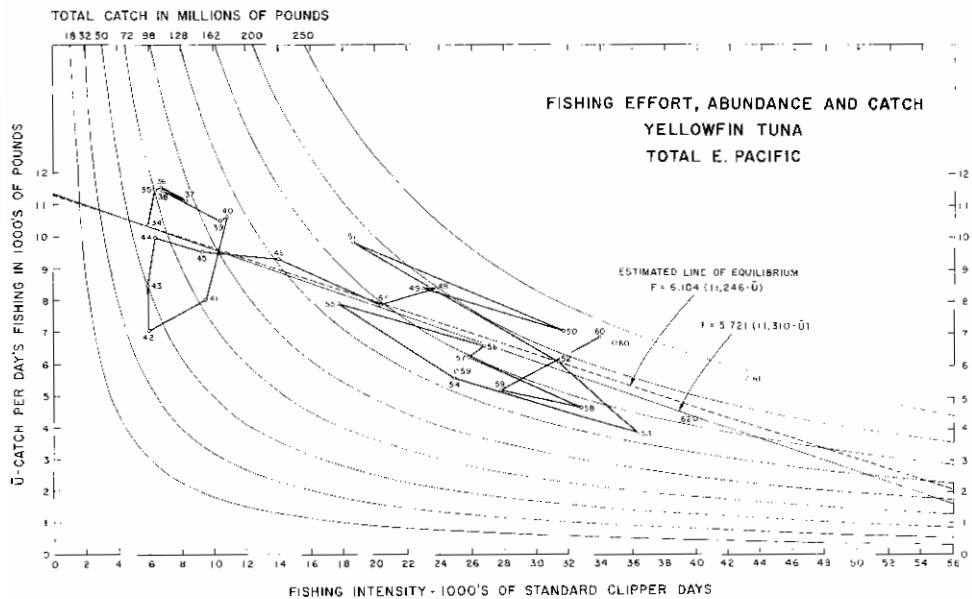
Desafortunadamente no ha sido posible un procedimiento similar para el barrilete. Podría ser continuada la serie de estimaciones de la abundancia aparente de los barcos de carnada, pero como la flota de éstos es ahora pequeña, y no cubre toda la extensión de la pesquería, es de limitada utilidad. Una nueva serie basada en los barcos rederos solamente (Tabla 6), se ha comenzado en el año 1959, pero es, por supuesto, todavía muy corta para ser interpretada. Por fortuna, como se ha hecho notar anteriormente, es obvio que la población del barrilete aún está subexplotada en demasía, de modo que la serie correspondiente a los rederos demostrará su utilidad conforme pasen los años y aumente el esfuerzo de pesca.

## **2. Condiciones de las poblaciones del atún en el presente**

### *Atún aleta amarilla*

En la Figura 4 se indica como en los años anteriores, las estadísticas

de la captura total, de la abundancia aparente y del esfuerzo total calculado para el conjunto de las poblaciones del atún aleta amarilla del Pacífico Oriental Tropical. En este gráfico se muestran (como ordenadas) la captura estandarizada por día de actividad, realizada por los barcos de carnada, y (como abscisas) el total del esfuerzo de pesca en unidades de los barcos de carnada, para cada uno de los años de 1934-1960. También se han indicado las capturas por día de actividad en unidades de barcos de carnada, correspondientes a los años del período 1959-1962, calculadas según los datos *combinados* de clipers y rederos, y el correspondiente esfuerzo total en unidades de barcos de carnada. Por supuesto el esfuerzo total y la captura total están basados en ambos casos en los desembarques totales procedentes de todas las fuentes de abastecimiento. Las isocapturas de una captura total igual (el producto del esfuerzo y de la captura según el esfuerzo) aparecen como hipérbolas en el gráfico.



**FIGURA 4.** Relaciones entre el esfuerzo de pesca, la abundancia aparente y la captura total del atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental en el período 1934-1962. (Los puntos conectados por líneas continuas tienen como base la abundancia medida por los barcos de carnada solamente. Los puntos aislados correspondientes al período 1959-1962 tienen como base la abundancia medida según los datos combinados de los barcos de carnada y rederos).

La línea recta a guiones representa en el gráfico, la relación promedio entre el esfuerzo, la captura según el esfuerzo y la captura total calculada por Schaefer (*Boletín Vol. 2 No. 6*) de acuerdo con los datos hasta 1955. La línea recta continua es una "línea estimada de equilibrio" similar calculada según los datos hasta 1961. Esta última línea se considera bien dentro del error de estimación de la línea original computada según los datos hasta 1955, por lo que ofrece alguna confirmación de su valor predictivo, a lo menos sobre el alcance de la abundancia del stock y del esfuerzo hasta ahora examinado. La nueva línea es sin embargo, un poco más baja que la anterior, y corresponde a las capturas de equilibrio algo

más pequeñas que a las estimadas anteriormente. Según esta nueva línea, que es probablemente la más digna de confianza porque está basada en un mayor número de datos, parece que el *promedio máximo de la captura sostenible es de unos 183 millones de libras, con 32,400 unidades de esfuerzo.*

Como se ha visto antes, durante el otoño de 1962 el esfuerzo fué un poco limitado por circunstancias económicas y, para el año entero, resultó un poco más bajo que en 1961. El punto preliminar del otoño de 1962 cae muy cerca de la nueva "línea estimada de equilibrio", lo cual indica que la pesquería ha llegado cerca del punto de estabilidad a este nivel del esfuerzo de pesca, que es el de unos 40 mil días estándar de actividad pesquera, con un rendimiento sostenible de cerca de 173 millones de libras. Las Figuras 2 y 3, según lo expuesto anteriormente, tienden también a confirmar que la pesquería del atún aleta amarilla ha llegado cerca de su estabilidad, a fines de 1962. Sin embargo, esta conclusión debe ser tomada con alguna reserva porque, como se puede apreciar en la Tabla 2, ocurrió durante el año un movimiento adicional de la pesca hacia la región del sur. Hasta el punto en que puede haber alguna heterogeneidad parcial de los stocks del atún aleta amarilla al norte y al sur de los 15°N, los datos correspondientes al conjunto de todos los stocks pueden ser un poco erróneos, y las condiciones de los stocks del atún aleta amarilla pueden, en consecuencia, *al fin del año*, haber sido algo peores que las indicadas por los datos *de todo el año* contenidos en la Figura 4.

Es bien claro que, en todo caso, la magnitud corriente de las poblaciones del atún aleta amarilla en el Pacífico Oriental, está por debajo de lo que puede sostener un rendimiento máximo, y que es conveniente una disminución en el esfuerzo y en la captura para restaurar la abundancia al nivel de una producción máxima sostenible.

#### *Barrilete*

Se ha indicado en Informes Anuales anteriores y cada vez que ha habido una oportunidad, que no hay una relación a los niveles del esfuerzo de pesca hasta ahora experimentados, que pueda medirse entre el esfuerzo de pesca y la abundancia del barrilete, y que la población de esta especie puede mantener obviamente una pesquería mayor.

Los análisis adicionales de los datos del barrilete, en los que se han tratado separadamente las series históricas de las estadísticas de captura realizadas en las regiones del norte y los correspondientes a las regiones meridionales, confirman las conclusiones anteriores en cuanto a las regiones del norte, sobre la falta de evidencia de cualquier relación entre el esfuerzo de pesca y la abundancia. En la región del sur, frente a la América Central y en la parte septentrional de Sudamérica, hay alguna evidencia del aumento de la captura según el esfuerzo a los niveles bajos del esfuerzo que prevalecieron en el período 1959-1961. Esto, no obstante, no se mira tan bien como se demuestra, en vista de las considerables y bien conocidas fluctuaciones independientes de la pesquería, en la abundancia

del barrilete, a pesar de que merece una investigación más amplia conforme se vaya disponiendo de más datos.

### **3. Otros estudios sobre las estadísticas de la captura del atún**

#### *Tabulaciones trimestrales y mensuales*

Hemos continuado recopilando y graficando los datos de captura, esfuerzo y de la captura por unidad de esfuerzo correspondientes a cada una de las especies de atún, por áreas de un grado, por trimestres del año, tanto para los barcos de carnada como para los rederos. Estos datos correspondientes a los años de 1959 a 1962, se preparan ahora para su publicación, como una secuela de un informe publicado en 1960 que cubrió los años de 1951 a 1958.

#### *Relación entre el clima oceánico y la distribución de las capturas del atún aleta amarilla y el barrilete*

Los datos de los diarios de pesca sobre las capturas del atún que reflejan los cambios en las distribuciones geográficas, proporcionan información fundamental para investigar algunos de los efectos de los factores del ambiente oceánico sobre el atún. Una investigación adicional sobre esta materia se completó durante 1962 y es tratada bajo el título de "Investigaciones sobre oceanografía física, química y biológica" (página 127).

#### *Análisis de las capturas con redes*

Una gran parte de los capitanes de los barcos rederos lleva los registros sobre los resultados de las capturas en los diarios de pesca, de cada una de las caladas de sus redes. Estos datos contienen un caudal de información sobre la naturaleza de las operaciones de la flota de rederos y también se pueden emplear para estudiar los hábitos gregarios del atún. Se han hecho en 1962 más análisis de estos datos.

#### *Captura por calada con éxito*

Un cuidadoso examen de los datos sobre la captura por calada con éxito ha revelado que los barcos de diferentes clases de tamaño, que pescan en las mismas regiones y en los mismos períodos de tiempo, capturan cantidades variadas de peces en caladas promedio con éxito, habiéndose observado que la captura aumenta con el tamaño de la embarcación. Esto puede ser debido a las diferencias en el aparejo de pesca, si las redes más grandes que llevan los barcos de tamaño mayor tuvieran más éxito en la captura de todo el cardumen, o bien debido a las diferencias en la elección de los cardúmenes, que hacen los capitanes de los barcos. Lo primero no parece probable, ya que aun las redes más pequeñas casi siempre son lo suficientemente grandes como para abarcar el cardumen completo. El análisis de los datos correspondientes a 1961, indica que para un tamaño constante en los barcos, hay poco o ningún aumento en la captura por calada con variación en la longitud de la red. Y a la inversa, para un tamaño constante en las redes, hay un aumento marcado en la captura por calada con el aumento en el tamaño de los barcos. Consecuentemente parece probable que las diferencias observadas en la captura por calada,



según el tamaño del barco, se deben a la selección de los cardúmenes más grandes por barcos de tamaño mayor y no a la naturaleza del aparejo.

Como hay esta diferencia en la captura por calada, según el tamaño del barco, necesita ser corregida si es que se va a usar la captura por calada con fines comparativos entre áreas y años, que tal vez tengan diferentes composiciones de tamaños en los barcos pesqueros. Se ha comprobado la posibilidad, mediante la comparación de las capturas de barcos pesqueros durante el mismo tiempo y en las mismas regiones, de llegar a obtener factores de ajuste para las diferentes clases de tamaños de los barcos, en virtud de la cual la captura por calada puede estandarizarse a una clase de tamaño estándar (la clase 3). Estos factores se han computado para los años 1956-1961.

**TABLA 7. Captura por calada del atún aleta amarilla por barcos rederos, standarizados a la clase 3, por áreas, 1956-1961.**

Año	AREA							
	N. de los 20°N		15°N, 10-095 10-100, 10-105		5°N, 10-085 10-090		S. de los 5°N	
	C/ca- lada	No. de caladas	C/ca- lada	No. de caladas	C/ca- lada	No. de caladas	C/ca- lada	No. de caladas
1956	11.9	692	18.9	529	21.8	14	7.6	5
1957	17.1	469	13.5	510	—	—	3.3	6
1958	14.1	1093	11.0	228	6.4	2	10.9	21
1959	19.6	966	17.5	272	21.2	66	29.1	30
1960	14.4	1005	16.6	2315	21.0	1141	21.6	16
1961	11.7	821	12.3	2130	16.7	2618	15.8	44
Total	14.80	5046	14.84	5984	18.08	3841	18.02	122

En la Tabla 7 se indica la estandarización de la captura por calada con éxito correspondiente a cuatro regiones, en cada uno de los años del período 1956-1961. Es interesante notar que no hay en ninguna región, una tendencia marcada en la captura por calada con respecto al tiempo, mientras que la abundancia de los stocks del atún aleta amarilla han mostrado la tendencia a disminuir. Si podemos suponer que en la mayoría de las caladas se captura un cardumen completo, y así la captura por calada es una medida del tamaño del cardumen, puede llegarse a la conclusión de que conforme la abundancia de los peces disminuye, hay la tendencia a una reducción en el número de los cardúmenes, en vez de una reducción en el tamaño promedio del cardumen. Es también interesante tomar en cuenta que en esta serie de años, el tamaño medio del cardumen así medido es casi el mismo en las dos áreas del norte de la Tabla 7, y en las dos áreas meridionales, pero que los cardúmenes son, en promedio más grandes en las áreas del sur.

#### *Ayuda de los aeroplanos*

En el informe de las investigaciones que se dió el año pasado, se indicó que las caladas hechas con la ayuda de aviones tienen mejores resultados, tanto en la porción de redadas con éxito, como en el tonelaje capturado. Se han hecho análisis adicionales de los datos correspondientes a 1961.

Las caladas con éxito, sin la ayuda de aviones, en la pesca del atún aleta amarilla, dieron un promedio de 15.6 toneladas, mientras que las

caladas que se efectuaron con esa ayuda, lograron un promedio de 20.3 toneladas, y las que se hicieron con la colaboración de un helicóptero, casi lo mismo, 19.5 toneladas. Estadísticamente, la diferencia entre la pesca sin ayuda de avión y la que se hace con esa ayuda, es altamente significativa.

El examen de las distribuciones de frecuencias de las capturas individuales, revela que la razón de la diferencia observada en el promedio de la captura por calada, es que hay un déficit de capturas menores de 20 toneladas para las caladas con ayuda de avión, en comparación con las caladas sin esa ayuda. Es evidente que los observadores en los aviones, tienden a no seleccionar cardúmenes más bajos de 20 toneladas, lo que no ocurre con los capitanes de barco que no cuentan con esta ayuda.

#### **4. Investigación sobre la estructura de las poblaciones, los movimientos migratorios y las estadísticas vitales del atún**

El conocimiento de la estructura de las poblaciones del atún es esencial para identificar las unidades de las poblaciones, que son el objetivo propio del estudio de la dinámica de la población y de su ecología, así como las unidades naturales que conciernen a la administración de las pesquerías. La necesidad de realizar gran parte del trabajo en el mar, y a su vez la naturaleza tan compleja de los stocks de atún, hacen progresar lentamente la investigación, a pesar de que se dedica mucho de nuestro esfuerzo a estos problemas.

Las comparaciones morfométricas han demostrado que los atunes aleta amarilla del Pacífico Oriental son distintos a los que se encuentran en el oeste, cerca del Hawai y de las Marquesas. Esto ha sido confirmado parcialmente por la clasificación de los tipos de sangre en especímenes del Hawai y de la costa occidental. La falta de recobros de marcas en el oeste, más allá de las vecindades de las Galápagos, habiendo sido marcados muchos atunes aleta amarilla a lo largo de la costa, y a pesar de una apreciable pesquería con palangre hacia el oeste, es una confirmación mayor de ésto.

A la inversa, en lo que se refiere al barrilete, parece que algunos por lo menos, de la población de la costa occidental, tienen un largo alcance hacia el oeste. No se han encontrado diferencias morfométricas significativas entre el barrilete de la región de la pesquería americana y el de los stocks cerca del Hawai y las Marquesas. Tampoco se ha hallado diferencias en los tipos de sangre entre el Hawai y esta región (a pesar de que los investigadores en el Hawai han indicado que han encontrado *dos* grupos allí, uno de los cuales puede ser el mismo que nuestros peces, siendo el otro diferente). Dos barriletes marcados que se liberaron cerca de Baja California, han sido recuperados en el Hawai después de unos dos años de libertad. Aún más importante es la poca evidencia de desove del barrilete en la región de pesca del Pacífico Oriental o cerca de ésta. La mayor parte de la reproducción probablemente ocurre más lejos, hacia el oeste.

*Dentro* de la región de la pesquería americana, es evidente que se opera una mezcla bastante completa del atún aleta amarilla en todas las áreas al sur del Golfo de Tehuantepec, según se desprende de los resultados

de la marcación y de la ausencia de desove al sur de Cabo Blanco, Perú. Los resultados de la marcación y los datos de la frecuencia de tamaños también indican la existencia de un stock homogéneo cerca al norte del Golfo de Tehuantepec. Sin embargo, puede haber una separación parcial de los stocks, pero con una amplia región de mezcla cerca del citado golfo. Si estos grupos son genéticamente diferentes o si se trata sólo de una barrera parcial de migración de cualquier clase, es todavía un asunto discutible.

Investigaciones adicionales sobre la estructura de la población y los movimientos migratorios son, evidentemente, de gran importancia. No menos importantes son las investigaciones para estimar las estadísticas vitales del atún — edad, crecimiento, mortalidad y abundancia de las clases anuales — ya que son de empleo esencial en los modelos analíticos de la dinámica de sus poblaciones.

#### *Investigaciones sobre la marcación del atún*

Durante 1962 la Comisión continuó la marcación de atunes en un viaje contratado y en diversos cruceros comerciales. La confianza en estos últimos ha disminuido, ya que ahora se deben atender requisitos más explícitos, tanto en lo referente al área como al tiempo en que la marcación debe efectuarse. Si a esto se añade la reciente y rápida disminución en el número de barcos de carnada lo suficientemente grandes como para dar alojamiento a los dos científicos que se necesitan para la marcación, se comprende que nos hayamos visto inclinados a considerar principalmente el contrato de barcos para dedicarlos a las futuras marcaciones. Aun cuando generalmente se pueden hacer arreglos para que los científicos encargados de la marcación puedan operar a bordo de barcos rederos, la experiencia en el pasado de la marcación en barcos de ese tipo, ha demostrado que los peces marcados están a menudo en una condición relativamente desventajosa cuando se devuelven al agua, por lo que la alta mortalidad inicial que se ha observado a causa de la marcación, puede verse aumentada notoriamente. Durante los últimos siete años se han marcado una gran cantidad de atunes tropicales en la mayoría de las principales áreas de pesca del Pacífico Oriental Tropical. Las necesidades futuras para la marcación han de ser diseñadas para responder a las cuestiones específicas sobre los movimientos migratorios o tasas de mortalidad.

Es posible hacer estimaciones útiles de las tasas de mortalidad de los resultados de los experimentos de marcación. Se han hecho hasta ahora muchas computaciones de esta clase a base de los datos que se han obtenido. Estas estimaciones han sido comparables a las hechas sobre la base de los análisis de la composición de tamaños de la captura comercial. Es y será de gran interés la serie de estimaciones de la mortalidad total y de la mortalidad de pesca, hechas para los años durante los cuales la flota cambió en gran escala del sistema de caña y anzuelo al de la pesca con redes de cerco. Algunas estimaciones preliminares de las tasas de mortalidad, a base de las recuperaciones de marcas hechas para los Bancos

Locales frente a Baja California, se publicaron en el Informe Anual correspondiente a 1961. Un análisis detallado de los datos será incluido en un *Boletín* que se encuentra ahora en preparación.

#### *Operaciones de marcación*

Las operaciones de marcación durante 1962 se efectuaron en dos cruceros (uno en una embarcación contratada) desde los Estados Unidos, y cinco desde el Perú. No se efectuaron viajes desde el Ecuador, aunque los peruanos encargados de la marcación estuvieron en condiciones de cubrir el área de pesca frente a aquel país en forma bastante adecuada.

Se marcaron y se devolvieron al mar 6960 atunes aleta amarilla y 4255 barriletes durante el año. De estos peces ya se han recobrado 2272 y 1085, respectivamente. Además, se recuperaron durante el año, 994 atunes aleta amarilla y 344 barriletes que habían sido marcados en años anteriores. Los datos de marcación y recobro han sido sumariados en la Tabla 8.

#### *Crucero contratado con el "South Seas"*

El *South Seas*, un barco de carnada de 160 toneladas de capacidad, se contrató durante junio con tres propósitos principales: 1) Efectuar una mayor investigación en la fisiología del atún, con atención especial a la relación de la temperatura con la mortalidad causada por la marcación. Una exposición de los resultados de estos experimentos será encontrada en otra parte de este informe. 2) Obtener una serie grande de muestras de sangre como parte de los estudios sobre la población. 3) Marcar y liberar un gran número de atunes en los Bancos Locales frente a Baja California. Con esto se puede, entre otras cosas, continuar la observación de cualquier cambio en la mortalidad total, a través de un análisis de la disminución de recobros por unidad de esfuerzo con el tiempo. Una de las mayores dificultades en hacer las estimaciones de la mortalidad por la pesca es, al efectuar la marcación, la mortalidad inicial diferencial, relacionada con las variaciones de la temperatura.

El número de recobros de este crucero contratado, ha excedido ya bastante el número total de las recuperaciones de todos los cruceros efectuados hacia los Bancos Locales frente a Baja California en el pasado. Parece haber poca duda de que, con respecto a este crucero, por razones desconocidas todavía, la mortalidad por marcación fué significativamente más baja de lo que se esperaba según un análisis de nuestros datos anteriores. Más aún, los peces marcados durante este crucero estuvieron sometidos a un considerable esfuerzo de pesca durante e inmediatamente después de las operaciones de marcación. Otro factor es la mayor eficiencia de la gente dedicada a la pesquería de proporcionar información sobre la recaptura de peces marcados. Los experimentos recientes han demostrado que cerca del 100 por ciento de las recapturas son ahora registradas, mientras que los experimentos similares hechos en el pasado han demostrado que esa proporción puede haber estado más cerca del 50 por ciento al comienzo de nuestro programa de marcación en 1956 y 1957.

El porcentaje de recobros de cada uno de los rectángulos de un grado,

**TABLA 8. Atunes marcados y recobros informados a San Diego, hasta el 31 de Diciembre de 1962.**

Crucero	Barco	Período	Área de marcación	Número de peces marcados		Número de peces recobrados	
				Atún aleta amarilla	Barrilete	Atún aleta amarilla	Barrilete
<b>Marcados durante 1955-1961</b>				28,206	38,894	1,781	882
<b>Marcados durante 1962</b>							
41	Santa Helena	III/22/62-IV/16/62	Is. Revillagigedo	206	6	5	0
42	South Seas	V/21/62-VI/30/62	Bancos locales	4,652	3,856	2,152	1,002
Total 1962				4,858	3,862	2,157	1,002
<b>DEL PERU</b>							
<b>Marcados durante 1956-1961</b>				7,147	24,485	1,352	1,166
<b>Marcados durante 1962</b>							
			Golfo de Panamá	421	178	23	11
			Perú septentrional-Ecuador	1,681	215	92	72
Total 1962				2,102	393	115	83
<b>DEL ECUADOR</b>							
<b>Marcados durante 1958-1961</b>				253	6,573	20	266
Gran Total de 1962				6,960	4,255	2,272	1,085
Gran Total de todos los años				42,566	74,207	5,425	3,399
Recobros (incluidos en lo anterior) hechos durante 1962 de la marcación a través de 1961-							
			Crucero de los Estados Unidos			675	289
			Cruceros del Perú			5	24
			Cruceros del Perú			314	31
					Total	994	344
Tasas globales de recobro:				Tasas de recobro de 1962:			
	Atún aleta amarilla	12.7%		Atún aleta amarilla	32.6%		
	Barrilete	4.6%		Barrilete	25.5%		

en los que se efectuaron las marcaciones durante este crucero contratado, tuvo una amplia variación (Tabla 9). Esto puede ser debido a diversos factores. Se reconoce quizás, como el más importante, el efecto del mal tiempo (esto es, la restricción del esfuerzo inmediato de pesca) y las diferencias en las pautas de dispersión y migración de algunos grupos. El ejemplo más radical de esto puede verse en la tasa baja de recobros de los barriletes marcados en el Area 20-110-11. (Aunque estos peces representan cerca del 66 por ciento del número total de barriletes marcados, constituyen menos del 20 por ciento de los recobros). Vientos fuertes y mares turbulentos prevalecieron en el área de marcación, inmediatamente después de efectuada. Es interesante que se hayan anotado varias migraciones de este grupo particular de peces marcados, al Banco Shimada (Area 15-115-08), pero ningún movimiento en ese sentido de ninguno de los otros grupos. Esto puede ser una coincidencia (se han registrado varias migraciones a las Islas Revillagigedo, de peces pertenecientes a otros grupos).

#### *Mortalidad por marcación*

La totalidad de las tasas de recobro de los atunes marcados (Tabla 8) es generalmente mucho más baja que la que podría esperarse de las estimaciones de la mortalidad por la pesca, computada según un análisis de las estadísticas de captura. Se considera que una de las principales razones de esta discrepancia, es la alta mortalidad inicial por la marcación. A pesar de que hay muchas posibilidades en las cuales los procedimientos de marcación pueden herir a los peces, la tasa de recobros parece estar correlacionada con la temperatura del agua en el momento en que la marcación se efectúa; se han observado altas temperaturas en el agua con bajas tasas de recobro, y temperaturas bajas con tasas más altas de recuperación. Sin embargo, la relación entre la temperatura del agua y la tasa de recobro puede no ser clara a causa de otros factores; por ejemplo, el volumen del esfuerzo de pesca aplicado sobre un grupo de peces marcados, puede ser considerablemente más alto o más bajo que el aplicado sobre otro grupo. Se pensó también hasta hace poco, que el tamaño de los peces en el momento de la marcación podía tener influencia en su capacidad para resistirla. Esto ha sido investigado en diversas áreas y no ha sido encontrada una relación uniforme significativa.

De los datos acumulados sobre la temperatura en las tasas de marcación y recobro, se está intentando de llegar a obtener factores útiles de corrección de la mortalidad inicial por la marcación, y así ser capaces de computar el número efectivo de marcas liberadas. Parece que, aun a las más bajas temperaturas, la mortalidad inicial por la marcación es aproximadamente el 15 por ciento.

#### *Recobro de las marcas en peces recapturados*

No todos los atunes marcados que la pesquería recaptura, llegan a ser de nuestro conocimiento. Algunas marcas son encontradas y luego perdidas antes de que la información quede en los records. Otras marcas son pasadas por alto a través de todos los estados — desde la captura hasta la conserva-

**TABLA 9. Liberaciones y recobros, por área de marcación en diciembre de 1962, de atunes marcados en los Bancos Locales en junio de 1962.**

<b>Atún aleta amarilla</b>		<b>Dentro 10 días</b>		<b>Más de 10 días</b>		<b>Total</b>	
<b>Area*</b>	<b>Cantidad Marcada</b>	<b>Recobros</b>	<b>% Recobros</b>	<b>Recobros</b>	<b>% Recobros</b>	<b>Recobros</b>	<b>% Recobros</b>
20-105-20	37	0	0.0	2	5.4	2	5.4
20-110-11	1534	2	0.1	526	34.3	528	34.4
20-110-12	1762	670	38.0	278	15.8	948	53.8
20-110-13	693	269	38.8	105	15.2	374	54.0
20-110-17	626	113	18.0	187	29.9	300	47.9
<b>Totales</b>	<b>4652</b>	<b>1054</b>	<b>22.6</b>	<b>1098</b>	<b>23.6</b>	<b>2152</b>	<b>46.2</b>
<b>Barrilete</b>							
20-110-11	2539	8	0.3	186	7.3	194	7.6
20-110-12	590	305	51.7	22	3.7	327	55.4
20-110-13	813	339	41.7	114	14.0	453	55.7
20-110-17	94	1	1.1	27	28.7	28	29.3
<b>Totales</b>	<b>3856</b>	<b>653</b>	<b>16.9</b>	<b>349</b>	<b>9.0</b>	<b>1002</b>	<b>26.0</b>

\* CIAT Area estadística

ción en lata. Varios experimentos se han efectuado para estimar el porcentaje de los peces marcados y recapturados de los cuales se nos informa eventualmente. Esta cifra puede haber sido alguna vez tan baja como un 50 por ciento, pero ahora puede acercarse a un 98 por ciento.

#### *Estimaciones de las tasas de mortalidad*

Hemos continuado durante el año, en la tarea de computar las tasas de pesca y de la mortalidad total de los atunes aleta amarilla y barrilete, mediante la técnica modificada de "Gulland", que se ha descrito en nuestro último Informe Anual. Una nueva computación de los dos experimentos de marcación en 1957 en los Bancos Locales, ha sido efectuada por ejemplo, para el atún aleta amarilla, empleando nuevas estimaciones de la intensidad de la pesca, de la mortalidad por marcación, y de los peces marcados recapturados cuya información queda ignorada. Estos dos experimentos han sido combinados y se les han hecho los siguientes ajustes: (1) Se ha extendido el período de tiempo del experimento a 16.1 meses. (2) Se ha cambiado el factor de corrección correspondiente a los peces marcados recapturados sobre los que no queda información de 0.90 a 0.50, o a una tasa variable durante el curso del experimento, que oscila entre 0.51 y 0.67. (3) Las estimaciones de la mortalidad inicial por marcación han alterado el número efectivo de los peces marcados en el experimento de 328 a 154. (4) Se han usado dos diferentes áreas de retorno y esfuerzo: (a) Areas 20-110 y 25-110; (b) Areas 20-110, 25-110, 20-105 y 25-105. Sobre la base de estos factores de corrección y de las variables se han hecho cuatro estimaciones separadas de la mortalidad de pesca ( $F$ ) y de la mortalidad total ( $F + M + Q$ ) durante el período 1957-1958. La primera estimación utilizó los retornos y el esfuerzo en los Bancos Locales solamente, y se asumió una tasa uniforme de recobro ( $c$ ) de los peces marcados recapturados de 0.50. Bajo estas condiciones,  $F = 1.35$  y  $F + M + Q = 2.04$ . Para la segunda, se empleó el mismo valor de  $c$ , pero utilizando los retornos y el esfuerzo tanto de los Bancos Locales como del Golfo de California; entonces  $F = 1.76$  y  $F + M + Q = 2.24$ . En la tercera se usaron el esfuerzo y los retornos de los Bancos Locales solamente, pero con el valor de  $c$  cambiando de 0.51 al iniciarse el experimento, a un valor terminal de 0.67; entonces  $F = 1.40$  y  $F + M + Q = 2.36$ . En la cuarta estimación se empleó el mismo procedimiento que para la tercera, pero se usaron los datos de esfuerzo y de retorno de los Bancos Locales y del Golfo de California; entonces  $F = 2.41$  y  $F + M + Q = 2.83$ . Estos parecen ser valores mucho más razonables para esta región de la pesquería intensivamente explotada, que los derivados de nuestras computaciones anteriores (Informe Anual correspondiente a 1961), esto es  $F = 0.44 - 0.53$ ,  $F + M + Q = 1.39 - 1.50$ .

#### *Migración entre áreas*

Se ha comprobado suficientemente, sobre la base de los experimentos de marcación, que los hábitos migratorios, tanto del atún aleta amarilla como del barrilete, dentro del Pacífico Oriental son extremadamente complejos. Durante 1962 se registraron muchos movimientos migratorios entre



TABLA 10.

MIGRACIONES ENTRE AREAS

Fecha de marcación	Area de marcación	Tamaño (mm)	Fecha de recobro	Area de recobro	Tamaño	Días libres	Millas recorridas
<b>ATUN ALETA AMARILLA</b>							
9-15-61	Baja Calif. (25-115-11)	—	4- 3-62	Clarion (15-110-20)	—	201	532
3-26-62	Roca Partida (15-110-23)	—	3-30-62	Banco Gorda (20-105-20)	—	5	275
3-26-62	Roca Partida (15-110-23)	—	3-30-62	Banco Gorda (20-105-20)	—	5	275
4-17-60	Roca Partida (15-110-23)	600	4-25-62	Costa de Méx. (15-100-15)	1283	739	411
4-30-61	Golfo de Panamá (05-075-08)	600	2- 5-62	Límite Perú-Chile (S.25-070-21)	687	282	1935
4-24-61	Golfo de Panamá (05-075-09)	550	1-29-62	Is. Clipperton (10-105-05)	—	281	1827
4-25-61	Golfo de Panamá (05-075-10)	500	3-15-62	Is. Clipperton (10-105-05)	895	325	1820
4-25-61	Golfo de Panamá (05-075-10)	500	6-14-62	Is. Tres Marias (20-105-07)	950	416	1956
5-22-62	Golfo de Panamá (05-075-14)	550	8- 5-62	Costa de Méx. (15-095-01)	—	75	1380
4-22-59	Golfo de Panamá (05-075-14)	525	4-15-62	O. de Galápagos (00-095-08)	1279	1090	1190
8-26-61	Is. Galápagos (00-090-02)	600	4- 7-62	Banco del Perú (S.05-080-07)	—	225	643
10-10-61	Banco del Perú (S.05-080-07)	600	3-10-62	Límite Perú-Chile (S.20-070-06)	640	152	1173
11- 4-61	Banco del Perú (S.05-080-07)	500	3- 9-62	Límite Perú-Chile (S.20-070-06)	621	126	1173
11- 4-61	Banco del Perú (S.05-080-07)	500	3- 7-62	Límite Perú-Chile (S.20-070-06)	600	124	1156
11- 3-61	Banco del Perú (S.05-080-07)	600	2-15-62	Límite Perú-Chile (S.20-070-12)	724	105	1100
11- 3-61	Banco del Perú (S.05-080-07)	600	3- 5-62	Límite Perú-Chile (S.20-070-07)	567	123	1135
<b>BARRILETE</b>							
9-13-61	Baja Calif. (25-110-15)	—	1-11-62	Costa de Méx. (15-100-02)	—	121	1046
9- 5-60	Baja Calif. (25-115-11)	—	6-12-62	Hawai (20-155-09)	744	646	2465
6- 2-62	Baja Calif. (20-110-11)	500	11- 4-62	Banco de Shimada (15-115-08)	—	156	515
6- 3-62	Baja Calif. (20-110-11)	400	11- 4-62	Banco de Shimada (15-115-08)	—	155	515
6- 4-62	Baja Calif. (20-110-11)	450	11- 4-62	Banco de Shimada (15-115-08)	—	154	490
4-17-60	Roca Partida (15-110-23)	—	8-22-62	Hawai (20-155-10)	780	958	2583

las áreas. Algunos de éstos aparecen en la Tabla 10. Se han incluido en este sumario tres recobros de extraordinario interés.

Dos barriletes grandes marcados fueron recapturados durante el verano de 1962 por la pesquería hawaiana de esa especie. Uno había sido marcado en el mes de septiembre de 1960, 20 millas WSW de la Bahía de Tortuga, Baja California; el otro, a mediados de abril de 1960, frente a Roca Partida, Islas Revillagigedo. Las distancias mínimas recorridas por estos peces respectivamente, fueron de 2583 y 2465 millas náuticas. De acuerdo a los biólogos del Bureau of Commercial Fisheries en Honolulu, estos dos recobros eran de peces de "estación", un grupo de barriletes grandes que aparecen en aguas hawaianas solo durante los meses del verano. Ellos han agregado la evidencia de esos dos recobros a sus datos sobre los tipos de sangre, para sostener la teoría de dos subpoblaciones independientes de barriletes en la pesquería del Hawai. Estos recobros son un fuerte soporte a la hipótesis que se ha mencionado frecuentemente, de que el barrilete del Pacífico Oriental puede realizar grandes migraciones cubriendo una gran distancia desde las aguas costeras hacia alta mar o viceversa.

Este año se obtuvo la primera evidencia directa de que una parte de los atunes aleta amarilla, que normalmente es capturada por la pesquería de superficie en el Pacífico Oriental, puede llegar a ser disponible a la pesquería con palangre, cuando alcanzan tamaños más grandes. Un pez marcado en el Golfo de Panamá en abril de 1959, lo recapturó un barco japonés de palangre, justamente tres años más tarde a  $1^{\circ}40'N - 97^{\circ}42'W$ , un poco hacia el oeste de las Islas Galápagos. Pesó entonces 94.6 libras. Es importante notar que, aun cuando este pez había recorrido cerca de 1200 millas hacia el sudoeste, la región de la recaptura se encuentra bien dentro de los límites del área reglamentada de la pesquería del atún aleta amarilla del Pacífico Oriental.

#### *Composición de tamaños de la captura comercial y estudios afines*

El conocimiento de la composición de tamaños y peso medio de los atunes en la pesca comercial, es obtenido mediante la recolección sistemática de muestras de las frecuencias de longitud, que se hacen en los desembarques comerciales del atún aleta amarilla y del barrilete. Rutinariamente se recogen muestras representativas durante el año en San Diego y San Pedro, California; en Puntarenas, Costa Rica y en los puertos del Perú. Este programa, que ha estado en vigor desde 1954, proporciona estimaciones mensuales y trimestrales de la composición de tamaños de la captura, además de los pesos medios por trimestres y por subáreas geográficas. Esto, a su vez, proporciona los datos para la investigación de las estadísticas vitales (edad, tasa del crecimiento, tasas de mortalidad y variaciones en la fuerza de las clases anuales) de los atunes y facilita el estudio de la estructura de las poblaciones al comparar las características de la composición de tamaños entre las áreas.

Los análisis relacionados con la estimación de las estadísticas vitales

del atún aleta amarilla se han llevado hasta el día como es posible, para observar los efectos de la pesca en la composición de tamaños, en el peso medio y en la abundancia de los stocks de esa especie. Se está dando más énfasis a estudios similares sobre el barrilete.

#### *Atún aleta amarilla*

Se está utilizando generalmente un programa de cómputo que se denomina "Análisis de Covariancia", escrito por miembros del personal de UCLA Biomedical Data Processing Group. Este programa permite hacer análisis estadísticos rápidos del crecimiento de las clases anuales individuales y dentro de la misma área, y de la misma clase anual en áreas diferentes. Diversos análisis de esa clase han sido efectuados con buen éxito. Dicho programa también se utilizará en el cómputo de las tasas de mortalidad de las clases anuales, y permitirá asimismo llevar más al corriente las estimaciones de esa naturaleza.

Los datos de la composición de tamaños recogidos de los barcos rederos, se han comparado con los obtenidos en los barcos de carnada para determinar si ambos tipos de datos podrían ser combinados, a fin de obtener estimaciones mejores de la tasa de crecimiento del atún aleta amarilla. El análisis de covariancia indica que al usar los datos de los barcos de los dos sistemas de equipo, las tasas de crecimiento de las clases anuales idénticas, son similares y coinciden las líneas de regresión. En consecuencia, las muestras de la composición de tamaños obtenidas de ambos sistemas de equipo de pesca, han sido usadas para completarse entre sí, y proporcionar mejores estimaciones de la tasa de crecimiento del atún aleta amarilla.

Ya se terminó el cómputo de las tasas de crecimiento del atún aleta amarilla en las cinco áreas del norte. Cada una de las curvas de la clase primaria anual fue segmentada en años calendarios, y las longitudes modales mensuales de cada clase anual dentro de cada año, ajustadas por regresiones lineales. Se asumió que la gradiente y la longitud calculada para medio año, representan la tasa de crecimiento y la longitud promedio, respectivamente. El año calendario de reclutamiento se nombró estancia  $N$ , el segundo año calendario (que es el primer año calendario completo en la pesquería), estancia  $N+1$ , etc., siguiendo el procedimiento de Henne-muth.

Se hicieron dos análisis de covariancia de clasificación singular para estudiar la variación en la tasa del crecimiento y en la longitud media ajustada, entre las clases anuales y las áreas; 1) comparando las diferentes clases anuales dentro de la misma área, y 2) comparando la misma clase anual en diferentes áreas. El análisis de covariancia de las tasas de crecimiento de las diferentes clases anuales dentro de la misma área, indicó diferencias significativas en la tasa del crecimiento solo en el Area 02 (estancias  $N+1$  y  $N+2$ ) y en el Area 03 (estancia  $N+1$ ). Sin embargo, se hicieron evidentes diferencias significativas en la longitud media ajustada, en todas las áreas durante todas las estancias de crecimiento, con la excepción del Area 08.

El análisis de covarianza de las tasas de crecimiento de la misma clase anual en las diferentes áreas, indicó diferencias significativas en las clases anuales de 1953, 1956 y 1957, estancia  $N+1$ . Las diferencias significativas en la clase anual de 1956, resultó de la tasa más lenta de crecimiento del atún en el Area 04. La tasa aparentemente lenta de crecimiento puede haber resultado de que solo se dispuso de las observaciones de los primeros seis meses del año, a causa de la naturaleza estacional de la pesca en esta área. Las diferencias en la longitud calculada para el medio año eran evidentes en las clases anuales de 1956 y 1957, estancias  $N$  y  $N+1$ , y en las clases anuales de 1953 y 1955, estancia  $N+1$ . Estas diferencias significativas ( $P \leq .05$ ) se han indicado por un asterisco en la siguiente tabulación:

**Estimación de la tasa de crecimiento y de la longitud de medio año del atún aleta amarilla, que se han calculado por las regresiones lineales de la longitud modal contra los meses de captura dentro de los años calendarios, para las áreas del norte**

Años de la primera entrada	Tasa del crecimiento en cm. por mes				Longitud calculada en cm. para el medio año			
	$N$	$N+1$	$N+2$	$N+3$	$N$	$N+1$	$N+2$	$N+3$
1951	2.5	2.4			52.0	81.8		
1952	1.3	2.2	4.0		54.3	79.8	122.0	
1953	0.7	3.1*	3.7		53.3	76.2	120.9	
1954	1.7	3.3	2.4	1.1	54.7	79.6	119.2	140.8
1955	1.6	3.8	1.4	—	53.8	88.5*	125.4	—
1956	1.3	3.8*	2.3	—	55.9*	83.9	125.5	—
1957	2.0	2.8*	2.6	—	50.6*	73.5	118.8	—
1958	2.3	3.2	1.6		57.3	85.6	120.8	
1959	2.3	2.9			57.4	76.7		
1960	1.7				54.8			

Total de todas las áreas y clases anuales combinadas

Total de todas las áreas y clases anuales combinadas	1.6	3.3	2.3	1.1	54.8	81.5	121.6	140.8
--	-----	-----	-----	-----	------	------	-------	-------

— menos de 3 observaciones

\* diferencias significativas entre áreas

Combinando las estimaciones de todas las estancias de crecimiento, resultan diferencias significativas en la tasa de crecimiento y la longitud media ajustada, cuando se comparan las diferentes clases anuales en la misma área, o cuando se compara la misma clase anual en diferentes áreas. Una prueba  $F$  del cuadrado medio combinado de los coeficientes de regresión (al comparar diferentes clases anuales en la misma área), con el cuadrado medio combinado para obtener los coeficientes de regresión (al comparar la misma clase anual en diferentes áreas), no señaló diferencias significativas en la tasa del crecimiento. Una prueba similar de  $F$  del cuadrado medio combinado de las medias ajustadas, indicó diferencias significativas en la longitud media ajustada. En resumen la variación en la tasa de crecimiento entre diferentes clases anuales en la misma área, y entre la misma clase anual en áreas diferentes es similar; pero la variación en la longitud media ajustada es significativamente mayor entre las diferentes clases anuales en la misma área, que entre la misma clase anual en diferentes áreas. Otro examen de estos datos por estancias de crecimiento individual, indicó que solo hubo significativas diferencias en la longitud media ajustada durante la estancia  $N+1$ , que tenía el número mayor de

datos para comparar. Para cada estancia de crecimiento, se obtuvo la estimación de la tasa promedio de crecimiento, al combinar todos los datos y al ajustar una sola línea de regresión a todos los puntos dentro de la estancia de crecimiento. Estos valores aparecen en la última línea de la tabulación antes presentada y son 1.6, 3.3, 2.3 y 1.1 cm. por mes, para las estancias  $N$ ,  $N+1$ ,  $N+2$ ,  $N+3$ , respectivamente. La tasa de crecimiento estimada para la estancia  $N$  es evidentemente demasiado baja, ya que es sesgado por la selectividad de la pesca. La tasa de crecimiento de 1.1 cm., por mes, para la estancia  $N+3$ , es en cierta forma desconfiable porque está basada solamente en los datos de una sola clase anual y de una sola área.

La ecuación de Von Bertalanffy, que se usa para describir el tamaño y la edad, se computó empleando todos los datos disponibles sobre el atún aleta amarilla de las áreas del norte. La ecuación para el atún aleta amarilla en dichas áreas es

$$L = 167 [1 - e^{-0.05(t-10)}]$$

Los tres parámetros  $K(.05)$ ,  $L_{\infty}$  (167 cm.) y  $t_0$  (10 meses) son esencialmente idénticos a los determinados por Hennemuth quién, para el Area 02, calculó los valores de .05, 169 y 10 respectivamente. Su estimación se basó en los datos de los barcos de carnada correspondientes a las clases anuales X54-X56, mientras que la nueva estimación está basada en los datos combinados de los barcos de carnada y los rederos, correspondientes a las clases anuales X51-X61.

*Investigación de nuevos métodos para estimar los parámetros de crecimiento*

En el estudio que se acaba de exponer, así como en los estudios anteriores sobre las tasas de crecimiento del atún aleta amarilla, la aplicación de la ecuación de Von Bertalanffy ha dependido de la identificación de las clases anuales y de la graficación de sus valores modales de longitud contra el tiempo. Esta técnica no puede aplicarse fácilmente al barrilete porque, aunque es posible seguir los grupos de tamaños por varios meses en los gráficos de las frecuencias de longitud correspondientes a diferentes áreas de pesca, pueden no corresponder a clases anuales identificables. No obstante es posible estimar el parámetro  $K$  y  $L_{\infty}$  de la ecuación de Von Bertalanffy de las progresiones modales, aun en el caso en que no representen clases anuales, hasta donde se pueda suponer que sí representan el crecimiento de grupos identificables de peces.

La ecuación de Von Bertalanffy

$$L = L_{\infty} [1 - e^{-K(t-t_0)}]$$

al hacer la diferenciación resulta

$$\frac{dL}{dt} = K (L_{\infty} - L).$$

Así la *tasa* de crecimiento en longitud es una función lineal de la longitud.

Si un grupo modal de peces puede ser seguido a través de meses sucesivos,  $dL/dt$  puede ser aproximado por  $\Delta L/\Delta t$ , el incremento de la longitud entre los meses. Los valores de tales incrementos en los grupos de peces de diferentes tamaños deberían dar una relación lineal, en promedio, entre el incremento de longitud y la longitud media de los peces entre los meses.

Con el fin de examinar este método, se le aplicó a los datos disponibles del atún aleta amarilla, obtenidos de los barcos de carnada que pescaron en todas las áreas del norte. Solamente se emplearon las longitudes modales mayores de 800 mm., porque, como se dijo anteriormente, la selectividad del equipo de pesca afecta las posiciones modales de los peces más pequeños.

En una primera aplicación del método de incremento, éste se aplicó a los incrementos mensuales de los valores modales de las clases anuales ya identificadas en el estudio previo. Se ajustó una línea recta a los numerosos valores de  $\Delta L/\Delta t$  y de  $L$  obtenidos de esos datos, usando el método de ajuste de Wald para obtener los valores analíticos de los parámetros. Esta aplicación, llamada le "técnica del incremento original" en la Tabla 11, dió como resultado esencialmente los mismos valores del parámetro  $K$  y  $L_{\infty}$  que habían sido obtenidos al ajustar la curva de Von Bertalanffy a los valores modales de las clases anuales graficados contra el tiempo, lo que se llama "técnica de la clase anual" en la tabla.

**TABLE 11. Estimaciones sin datos, de los parámetros de crecimiento para el atún aleta amarilla de las áreas del norte.**

Técnica	Años de los datos	K	$L_{\infty}$ (cms.)
Incremento original	1951 - 1961	0.052	173.3
Incremento revisado	1951 - 1961	0.026	229.6
Clase anual	1951 - 1960	0.047	167.0

Una segunda aplicación del método de incremento a los mismos datos del atún aleta amarilla se proyectó con el propósito de simular más cercanamente la aplicación de este método a los datos del barrilete donde las clases anuales no son identificables. Aquí solamente se usaron aquellos modos en donde las progresiones modales podían ser identificadas claramente sin referencia a la identidad de la clase anual, y siguiendo una serie de "reglas" para escoger los modos que debían emplearse.

Se ajustó una línea recta a los valores de  $\Delta L/\Delta t$  contra  $L$  para estos datos seleccionados, como se hizo antes. Los parámetros que resultaron, anotados en la Tabla 11, correspondientes a la "técnica del incremento revisada", fueron algo diferentes a los obtenidos por medio de las otras técnicas. A pesar de que las curvas de crecimiento que resultaron, no son muy diferentes, la "técnica del incremento revisada" aparentemente subestima un poco la curvatura de la curva de crecimiento. Esto puede ser porque los grandes incrementos del crecimiento se contra seleccionan de acuerdo con las "reglas" empleadas para escoger las progresiones modales que deben usarse.

Aun cuando la metodología requiere un examen mayor, esta nueva técnica debe dar por lo menos una primera aproximación de utilidad a los parámetros de crecimiento correspondientes al barrilete, al que esperamos aplicársela durante el próximo año.

#### *Genética del atún*

La investigación sobre tipos de sangre para identificar las unidades de población de atunes tropicales aislados en cuanto a su reproducción, según se ha tratado en Informes Anuales anteriores, se continuó durante 1962. Hemos seguido limitando nuestra investigación al uso de fitohemaglutinantes como aplicados a las técnicas inmunogenéticas usuales para determinar los tipos sanguíneos.

Durante 1962 clasificamos la sangre de 463 atunes aleta amarilla y de 272 barriletes procedentes de aguas frente al Ecuador y Baja California. Además, se recogieron muestras de sangre de 31 barriletes y de 68 atunes aleta amarilla frente a la América Central.

Ha sido efectuado un análisis de todos los datos de que disponemos hasta ahora sobre la clasificación de los tipos de sangre del atún aleta amarilla, empleando tres reactivos que parecen contener lectinas, las cuales son específicas a los eritrocitos antígenos en un solo sistema de un grupo sanguíneo. Las frecuencias de las aglutinaciones de los eritrocitos de 223 peces capturados frente a Baja California, de 235 procedentes de Sudamérica, 100 del Hawai y 68 de la América Central, fueron comparadas por medio del análisis del Ji-cuadrado. Los resultados preliminares prestan apoyo a los resultados de las marcaciones y a los estudios morfométricos anteriores, que sugieren que el atún aleta amarilla del Hawai y el del Pacífico Oriental constituyen dos stocks separados. Además, hay alguna ligera indicación de que los stocks del Pacífico Oriental pueden estar divididos en dos componentes. Sin embargo, antes de poder confirmar estos resultados preliminares, será necesario conseguir más muestras, especialmente de la América Central y del Hawai. Más aún, es igualmente necesario analizar y confirmar la especificidad de las lectinas usadas en estos estudios. Se anticipa que esos muestreos y análisis serán terminados durante el próximo año.

Un examen preliminar de los datos sobre los tipos de sangre del barrilete, según lo revelado por los reactivos, no indica la presencia de unidades de población individuales dentro del Océano Pacífico Oriental. Esto, desde luego no excluye la posibilidad de la existencia de esas unidades, pero demuestra en los estudios hasta este punto, que no se han apreciado diferencias con el uso de los reactivos.

Gracias a los arreglos con el Dr. Hiroshi Nakamura, Director del Nankai Fisheries Research Laboratory, el Sr. W. L. Klawe, de nuestro personal científico, participará en un crucero de exploración a bordo del barco de investigación *Shoyomaru*, de la Agencia de Pesquería Japonesa, a principios de 1963. Esta parte del crucero exploratorio de pesca será efectuado frente al Perú y Chile. El objetivo principal del Sr. Klawe será

clasificar los tipos de sangre de los atunes capturados en esa área del Océano Pacífico, pero también recogerá para nosotros alguna información adicional, concerniente a los peces capturados y observados durante la expedición. El Sr. Klawe desembarcará en Papeete. Se espera que mientras esté allí, le será posible clasificar tipos de sangre de los atunes pescados por los pescadores locales de Tahiti.

Se ha terminado la preparación de la lista como fuente de información sobre las semillas leguminosas mencionadas en el Informe Anual del último año. Esta lista, que se debe a W. L. Klawe y a Suzanne Hester, bajo el título de "Source List of Seeds of Leguminosae Prepared for Immunogeneticists Working with Phytohemagglutinins" ha sido ya distribuida entre los especialistas y las bibliotecas.

## **5. Otros aspectos de la biología y hábitos del atún**

### *Fisiología del atún*

El análisis de los datos sobre recobro de marcas ha demostrado que la mortalidad inicial por marcación del atún aleta amarilla y del barrilete, está directamente relacionada con la temperatura del agua en el momento en que se efectúa la operación. Los experimentos precursores de 1961 indicaron que la mortalidad por marcación está asociada a la hiperactividad de los peces y a una acumulación resultante de ácido láctico en la sangre. Durante el año pasado se realizó otra serie de experimentos fisiológicos para ampliar y confirmar las observaciones de 1961 sobre la acumulación del lactato en el atún aleta amarilla y el barrilete inmediata a la captura por el método de carnada viva y a la marcación; se realizaron estos experimentos con el propósito de determinar el efecto de la temperatura en esta acumulación de lactato, y para observar el efecto de la captura y la marcación en las reservas de energía del carbohidrato (glicógeno muscular) de las dos especies.

Los experimentos se efectuaron a bordo de un clíper comercial atunero, contratado por la Comisión en aguas frente a Baja California, entre Punta Tosco y el Cabo San Lucas. Las temperaturas del mar durante los experimentos se mantuvieron principalmente entre los 22° y 23°C. Las muestras de sangre para el análisis del lactato y las muestras de los músculos para el análisis del glicógeno, se tomaron de los atunes aleta amarilla y barriletes inmediatamente después de su captura, después de la captura y la marcación, y después de un período de cuatro minutos a 12 horas en que se mantuvieron los peces (tanto los marcados como los no marcados) en un vivero a bordo de la embarcación. Los análisis químicos del lactato y el glicógeno fueron hechos en el Departamento de Fisiología de la Universidad de Columbia Británica, con la cooperación del Dr. Edgar C. Black y de la Sra. A. R. Connor.

Para indicar las tendencias de los cambios en los dos constituyentes metabólicos, durante la recuperación, se agruparon los datos sobre lactato y glicógeno por intervalos de tiempo apropiados y se escogieron los promedios. Cuando no se encontraron diferencias significativas entre los



niveles promedio del glicógeno o lactato para los peces marcados o no marcados, se combinaron los datos y se hizo un promedio total; de lo contrario, era empleado el promedio correspondiente a cada grupo. Estos niveles promedio del lactato y el glicógeno y los períodos promedio de recuperación durante los cuales ocurrieron tanto en el atún aleta amarilla como en el barrilete, aparecen en la Figura 5; también se incluyen en dicha figura los niveles promedio del lactato y el glicógeno en el momento de la primera captura.

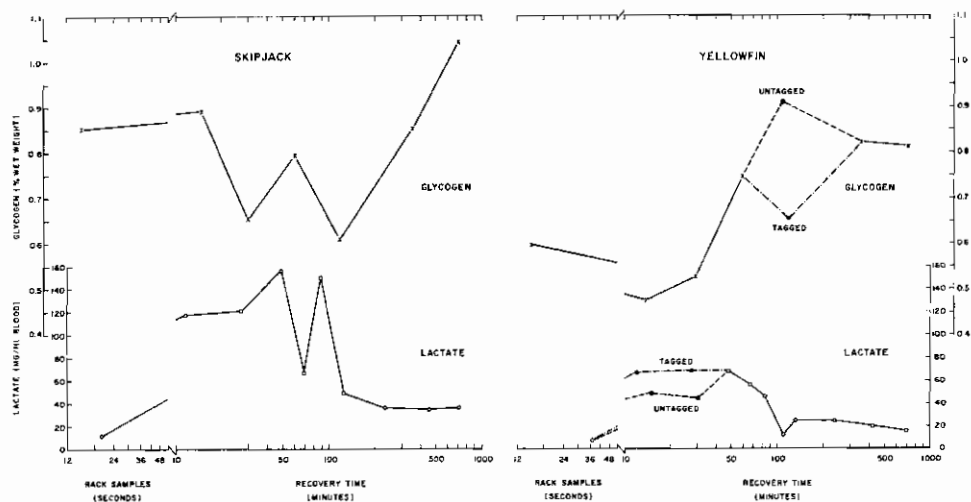


FIGURA 5. Cambios en el lactato sanguíneo y en el glicógeno muscular, en atunes aleta amarilla y barriletes, posteriores a su captura.

Como ocurrió en los experimentos de 1961, las alteraciones en las concentraciones de lactato en la sangre, después de la captura, y después de la captura y la marcación, siguieron generalmente la misma pauta básica en las dos especies, un aumento inicial en el nivel del lactato, hasta un máximo dentro de una hora de recobro, y una declinación subsecuente dentro de dos o tres horas, hasta niveles algo más altos que los registrados en la primera captura. De nuevo, como en los experimentos anteriores, fueron más altos los niveles promedio del lactato inicial, máximo y “en reposo” (un período de unas dos a 12 horas de recuperación), y los niveles máximos persistieron por un tiempo más largo en el barrilete que en el atún aleta amarilla.

Sin embargo, en los experimentos de 1962, a la temperatura de 22°-23°C, fueron más bajos los niveles promedios máximos de lactato en ambas especies (68 mg.% vs. 102 mg.% en el atún aleta amarilla; 157 mg.% vs. 221 mg.% en el barrilete) y más altos los niveles promedios “en reposo” (22 mg.% vs. 16 mg.% en el atún aleta amarilla; 39 mg.% vs. 26 mg.% en el barrilete) que los observados en los experimentos de 1961 a una temperatura de 26° - 29°C. Además, en 1962 no hubo concentraciones excepcionalmente altas de lactato en la sangre, ni una mortalidad desfavorable en el vivero durante la recuperación, ni dificultades en el mantenimiento de los barriletes vivos durante 12 horas, como tampoco evidencia de

daños físicos en los peces, causados por la cuna de la marcación, todo en agudo contraste con los resultados de los estudios en 1961.

La pauta en los cambios operados en el glicógeno de los músculos del atún aleta amarilla y el barrilete siguiendo a su captura, y marcación, fueron solo generalmente similares en cuanto a una disminución en las reservas de glicógeno, seguida de una reconstrucción a niveles más altos que los registrados en la primera captura. Sin embargo, las reservas del atún aleta amarilla disminuyeron desde el momento de la primera captura, alcanzando su nivel promedio más bajo dentro de unos 15 minutos de recobro y recuperando su nivel promedio inicial en poco más de media hora. El almacenamiento de glicógeno en los músculos del barrilete, por otra parte, se mantuvo más o menos constante durante los primeros 15 minutos de recuperación, pasó por una restauración transitoria en una hora y alcanzó su nivel promedio más bajo a las dos horas. Los niveles promedio iniciales del glicógeno en el barrilete no se restauraron sino hasta después de unas seis horas de recobro. En ambas especies, los cambios en el contenido del glicógeno de los músculos estuvieron en relación inversa con los cambios en los niveles del lactato en la sangre.

Estos nuevos datos sobre glicógeno y lactato corroborean las deducciones concernientes a las reacciones fisiológicas del atún a la hiperactividad, deducciones que fueron anteriormente derivadas unicamente de los datos sobre el lactato. Las diferencias entre las reacciones, tanto del glicógeno como del lactato, en las dos especies, en los experimentos de 1962, confirman más aún la mayor susceptibilidad fisiológica del barrilete a la operación de marcación. La disimilitud entre las pautas de 1961 y 1962 en la acumulación del lactato hace pensar que, aunque la misma cantidad de lactato producido por la actividad, se encuentra en los músculos a los dos niveles de temperatura, la tasa más baja de difusión a la temperatura menor, prolonga el paso del lactato del músculo a la sangre; previene la aparición de las concentraciones extremas de lactato en la sangre, y generalmente mitiga los severos efectos de la acumulación del lactato en los peces. La tasa más alta en el recobro de marcas de los atunes marcados en aguas más frías, es probablemente un reflejo de estos efectos mejorados.

Estos experimentos y sus resultados han sido informados en detalle en un *Boletín* que se encuentra en preparación.

La información sobre la concentración de la hemoglobina en la sangre de los atunes y escómbridos en general es insuficiente. Más aún, las determinaciones, divulgadas en la literatura, han sido efectuadas, como se ha demostrado recientemente, mediante técnicas que no son apropiadas para la sangre de los peces. Se han hecho determinaciones dependientes a otros estudios de la Comisión sobre la biología del atún, mediante el empleo de tres técnicas en la hemoglobina de la sangre de seis especies de escómbridos, incluyendo cuatro especies de atún. El método con la piridina hemocromógena se ha considerado que es el más conveniente para dichas determinaciones. Para las seis especies se obtuvieron los siguientes valores:

	No. de peces	Variación de la hemoglobina Concentración g/100 ml.
Macarela del Pacífico	10	8.0 - 14.8
Bonito del Pacífico	14	8.3 - 14.8
Atún aleta amarilla	11	15.8 - 18.9
Atún barrilete	9	14.1 - 20.7
Atún barrilete negro	5	16.9 - 19.9
Atún macarela fragata	6	17.8 - 21.2

Es de notarse que las concentraciones son más altas en las cuatro especies de atún que en los otros escómbridos. Esto puede estar algo relacionado con el sistema vascular cutáneo altamente desarrollado que se hace presente en los atunes, pero que no se observa en la macarela ni en el bonito del Pacífico. Un informe sobre nuestros hallazgos al respecto, preparado por W. L. Klawe e I. Barrett, de nuestro personal, y por B. M. H. Klawe, del Laboratorio Clínico De Anza, ha sido sometido para su publicación a un órgano de prensa exterior.

#### *Estado larval y juvenil*

Un informe que lleva por título "Observaciones sobre el desove de cuatro especies de atún (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* y *Euthynnus lineatus*) en el Océano Pacífico Oriental, basado en la distribución de sus larvas", se encuentra en prensa en nuestra serie de *Boletines*.

Desde que se terminó de escribir ese manuscrito, han sido examinadas otras recolecciones de plancton del Océano Pacífico Oriental, para determinar la presencia de diversas larvas de atún. Las larvas se identificaron por especies. Este material tuvo su origen en dos recolecciones, (1) la Expedición STEP-I (septiembre-diciembre, 1960) en aguas frente al Ecuador, Perú y Chile; y (2) el Crucero TO-61-1 (marzo-abril, 1961) del grupo que estudia la oceanografía del atún, de la Institución Scripps de Oceanografía, en aguas del Golfo de Tehuantepec y frente al sur de Baja California. El material del STEP-I estaba desprovisto de larvas de atún, con excepción del *Auxis* sp. larval, capturado frente al Ecuador. Esto era de esperarse porque la mayoría de las estaciones ocupadas durante aquella expedición estaban situadas frente al Perú y Chile, y de acuerdo con nuestros estudios previos, es evidente que el atún normalmente no desova en aquellas aguas. El examen de las larvas de atún obtenidas durante el Crucero TO-61-1, reveló que un gran número del *Auxis* sp. larval y de larvas de *Euthynnus lineatus* se encontraban en algunas de las recolecciones. Unas pocas larvas de *Thunnus albacares* fueron capturadas en cinco de las estaciones. Esto, junto con los hallazgos previos, sugiere que el máximo del desove de *T. albacares* frente al sur de México ocurre en mayo y junio.

Ha comenzado ya la clasificación de las larvas de atún encontradas en el plancton recogido durante el Crucero TO-62-1 (agosto-septiembre, 1962) del "Tuna Oceanography Group", en aguas frente al sur de México.

De los estudios anteriores sobre las formas jóvenes del atún, se ha sabido que la serpiente marina de vientre amarillo, *Pelamys platurus*, entre otros vertebrados, hace presa del *Thunnus albacares* juvenil. Para deter-

minar la extensión de esa rapiña, se hizo una gran recolección de serpientes marinas, en marzo y abril, frente a Sudamérica y la América Central. La mayoría de las serpientes se atraparon con luz artificial de noche, entre la media noche y el amanecer. Del examen efectuado en nuestro laboratorio de los tractos digestivos de estos animales, es evidente que se alimentan durante el día, y que para llegar a cualquier conclusión sobre la extensión de la presa que hacen en los atunes jóvenes, se necesitaría hacer recolecciones durante el día, o temprano al anochecer, antes de que su digestión haya progresado en demasía.

#### *Estudios de escómbridos jóvenes de otras áreas*

Durante varios años, se ha dedicado una pequeña parte del tiempo al examen de recolecciones de escómbridos jóvenes de otras partes de los océanos del mundo. Este material nos lo envían otras instituciones que están interesadas en la historia natural del atún y otros escómbridos, pero que carecen de especialistas entrenados en la identificación de los estados jóvenes de varios escómbridos.

En el curso de nuestro estudio en atunes jóvenes, hemos encontrado otros escómbridos jóvenes. Como hay una ausencia general de información sobre la temprana historia natural de muchos de ellos, se han preparado, en el pasado, diversos informes sobre otros escómbridos que no fueran atunes. Este año apareció en la revista mexicana *Ciencia*, nuestro informe sobre el bonito juvenil *Sarda chiliensis*, de las aguas frente a Baja California.

#### *Composición de tamaños dentro de los cardúmenes del atún aleta amarilla*

Una investigación anterior sobre la composición de tamaños del atún aleta amarilla dentro de cardúmenes individuales, ha sido reactivada durante 1962. La mayoría de los datos consistieron en los proporcionados por las muestras de las frecuencias de longitud recogidas a bordo de barcos rederos durante sus operaciones normales de pesca.

Se calcularon para cada muestra, la media, la variancia, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Aparentemente hay una variación considerable entre las muestras, aun ocasionalmente entre aquéllas recogidas en la misma área de un grado dentro del período de unos pocos días. Las muestras se agruparon por áreas de cinco grados, y se examinaron por el análisis de la variancia. El componente de la variancia entre cardúmenes es considerablemente mayor que el componente dentro de los cardúmenes, porque el atún tiende a agruparse por tamaños.

Se hicieron análisis de variancia de las muestras de las frecuencias de longitud de cardúmenes de puro atún aleta amarilla, y de las muestras de cardúmenes mezclados de aleta amarilla y barrilete. Los componentes dentro de los cardúmenes y entre cardúmenes de la variancia fueron considerablemente más pequeños en los cardúmenes de especies mezcladas que en los de puro atún aleta amarilla. Estos resultados concuerdan realmente con los de estudios anteriores efectuados por el personal de la Comisión sobre el mismo tópico.

Las muestras de las frecuencias de longitud "en el mar", de caladas individuales del atún aleta amarilla efectuadas por rederos, se compararon con las muestras medidas en las fábricas enlatadoras, tomadas por rederos de las mismas áreas y en los mismos períodos de tiempo. Esta comparación se hizo con respecto a las mediciones efectuadas en las fábricas enlatadoras, de cinco áreas muestreadas. La diferencia promedio correspondiente a la media de las áreas de los dos tipos de datos, fué solamente de 56 mm. La variancia dentro de las muestras, de las que se midieron en las fábricas enlatadoras, fué mayor que la correspondiente a las muestras "en el mar" en tres de las cinco áreas. La variancia dentro de las muestras correspondiente a la estimación combinada de todas las áreas es cerca de cuatro veces mayor que la variancia dentro de las muestras "en el mar", lo que indica que las muestras "en el mar" procedentes de cardúmenes individuales son más uniformes en su composición de tamaños, que las muestras medidas en las fábricas enlatadoras, que son a menudo tomadas de más de un cardumen.

V. Brock ha sugerido que conforme el atún adquiere mayor tamaño, el número de peces en el cardumen disminuye. Las muestras de frecuencias de longitud de cardúmenes individuales de tonelaje conocido, pueden ser usadas para investigar la relación entre el tamaño promedio y el número de peces en un cardumen. Para estimar el número de peces en un cardumen muestreado, es necesario convertir la frecuencia de longitud a frecuencia de peso, determinar el peso medio de las muestras de peces y dividir el peso total del cardumen por este valor.

Los pesos medios correspondientes a todas las muestras de caladas individuales "en el mar", y las estimaciones del número de peces en el cardumen muestreado, se computaron con un computador digital de alta velocidad para todas las muestras de puro atún aleta amarilla, por lo cual es razonable suponer que el cardumen entero fue capturado. Además se usaron muestras de frecuencias de longitud tomadas en las fábricas enlatadoras, las que pudieron ser identificadas como provenientes de una misma calada, según las anotaciones en los diarios de pesca de los barcos, para estimar el número de atunes aleta amarilla en cada uno de los cardúmenes.

La Figura 6 es un diagrama de dispersión que exhibe en 55 cardúmenes, la relación entre el logaritmo del peso medio del atún aleta amarilla en un cardumen y el logaritmo del número de individuos en el mismo. Los puntos tienden a formar una regresión lineal, siendo evidente que existe una marcada relación inversa entre las dos variables, lo que confirma la sugerencia de Brock.

#### *Fecundidad del atún*

Se terminó durante 1962 y será publicado en nuestra serie de *Boletines*, un trabajo que describe la fecundidad del atún aleta amarilla y del barrilete en el Océano Pacífico Oriental. Los hallazgos al respecto pueden resumirse brevemente como sigue:

- (1) Se estimó la fecundidad de 94 atunes aleta amarilla entre los 817

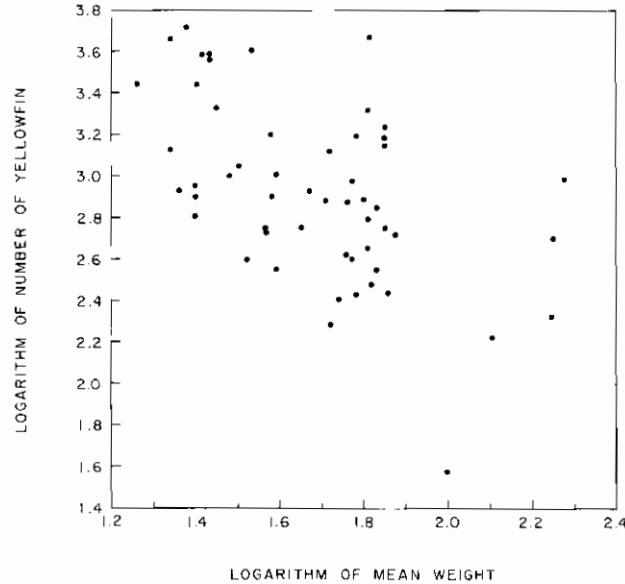


FIGURA 6. Relación entre el logaritmo del número de peces y el logaritmo del peso medio de los peces en cardúmenes individuales de atún aleta amarilla.

y 1304 mm. de longitud, y de 42 barriletes, entre los 614 y 712 mm. de longitud, del Océano Pacífico Oriental.

(2) Se encontró una relación curvilínea entre la longitud y la fecundidad en el atún aleta amarilla. Esta ha sido mejor descrita mediante la fórmula de los cuadrados mínimos:  $Y = (8.955 \times 10^{-9}) X^{2.791}$ , en la que  $Y$  representa la fecundidad en millones de huevos en el modo más avanzado, y  $X$  la longitud de los peces en milímetros.

(3) Se examinaron los datos del atún aleta amarilla de cuatro sub-áreas del Pacífico Oriental, para establecer las diferencias entre áreas, en la relación fecundidad-longitud, con un resultado negativo. Sin embargo una comparación de estos datos con los datos publicados sobre el atún aleta amarilla de aguas hawaianas, reveló una diferencia significativa en las relaciones fecundidad-longitud de las dos regiones.

(4) La regresión lineal de cuadrados mínimos que describe la relación entre la fecundidad y la longitud en el barrilete, se encontró que era:  $Y = 6.326 X - 3.503$ , en la que  $Y$  es igual a la fecundidad en millares de huevos y  $X$  la longitud en milímetros. Debido a la restricción en el alcance del tamaño de los peces, no se intentó encontrar una relación curvilínea entre la fecundidad y la longitud.

#### *Relación longitud-peso en el barrilete negro*

Durante la preparación de una sinopsis de los datos biológicos del barrilete negro, *Euthynnus lineatus*, para la Conferencia Mundial del Atún promovida por la FAO, la escasez de información disponible sobre esta especie se hizo evidente. En consecuencia, incidental a nuestro trabajo sobre las especies del atún comercialmente importantes, estamos recolectando datos sobre la biología del barrilete negro.

Hemos obtenido 88 medidas de longitud-peso en barriletes negros (de 392 a 667 mm.) de varias áreas del Pacífico del Este. La regresión de los cuadrados mínimos del peso sobre la longitud, después de transformar los datos de los 88 especímenes a sus equivalentes logarítmicos, es expresada por la fórmula siguiente:

$$\log_{10} Y = 3.09 \log_{10} X - 7.64$$

en la que  $Y$  es el peso en libras y  $X$  es la longitud en milímetros.

El exponente de la relación longitud-peso correspondiente al barrilete negro cae entre los establecidos para el atún aleta amarilla (3.02) y el barrilete (3.40), y es casi idéntico al del *Euthynnus alletteratus* (3.10).

#### **6. Investigaciones sobre la oceanografía física, química y biológica**

Los atunes, que son completamente pelágicos en todos los estados de su vida, están profundamente influenciados por las propiedades de su ambiente oceánico, que varían tanto en el espacio como en el tiempo. Siendo así, para comprender la ecología de los atunes y las especies importantes de peces de carnada, se necesita conocer la circulación del mar y la distribución de sus propiedades, los procesos que las determinan y las variaciones en el espacio y en el tiempo, así como sus efectos en la distribución, abundancia y en los hábitos del atún y de otros peces. Estos estudios son en consecuencia, una parte esencial del programa de investigaciones.

Nuestros estudios se mantienen coordinados muy de cerca con el trabajo de otras organizaciones que estudian el Pacífico del Este para otros propósitos. Durante 1962 se ha progresado en algunos ramos.

##### *Crucero del Esmeralda*

En julio y agosto, se recogieron datos durante un crucero del buques-escuela *Esmeralda* de la marina chilena, entre San Francisco y Valparaíso, vía Isla Easter. El viaje estuvo también patrocinado por la Oficina de Investigación Naval, cuyo objetivo era la instrucción del personal del barco en técnicas oceanográficas. Esto dió a la Comisión la oportunidad de recolectar datos valiosos en una sección muestreada muy rara vez, del Pacífico Sudeste. Además de los lanzamientos batitermográficos, se tomaron medidas del fitoplancton de la superficie, del pigmento de las plantas y de la salinidad de superficie. Las mediciones estuvieron limitadas a las que pudieran hacerse sin interferir con las operaciones normales del buque.

El afloramiento ecuatorial y la mezcla vertical asociados a los sistemas de la corriente ecuatorial, permiten a las aguas más profundas, ricas en elementos nutritivos, ascender al sector superior iluminado del océano. La disponibilidad de sales nutritivas en la presencia de la energía de la luz permite el aumento del crecimiento en el fitoplancton, lo que puede ser la base para las concentraciones del atún comercialmente importante en esta región. Durante el 19 de julio de 1962, las temperaturas de superficie, a la altura de los 113°W, entre los 2°N y 2°S, fueron más bajas que las observadas fuera de estos límites, con un mínimo en el ecuador, lo que indicaba afloramiento, mezcla vertical, o ambas. A esta longitud, tanto la cosecha estable de fitoplancton como su productividad fueron también má-

ximas en el ecuador disminuyendo cerca de los 10°N y 10°S, siendo los promedios dentro de estos límites por lo menos el doble de los de las localidades más al norte y al sur.

El ascenso de las isotermas al aproximarse a la costa de Chile desde la isla Easter comenzó a 200 millas frente a Valparaíso, indicando la presencia de la corriente de Humboldt y el afloramiento que la acompaña. El fitoplancton de la superficie y su productividad comenzó a aumentar como a 540 millas fuera de Chile y acrecentándose constantemente hacia la costa. El afloramiento y la mezcla vertical aparentemente afectan el fitoplancton en distancias considerables más allá de las fuentes de los elementos nutritivos.

#### *Datos de los cruceros de otras organizaciones*

Se han obtenido datos adicionales de cruceros realizados por el Instituto de Recursos Marinos de Investigación del Perú, el Grupo de Investigación de la Oceanografía del Atún de Scripps, y el Programa de Investigación de la Vida del Mar de la Institución Scripps de Oceanografía, aun cuando ningún miembro de nuestro personal participó en ellos.

#### *Estudios en el Golfo de Guayaquil y aguas adyacentes*

El Golfo de Guayaquil es un estuario de 9000 kilómetros cuadrados que recibe el drenaje del río más grande de la costa occidental de Sudamérica. A fin de determinar las características oceanográficas de este gran estuario tropical y la relación de estas características con su producción primaria y sus poblaciones de peces clupeoides, se comenzó a mediados de 1961 una investigación biológica-oceanográfica del Golfo, de dos años y medio. Los primeros cuatro a seis meses del programa, se dedicaron principalmente a la instalación del laboratorio y al reclutamiento y entrenamiento del personal científico local; por lo tanto, el primer año de investigación efectiva se completó en noviembre de 1962.

El programa de investigación es el estudio en series de tiempo en el que se realizan cruceros oceanográficos a intervalos cortos durante el año, con el objeto de determinar los cambios temporales en la oceanografía biológica de la región. Se ha descrito detalladamente en el Informe Anual correspondiente a 1961. Durante 1962, la red de 19 estaciones (véase Figura 7) localizada en el estuario exterior, fué ocupada en 11 cruceros realizados a intervalos aproximadamente mensuales, y la red de 22 estaciones, en el estuario interior, se ocupó en 19 cruceros a intervalos aproximadamente bisemanales. La dificultad para la marina ecuatoriana de proporcionar embarcaciones y la demora en la construcción del barco para las investigaciones del Instituto de Pesquerías exigió la cancelación de todos los cruceros originalmente planeados, con excepción de uno de los viajes bimestrales costeros.

A mediados de 1962, se había entrenado suficiente personal, de modo que en cada crucero se pudo analizar las muestras de agua recogidas de las profundidades estándar en cada estación para determinar el oxígeno



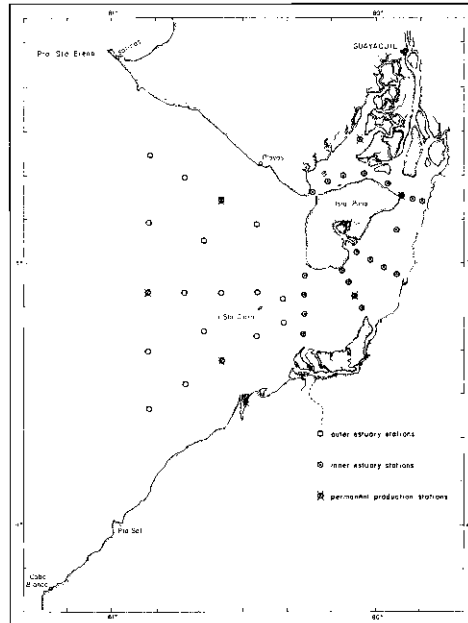


FIGURA 7. Posición de las estaciones en el Golfo de Guayaquil.

disuelto,  $PO_4$ ,  $NO_2$  y pH, así como la salinidad y la temperatura. En todas las estaciones se hicieron lanzamientos batitermográficos y observaciones meteorológicas estándar. Ciertas estaciones también se designaron como “estaciones de producción permanente”, en donde se hicieron mediciones de la producción primaria en cada crucero, mediante una incubadora instalada a bordo que simulaba los niveles de luz *in situ* de donde se sacaron las muestras. Hasta donde el tiempo lo permitió, se ocuparon estaciones de producción adicionales. Para medir la producción se usó tanto el método  $C^{14}$  de absorción de Steeman-Nielsen, como el método  $O_2$  de la botella claro/oscuro. Los análisis del pigmento se efectuaron en submuestras tomadas de las muestras que se usaron para las medidas de la producción. Se recolectaron muestras cualitativas de zooplancton y fitoplancton inmediatamente antes y después de ocupadas todas las estaciones de producción.

Las muestras de  $PO_4$  y  $NO_2$  se congelaron rápidamente y se analizaron luego en el laboratorio base de Guayaquil, junto con las muestras de salinidad y pigmento. Todos los cálculos del método  $C^{14}$  se hicieron en el laboratorio principal de la CIAT.

La clasificación y el ordenamiento de los datos obtenidos en los cruceros de 1962 están virtualmente completos y han sido terminados los análisis preliminares de ciertos aspectos de los datos. Los puntos más notables desarrollados por estos análisis serán examinados más adelante.

El único crucero en aguas costeras (febrero de 1962) ocupó 121 estaciones, cubrió aproximadamente 2000 millas y consistió en una serie de cortes transversales de 100 millas normales a la costa frente a Cabo Man-

glares, Cabo de San Francisco, Cabo San Lorenzo, Punta Santa Helena y el Golfo de Guayaquil. Se realizó en cooperación con un crucero similar que se efectuó simultáneamente con el BAP *Bondy*, del Instituto de Investigación de los Recursos Marinos, en la región costera norte del Perú. Estos crucesos combinados proveen una cubierta semi-sinóptica del área, desde los 8°S de latitud hasta los 2°N de latitud, hacia el oeste, hasta aproximadamente los 82°30'W de longitud.

El ciclo medio anual de temperatura en las aguas superficiales del Ecuador, según se midió en las estaciones de la costa es una curva unimodal que alcanza normalmente su máximo en febrero-marzo de cada año. Superimpuestas a este ciclo general están las fluctuaciones a corto término que pueden exceder los 4°C en períodos de 24 a 48 horas. El crucero por aguas costeras se hizo casualmente durante una fluctuación muy pronunciada; las temperaturas superficiales de las aguas de la costa registradas cerca de Punta Santa Helena, descendieron de 27°C a 22°C y volvieron a los 27°C en un período de ocho días. De acuerdo con las fluctuaciones costeras, fué posible observar el desplazamiento hacia el norte, de las isotermas de 24°, 25° y 26°C por una distancia que variaba de los 200 a 250 kilómetros, durante un período de ocho días. Este desplazamiento se asoció con los cambios concurrentes en la estructura de la salinidad; esto es: las aguas templadas se caracterizaron por salinidades bajas variando de 31.50 y 33.00‰, mientras que las aguas frías tenían salinidades de 33.00 a 34.7‰. Se considera que esto representa el "avance" y el "retroceso" de las aguas del régimen costero peruano. Las isotermas e isohalinas de la superficie indican que las aguas "en avance" tomaron la forma de una lengua, con el eje norte-sur localizado a unos 82°W de longitud. Una comparación de los perfiles de la temperatura y la salinidad de las áreas ocupadas dos veces durante el crucero, demostró que el movimiento del agua era un fenómeno de la superficie a poca profundidad, tomando lugar en los 20-35 metros superiores.

Durante el crucero en aguas de la costa, se hicieron medidas rutinarias de la concentración del ion de hidrógeno, con un medidor de Beckman, modelo G pH, a fin de estimar el contenido de carbonato-carbono del agua de mar. Se necesita una medida exacta de esta variable para los cálculos de la producción primaria con el empleo de la técnica de C<sup>14</sup>. A menudo se supone que las variaciones en este factor son menores, y se emplea un valor constante (generalmente 24,000 mgC/m<sup>3</sup>) para todos los cálculos. Usando las tablas de Harvey y observando el pH, la salinidad y la temperatura, se estimó el contenido de carbonato-carbono de toda el agua empleada durante las incubaciones de la producción primaria. En el área cubierta por el crucero (aproximadamente 2°N lat. -3°30'S lat. hasta unos 160 kilómetros mar afuera) se observó que estos valores varían de 18,400 a 25,000 mgC/m<sup>3</sup>. Esta variación hubiera introducido un error hasta del 25 por ciento en los cálculos de la producción primaria, si se hubiera tomado un valor constante de 24,000 mgC/m<sup>3</sup>. Esto demuestra fuertemente la necesidad de la determinación rutinaria de pH, de la salinidad y

la temperatura en todas las muestras de agua usadas en las incubaciones de la producción primaria con el método de C<sup>14</sup>.

El análisis preliminar de las medidas de la producción primaria de superficie hechos en 1962, con la botella claro-oscuro O<sub>2</sub> ha sido terminado. Este método en contraste con el método de absorción de C<sup>14</sup>, proporciona estimaciones de la producción primaria total, de la producción primaria neta de 12 horas, de la producción primaria neta de 24 horas y de la respiración planctónica total. La serie de datos se derivó de las 747 incubaciones efectuadas en 66 estaciones durante 22 cruceros (exclusivo del crucero de la costa en primavera). Los datos sugieren que el Golfo de Guayaquil exhibe cuatro pautas regionales distantes en su ciclo anual de producción primaria.

El estuario central exterior, entre la curva de los 50 y los 300 metros al oeste de los 80°40', es una región de 3500 kilómetros cuadrados, en la que la producción primaria total de superficie varía aproximadamente al doble durante la mayor parte del año. En esta área los valores de superficie (con excepción de un mes) variaron de 65 a 140 mgC/m<sup>3</sup>/día; son estos valores, unas cinco veces mayores que los medidos en aguas oceánicas hacia el oeste y valores característicos del régimen costero del Perú inmediato hacia el sur. Los valores medios mensuales en mgC/m<sup>3</sup>/día son como sigue:

febr.	abr.	mayo	junio	julio	agosto	octubre	nov.	dic.
95	80	120	270	65	75	80	115	140

Estos valores muestran una remarcable consistencia de mes a mes, si se considera que las mediciones se hicieron en una región frontal de condiciones oceanográficas rápidamente cambiantes, y que las muestras fueron incubadas bajo las condiciones naturales de la luz con sus consecuentes fluctuaciones a corto término. El ciclo anual es bimodal, con un máximo pronunciado en junio y otro máximo menor en diciembre.

Una segunda región, de aproximadamente 2500 kilómetros cuadrados, está compuesta del canal de Jambelí al sudeste de la Isla Puná, dentro de la curva de los 50 a 75 metros, a lo largo del lado sur del Golfo de Guayaquil hasta cerca de los 80°40'. La producción media de la superficie en esta área fué de 460 mgC/m<sup>3</sup>/día, cuatro veces la del estuario central exterior. La variación anual en la región fué cuádruplo y varió de 205 a 860 mgC/m<sup>3</sup>/día. El ciclo anual fué unimodal y alcanzó un máximo pronunciado en junio. Los valores medios mensuales en mgC/m<sup>3</sup>/día fueron los siguientes:

marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	oct.	nov.	dic.
290	510	580	795	470	390	320	340	335

El estuario interior, que se extiende al norte y al este de la Isla Puná, tiene un área de aproximadamente 650 kilómetros cuadrados y constituye una tercera región. Aquí, la variación observada de la producción es de 250 a 735 mgC/m<sup>3</sup>/día, con un valor medio anual de 520 mgC/m<sup>3</sup>/día. No se considera que este valor medio difiere significativamente del corres-

pondiente a la segunda región, pero las dos regiones se distinguen significativamente en el tipo del ciclo de producción anual. La región no presentó el pronunciado máximo de producción que se observó en junio en la segunda región, pero en vez de éste, presentó dos máximos menores en julio y noviembre. Sin embargo, ambas regiones compartieron un mínimo común de diciembre a marzo. Los valores medios mensuales en  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{día}$  fueron los siguientes:

marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	oct.	nov.	dic.
250	390	580	520	685	570	525	700	270

El lado norte del Golfo de Guayaquil, hacia el noroeste de la boca del Canal del Morro (el canal al norte de la Isla Puná) y dentro de la curva de 50 metros, es considerado como la cuarta región. Las medidas de la producción primaria total de la superficie en esta área no revelaron un ciclo anual claro, sino que se distribuyeron en dos grupos. Los valores en el grupo "bajo" variaron de 45 a 110  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{día}$  (típico del estuario central exterior), y los valores en el grupo "alto" variaron de 260 a 510  $\text{mgC}/\text{m}^3/\text{día}$  (típico del estuario interior). Las propiedades oceanográficas de esta región indican que las aguas del estuario interior que refluyen hacia el oeste, a través del Canal del Morro, se dirigen a lo largo del lado norte del Golfo de Guayaquil, y que las aguas que forman la marea alta y penetran el Canal del Morro, se originan en la parte exterior del Golfo de Guayaquil. Todas las medidas de producción en el grupo "bajo" se hicieron con muestras de fitoplancton recogidas en la marea alta; y todas las que se hicieron en el grupo "alto" con muestras tomadas en la marea baja. Esto hace pensar que el nivel de la producción primaria de la superficie, en esta región, es una función del ciclo de las mareas en relación con el día solar, y que la región debe de tener un nivel promedio de producción en la superficie, intermedio entre el estuario interior norte y el estuario central exterior.

Las medidas de la producción primaria total a que se ha hecho referencia, parecen sugerir que el estuario interior es una región de una producción primaria muy alta. Sin embargo, los datos sobre la extinción de la luz indican que la zona eufótica (suponiendo que la profundidad de un dos por ciento de la luz incidente es la profundidad de compensación) no excedió de cuatro metros de profundidad durante el año; el valor medio correspondiente a todas las estaciones estuariales interiores se estimó en 2.2 metros. La producción total de la columna de agua en las estaciones del estuario interior se estimó por extrapolación de las medidas de superficie y suponiendo que:

- la producción de la columna de agua es principalmente una función de la energía de luz disponible.
- No ocurrió inhibición de luz en la capa superficial.
- La población de plancton se distribuyó igualmente en toda la zona eufótica.

El valor así derivado varió de 60 a 650  $\text{mgC}/\text{m}^2/\text{día}$ , y la media

correspondiente a todas las estaciones en producción fue de 215 mgC/m<sup>2</sup>/día. Estas no son inusualmente altas y están en el mismo orden de magnitud de los valores que se han dado a conocer anteriormente para las aguas estuariales de la zona templada.

Empleando los mismos métodos y suposiciones se estimó también la producción primaria por un período de 24 horas en la columna de agua correspondiente a todas las estaciones de producción en el estuario interior. Las medias de todos los cálculos fue del 61 por ciento del total de la producción primaria. Los ciclos anuales siguieron a los tratados previamente para el total de la producción primaria regional, y los valores estimados variaron de 35 a 389 mgC/m<sup>2</sup>/día. Como la técnica con la botella claro-obscura, no puede hacer distinción entre la respiración del fitoplancton y la respiración bacterial y del zooplancton, esa respiración está incluida en las medidas. Puede en consecuencia asumirse que estos valores representan estimaciones mínimas del "exceso" de material orgánico sintetizado dentro de la columna de agua.

#### *Atlas EASTROPIC*

El Atlas EASTROPIC, una descripción de los 1000 metros superiores de agua en el Pacífico Oriental Tropical, al norte de los 10°S de latitud, ha sido preparado y será publicado durante 1963. Los datos usados tienen dos orígenes: los recogidos en la Expedición EASTROPIC, que se realizó cooperativamente en el otoño de 1955 y durante la cual se hizo un muestreo hidrográfico a bordo de dos barcos de la Institución Scripps de Oceanografía y de uno del Pacific Oceanic Fisheries Investigations (ahora Laboratorio Biológico de Honolulu); y los del Crucero 5512 del California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations (CCOFI 5512), un examen hidrográfico con dos barcos de las aguas costeras frente a California meridional y Baja California, realizado durante el último tercio de la expedición EASTROPIC. Los datos del CCOFI constituyeron un suplemento valioso para los datos de la EASTROPIC, porque no solo se obtuvieron durante el mismo período de ésta última, sino que también sirvieron para definir los procesos oceánicos en las aguas californianas antes mencionadas, en donde estaban dispersos los datos de la EASTROPIC.

El Atlas en consecuencia, está basado en datos de lo que puede considerarse un examen sinóptico de cinco barcos del Pacífico Oriental Tropical. Las cartas y las secciones verticales de las propiedades en las profundidades bajo la superficie, se basan sobre datos hidrográficos tan numerosos como las 320 estaciones ocupadas en los cruceros; mientras que los mapas de los valores de la superficie del mar de las variables observadas, se basan tanto, como en 1800 observaciones. Las figuras incluidas en el Atlas presentan el viento al nivel del mar; la distribución en la superficie del mar de la corriente medida, de la topografía geopotencial, la temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto; la distribución de la profundidad, salinidad, oxígeno disuelto y topografía geopotencial, en tres superficies de la densidad potencial uniforme; y la distribución de temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto, fosfato inorgánico, y topo-

grafía geopotencial a densidades seleccionadas, en siete secciones verticales. También hay una carta de los volúmenes de zooplancton, y dos cartas subsidiarias que muestran el trayecto de los barcos y los itinerarios, así como las posiciones y designaciones de las estaciones hidrográficas. En el texto que acompaña el atlas se describen los métodos de muestreo y análisis empleados por las organizaciones que participaron en la investigación, y el procedimiento necesario de los datos para la presentación en la forma de un atlas. Además, se han hecho anotaciones concernientes a los vientos relativamente fuertes de 1955 en el Océano Pacífico Oriental y al subsecuente enfriamiento del agua subyacente.

El texto del atlas no contiene interpretaciones de las observaciones, ya que se pretende que el atlas constituya una base para estudios o trabajos definitivos. Durante la preparación del atlas, sin embargo, y del resultado de otra investigación, se ha adquirido algún conocimiento de la naturaleza general de la circulación y de la estructura del agua en el Pacífico Oriental Tropical, y de esto se tratará en parte, más adelante.

#### *Salinidad y mecanismo en el Pacífico Oriental Tropical*

Uno de los estudios sobre las propiedades del Pacífico Oriental Tropical, que ha sido más fructífero, es la consideración de la distribución tridimensional de la salinidad. Esto es debido a que la salinidad es una propiedad conservativa. La salinidad de un sector de agua sólo puede ser alterada cuando cambia el volumen de ese sector, o sea, por precipitación o evaporación cuando el sector de agua se encuentra en la superficie del mar; la mezcla de dos sectores produce una composición de agua cuya salinidad puede predecirse. Consecuentemente, del conocimiento de la distribución de la salinidad, densidad, precipitación y evaporación de un área del océano relativamente grande, se pueden deducir los mecanismos importantes de las transferencias del agua. Estos se examinan a continuación en cuánto se refieren al Pacífico Oriental Tropical, con la ayuda de unas pocas de las figuras preparadas para el Atlas EASTROPIC.

La salinidad de la superficie está ilustrada en la Figura 8. La salinidad baja se presenta en casi toda la parte más norteña del mapa, lo que es una indicación de la advección hacia el sureste del agua subártica en la Corriente de California; a lo largo y cerca de los 10°N, a causa de la precipitación asociada con la zona de Convergencia Intertropical en la atmósfera superpuesta; y en el Golfo de Panamá, en donde las corrientes favorecen la acumulación del agua dulce introducida por la lluvia durante el monzón del suroeste, que prevalece durante el invierno y el otoño. La salinidad constituye un máximo relativo por ahí de los 20°N en la Figura 8, pero mientras que los altos valores en la boca del Golfo de California son debidos a la producción de agua templada superficial de alta salinidad dentro del Golfo, los valores mar afuera, a los 120°W marcan el extremo oriental de la cavidad central alargada de alta salinidad del Pacífico Norte, centralizada más o menos a los 25°N y 180W. El máximo de la salinidad de superficie ocurrió al suroeste, debido a la proximidad de la cavidad de

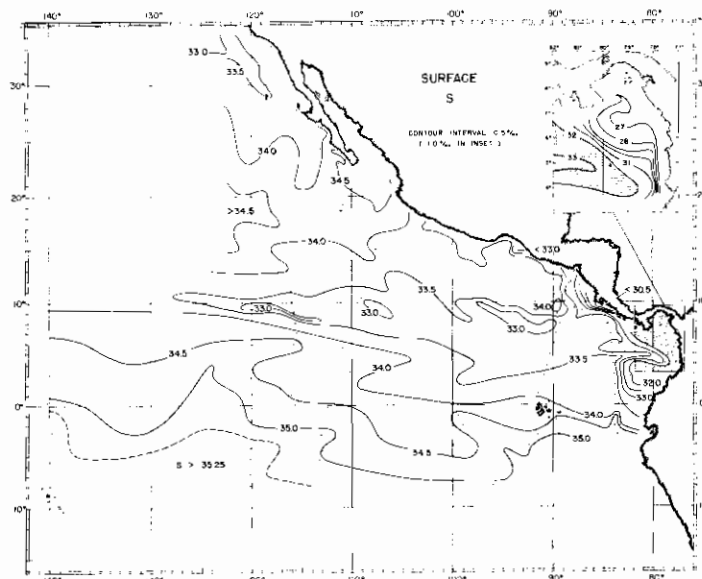
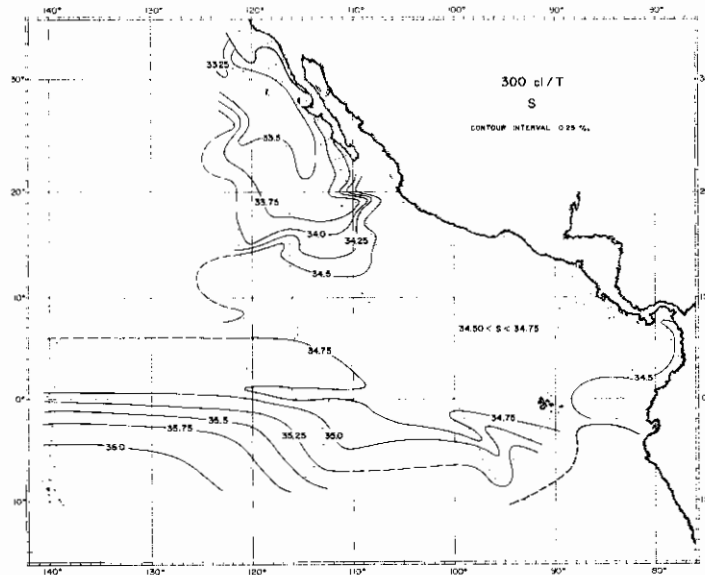


FIGURA 8. Salinidad en la superficie (‰) durante la Expedición EASTROPIC de octubre-diciembre de 1955 y el Crucero CCOFI 5512.

alta salinidad del Pacífico del Sur, localizada más o menos en los  $20^{\circ}\text{S}$  y  $120^{\circ}\text{W}$ .

Al norte y al oeste de la línea del máximo relativo de la salinidad de superficie a los  $20^{\circ}\text{N}$ , la evaporación siempre excede a la precipitación, de modo que el aumento hacia el sur, en la salinidad de la superficie observada en la Corriente de California es compatible con la pérdida de agua dulce del océano hacia la atmósfera. Sin embargo, los cálculos demuestran que solamente el 20 por ciento del cambio en la salinidad de la superficie es debido a la evaporación que se opera localmente; la mayor parte del cambio se debe al hecho de que el agua fría de la Corriente de California fluye bajo el agua templada de alta salinidad, que siempre viene del oeste a encontrarse con ella. En el área entre los  $10^{\circ}\text{N}$  y los  $20^{\circ}\text{N}$  en la Figura 8, la evaporación excede a la precipitación durante el verano del norte, pero ocurre lo contrario durante el invierno; sin embargo, en ningún momento la diferencia es grande. La precipitación siempre es dominante en el área limitada por el ecuador y en los  $10^{\circ}\text{N}$  y  $150^{\circ}\text{W}$  y en la línea de la costa americana; con los valores máximos registrados en el Golfo de Panamá (toda el área al este de los  $80^{\circ}\text{W}$ ) durante el verano del norte, y a los  $120^{\circ}\text{W}$  durante el invierno. El efecto de esta adición neta de agua dulce es examinado más adelante. Al sur del ecuador, la evaporación generalmente excede a la precipitación, y en particular esto tiene que ser real cerca de los  $20^{\circ}\text{S}$ , en donde está localizado el centro de la cavidad de alta salinidad del Pacífico del Sur. A continuación se demuestra que esta evaporación en la superficie del mar del hemisferio sur, con la subsecuente producción de agua de alta salinidad en el Pacífico meridional, tiene un efecto profundo en la salinidad de la termoclina, al norte del ecuador en el Pacífico Oriental Tropical.

El examen de la distribución tridimensional de la salinidad, como una función de la densidad en el Pacífico Oriental Tropical, ha demostrado que en todas las profundidades, el flujo tiende a ocurrir a lo largo de las superficies de densidad potencial uniforme, o sea, que el flujo tiende a ser isentrópico. Por esta razón, las distribuciones de las diversas propiedades en tres superficies de anomalía termostérica uniforme, que está relacionada en una manera singular con la densidad potencial, fueron determinadas por el Atlas EASTROPIC. La Figura 9 es la distribución de la salinidad en una de esas superficies, es decir en la de la anomalía termostérica de 300 centilitros por tonelada. Aunque sobre la mayor parte del área oceánica en la Figura 9, esa superficie, que tiene una profundidad prome-



**FIGURA 9.** Expedición EASTROPIC y Crucero CCOFI 5512. Salinidad (‰) en la superficie de la anomalía termostérica uniforme de 300 cl/T, que se encuentra usualmente en la mitad de la termoclina (profundidad de unos 55m.).

dio de 55 metros, aparece en medio de la termoclina si intercepta la superficie marina al norte y al sureste. La superficie de 300 centilitros se seleccionó para su presentación en el Atlas por dos razones: primera, es a esta densidad en la que ocurrió la penetración máxima hacia el sur del agua de la Corriente de California, durante la Expedición EASTROPIC; y segunda, a lo largo de la superficie de los 300 centilitros se encuentra un flujo máximo de la corriente hacia el noroeste del agua de alta salinidad del Pacífico Sur, que penetra la Corriente de Cromwell que se mueve hacia el este, en el ecuador. A esta densidad, en consecuencia, la salinidad es un mínimo relativo, en la vertical, frente a Baja California y al sur de los 15°N, y un máximo relativo en el área al sur del ecuador y al oeste de los 110°W. El tamaño del área de salinidad esencialmente constante, indicado por  $34.50 < s < 34.75$  en la Figura 9, debe ser considerado remarkable a primera vista porque, como se acaba de decir está en medio de la termoclina, la transición entre la capa de la superficie y el agua interme-

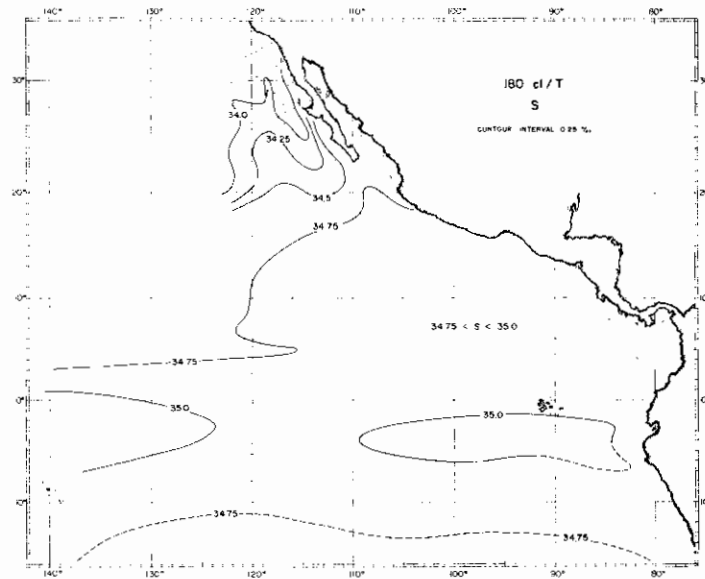


dia. Mientras que puede esperarse salinidad uniforme sobre áreas grandes debajo de la termoclina, la distribución de la salinidad en medio de la termoclina, debe reflejar la salinidad de la capa de la superficie cuando no hay una producción cercana de agua de la misma densidad. Antes del examen de una razón para la existencia de esta área de salinidad uniforme, debe hacerse un resumen de algunos de los resultados obtenidos en la investigación de la Corriente de Cromwell.

La Corriente de Cromwell tiene velocidad máxima en medio de la termoclina y, concurrente a esto, la salinidad es máxima en la vertical. Una consideración de la estabilidad en la gravitación del flujo en la corriente demostró que ocurre es en la línea que limita entre el flujo turbulento y el flujo laminar. Esto significa que las fluctuaciones en la fuerza de la corriente en dirección de las velocidades más altas, dan como resultado una mezcla vertical debido al excesivo deslizamiento de la corriente. Sobre el máximo de la corriente, la mezcla vertical da como resultado un flujo hacia arriba de sal y de fosfato inorgánico, y un flujo hacia abajo de calor y de oxígeno disuelto. Las manifestaciones de este proceso en la superficie del mar son por lo tanto, temperatura y oxígeno disuelto bajos y fosfato inorgánico alto, todo lo cual se observó a lo largo del ecuador durante la Expedición EASTROPIC. Que la salinidad de superficie no sea también relativamente alta, se debe a las gradientes meridionales en la precipitación y en la evaporación. Debajo del máximo de la corriente, la mezcla vertical causa un flujo hacia abajo de sal, calor y oxígeno disuelto, y un flujo hacia arriba de fosfato inorgánico. Por esta razón, una modificación de la estructura del agua en la parte más baja de la Corriente de Cromwell, forma lo que se puede llamar "agua ETP" para su identificación en este informe. Parte si no la mayoría de la corriente es esparcida al norte del ecuador, y el agua "ETP" es encontrada en todo el trayecto del Golfo de Panamá al Golfo de California en el norte y hasta cerca de los 120°W a los 10°N.

Una característica del agua ETP es un máximo de salinidad a la anomalía termostérica de 180 centilitros por tonelada, y debido a esta razón se escogieron las distribuciones a esta densidad para la descripción en el Atlas. La Figura 10 es la de la salinidad en la superficie de los 180 centilitros, que está al fondo de la termoclina; es de una profundidad promedio de más o menos 130 metros y, por lo tanto está a unos 75 metros más de profundidad que la superficie de los 300 centilitros. El examen de este mapa y la comparación con la Figura 9 demuestran que la Corriente de California se hace todavía perceptible por la gradiente de la salinidad en el norte; que el área grande de salinidad uniforme en la superficie de los 300, está completamente subrayada por un área similar en la superficie de los 180, pero en la cual la salinidad es cerca de un 0.25‰ más alta; y la evidencia de agua de alta salinidad del Pacífico Sur, falta en la superficie de los 180.

Se propone ahora que el área de salinidad uniforme en la superficie de los 300, puede ser atribuida a una afluencia de sal de la vecindad de la



**FIGURA 10. Expedición EASTROPIC y Crucero CCOFI-5512. Salinidad (‰) en la superficie de la anomalía termostérica uniforme de 180 cl/T, que se encuentra usualmente al fondo de la termoclina (profundidad media de unos 130 m.).**

superficie de los 180, hacia arriba a través de la termoclina y dentro de la capa superficial. Las distribuciones de la salinidad, a densidades vigentes en la termoclina, se parecerían entonces, a las distribuciones en densidades más profundas. Hay alguna evidencia indirecta de la existencia de tal afluencia. En la superficie del mar, sobre la mayor parte del área en que esta afluencia en cuestión se presenta, la precipitación excede a la evaporación. Cuando se supone un valor promedio para esta diferencia, si se combina con los valores representativos de la salinidad de la capa superficial y en la superficie de los 180, un cálculo demuestra que debe de haber un flujo hacia arriba, a través de la termoclina, de unos cinco centímetros por día, para mantener la salinidad de la capa superficial. Aun más, esta velocidad, aunque no es grande, es suficiente para mantener suspendidas en el agua todas las partículas de cuarzo del tamaño de las de arcilla, excepto las más grandes. Se sigue por ésto, que algún detritus orgánico no estaría nunca en condiciones de hundirse a través de la termoclina, y con la subsecuente oxidación de ese material, se obtendrían valores bajos de oxígeno disuelto, aun en la termoclina. Que éste sea, desde luego, el caso, lo demuestra la Figura 11, que es la distribución del oxígeno disuelto en la superficie de los 300. La comparación de este mapa con la Figura 9 demuestra que hay una gradiente en el oxígeno disuelto en el área de salinidad uniforme, y que se presentan valores más bajos al norte. Una gradiente similar existe en la superficie de los 180, (no mostrada) lo que simplemente significa que el agua ETP más vieja está al norte, en su límite con el agua de la Corriente de California. Una evidencia mayor para apoyar lo del flujo de agua ETP hacia adentro de la capa superficial, depende en el hecho de que la termoclina en esta área es en general la más pronunciada

que puede encontrarse en cualquier parte del océano abierto. Los efectos combinados del calor y la precipitación en la superficie del mar, y la agitación que el viento produce en la capa de agua superficial, actuando simultáneamente con el flujo hacia arriba del agua relativamente densa desde debajo de la termoclina, tienden a compactar las isopletas en la vertical formando una gradiente de densidad vertical tan aguda que se ha usado el nombre de "capa de discontinuidad" para describir esta característica. Este proceso es llamado "entrainment" en los estudios de los estuarios y, por lo tanto es no solo interesante sino también informativo tomar en cuenta que ocurre sobre un área tan grande del Pacífico Oriental Tropical.

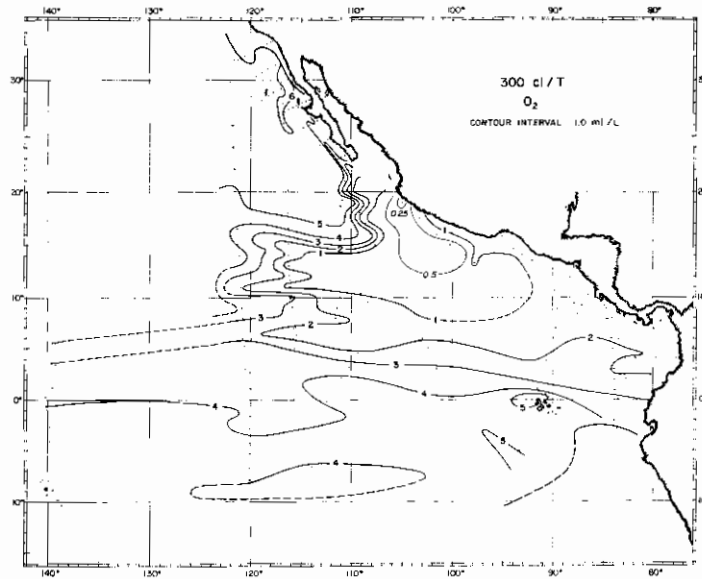


FIGURA 11. Expedición EASTROPIC y Crucero CCOFI 5512. Oxígeno disuelto (ml/L) en la superficie de la anomalía termohalina uniforme de 300 cl/T, que se encuentra usualmente en la mitad de la termoclina (profundidad media de unos 55 m.).

#### *Atlas de productividad del Pacífico Sudoriental*

Se encuentra en preparación un informe que describe la distribución cuantitativa del plancton en el Pacífico Sudoriental. Hasta ahora se están utilizando los datos no publicados de los siguientes cruceros: Crucero al Domo de Costa Rica, Expediciones STEP-I y SWANSONG, y el Crucero del *Esmeralda*. Otros datos valiosos no publicados se utilizarán también. El informe consistirá principalmente en un atlas que indica las distribuciones de la concentración de fosfato, concentración de clorofila, producción primaria y de los volúmenes de zooplancton. Se dará énfasis a la relación de estas variables con el afloramiento y la mezcla vertical.

#### *Golfo de Panamá*

Un informe bajo el título de "Algunas Relaciones de las Variables Meteorológicas, Hidrográficas y Biológicas en el Golfo de Panamá, basado en un muestreo bisemanal durante un período de cuatro años y medio, ha

sido terminado y se publicará como un *Boletín* en 1963. Los resultados principales han sido ya resumidos en los Informes Anuales correspondientes a los años 1959, 1960 y 1961.

#### *Estudios sobre los indicadores de plancton*

Para este programa, se ocupó la mayor parte del año en la tediosa tarea de clasificar e identificar los quetognatos recogidos en la Expedición STEP-I y en los cruceros del *Bondy*, realizados en 1959, 1960 y 1961. Este trabajo se terminó durante el mes de octubre.

Subsecuentemente estos datos, y los referentes a las características hidrográficas de la región del Perú, se estudiaron para determinar si existe relación entre la distribución de las especies de quetognatos y la distribución de las variables ambientales. Esta parte del estudio, en la que se usaron principalmente los datos recogidos durante la Expedición STEP-I, está ya completa, y las especies han sido evaluadas con respecto a su valor potencial como indicadores, por el método desarrollado por Sund (*Boletín, Vol. 5, No. 4*). Siete especies han revelado tener un valor potencial como indicadores de los movimientos horizontales del agua. Su distribución y la distribución de los tipos de agua a los que están asociados, se estudian en la actualidad detalladamente. Se anticipa que estos datos exhibirán variaciones en la distribución de las especies dentro de las aguas superficiales a lo largo de la costa del Perú, en el intervalo de tiempo febrero 1958-febrero 1959, y ésto puede revelar el origen de las aguas de "El Niño".

Se encontró que otras siete especies de quetognatos tienen uso potencial como indicadoras de los movimientos verticales del agua en virtud de sus limitaciones aparentes a los estratos definidos de la columna de agua. Estos pueden señalarse como útiles en la identificación de las localidades de afloramiento.

#### *Relación entre la temperatura del mar y los atunes*

Investigaciones anteriores efectuadas por el personal de la Comisión y por el Profesor Bjerknes sobre las que ya se informó, han demostrado que hay cambios estacionales en gran escala, y de un año a otro en las temperaturas de la superficie del mar del Pacífico Oriental, en respuesta a las variaciones de los factores meteorológicos. La comparación de las distribuciones geográficas de las pescas de atún con las temperaturas de superficie, han indicado que hay un alto grado de relación en los extremos norte y sur de la región en que se encuentran las especies del atún tropical. También parece que hay algunos cambios, en conexión con la temperatura en las distribuciones del atún cerca de la parte media de la región del atún aleta amarilla y del barrilete, en donde las temperaturas del agua aparentemente pueden llegar a ser más altas que las preferidas por estas especies.

Durante 1962, han sido examinadas en algún detalle las relaciones entre las temperaturas del mar y la distribución de la abundancia aparente del atún aleta amarilla y del barrilete, según lo encontrado por los

barcos pesqueros sobre el período 1951-1960, y los resultados serán publicados próximamente en un *Boletín*.

Entre otras cosas, este estudio ha revelado una relación de gran interés entre las temperaturas medias del mar y la abundancia aparente del atún aleta amarilla. Como lo han demostrado Bjerknes y otros, el Pacífico Oriental entero tiende a calentarse y a enfriarse en forma coherente, por lo que los años de calor y los años de frío se hacen evidentes en la mayor parte de la región. En el estudio más reciente, las anomalías anuales de las temperaturas del mar de tres áreas que se encuentran muy separadas, frente a Manzanillo, México, frente a Costa Rica y frente a la parte central del Perú, han sido comparadas en los períodos 1935-1941 y 1947-1960 (la falta de los datos correspondientes a los años intermedios en las dos localidades primeramente mencionadas, se debió a la guerra) y se encontró que concuerdan en forma excelente. Al mismo tiempo es posible obtener una estimación de las variaciones independientes de la pesquería en la abundancia aparente del atún aleta amarilla, según la serie de datos de las estadísticas de captura ilustradas en la Figura 4; esa estimación se obtiene al comparar en cada año, la diferencia entre la captura por día de pesca observada y la captura por día de pesca que se obtendría, en promedio, si la pesquería hubiera estado en equilibrio (esto es, las desviaciones de los valores de equilibrio calculados anualmente según la línea promedio de las condiciones de equilibrio que aparece en la *Figura 3 del Boletín Vol. 2, No. 6.*) Comparando las anomalías de la temperatura del mar en Puerto Chicama, que es la serie más completa y que contiene también los datos durante los años de la guerra, con esas anomalías en la abundancia del atún aleta amarilla ilustradas en la Figura 12, se encuentra una correlación negativa muy significativa.

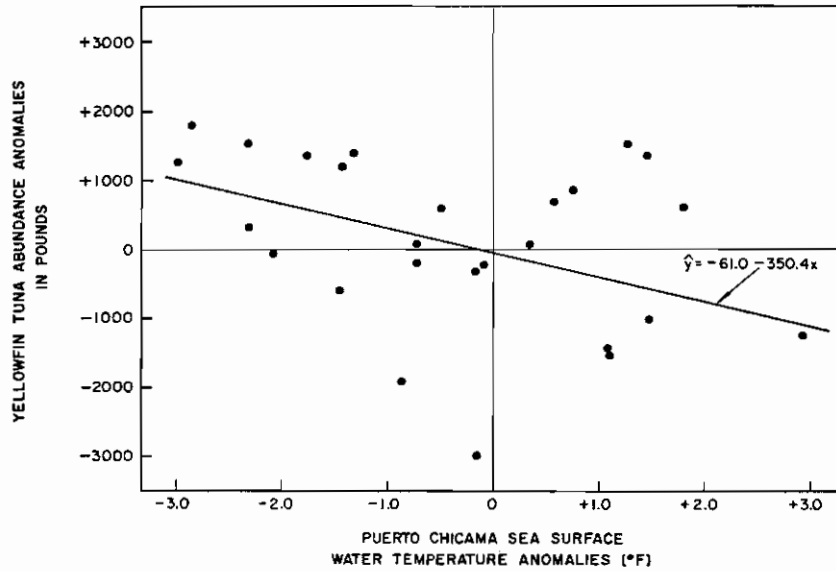


FIGURA 12. Relación entre las anomalías de la temperatura de la superficie del mar y las anomalías de la abundancia aparente del atún aleta amarilla.

En promedio, la abundancia aparente más alta del atún aleta amarilla es encontrada durante los años más fríos y viceversa. Puede hipotetizarse que en los años más cálidos el atún aleta amarilla está esparcido sobre una región mucho más grande y está por lo tanto, menos fácil de localizar por los pescadores. Sin embargo, puede ser correcta alguna otra explicación. En todo caso esta relación, cualquiera que sea su mecanismo, explica una gran parte de las variaciones, independientes de la pesquería, en la abundancia aparente del atún aleta amarilla, y parece tener un valor de utilidad predictiva.

### **7. Investigaciones sobre la biología, ecología e historia natural de los peces de carnada**

#### *Investigación en el laboratorio principal*

Se examinaron mil doscientos once arenques de hebra juveniles de 31 recolecciones hechas en el Golfo de Nicoya, para determinar la composición de las especies, de modo que pudieran ser usadas para la elucidación de las épocas del desove y del crecimiento de las especies individuales.

Como no es factible la identificación de los arenques de hebra juveniles sobre la base de sus características externas, se hizo de acuerdo al número de branquias ceratobranquiales en su relación a la longitud estándar, según lo describen Berry y Barrett (estudio en prensa). Se encontró que aún especímenes tan pequeños como de 25 a 30 mm. de longitud estándar pueden ser identificados por este procedimiento, a pesar de que resulta extremadamente tedioso. De los 1211 especímenes examinados, 1011 eran *Opisthonema libertate*, 197 *O. medirastre* y tres *O. bulleri*. *O. libertate* fué, con mucho, la especie predominante en todas las recolecciones excepto en dos, en las que *O. medirastre* estuvo más abundante. Los tres especímenes de *O. bulleri* se encontraron en dos recolecciones compuestas principalmente de *O. libertate*, mezclados con unos pocos *O. medirastre*. La frecuencia en el hallazgo de estas tres especies en nuestras recolecciones no indica pauta alguna que señale un deslinde geográfico claro. En cualquier recolección dada que contuviera más de una especie de arenque de hebra, se encontró que la composición de tamaños de las especies era similar.

Especímenes pequeños (de 30 a 60 mm. de longitud estándar) de *O. libertate* se encontraron en nuestras recolecciones de todos los meses del año, lo que indica que esta especie probablemente desova a través de todo el año en el Golfo de Nicoya. Por esta razón no parece probable que un estudio sobre las distribuciones de las frecuencias de longitud aclararía la tasa del crecimiento de esta especie.

*O. medirastre*, por otra parte, parece tener una época de desove más restringida. Se encontraron especímenes pequeños (de 30 a 60 mm. de longitud estándar) en cada mes del período de octubre a abril, mientras que no se hallaron especímenes de esta especie entre los 215 arenques de hebra de las diez recolecciones hechas durante el período de mayo a septiembre.

En 1960 se publicó en nuestra serie de *Boletines* un trabajo sobre la oceanografía física del Golfo de Nicoya, Costa Rica, basado en los datos recogidos allí desde 1952 a 1957. Las observaciones hidrográficas se obtuvieron en una serie de estaciones localizadas a lo largo del eje longitudinal del Golfo (o sea, de la cabeza a la boca del Golfo). Aunque el análisis de estos datos proporcionaron un conocimiento de las características principales de la circulación dentro del Golfo, parecía probable que podía obtenerse un conocimiento más completo con un estudio adicional de la distribución transversal de la salinidad y la temperatura. De acuerdo con esto, se efectuaron seis cruceros durante el período de 1959 a 1961 (dos en la estación seca y cuatro en la época de lluvia) en los que se hicieron observaciones en una serie de 16 estaciones a lo largo de varias secciones transversales del Golfo.

El análisis de los datos así obtenidos, indica que las variaciones grandes espaciadas y temporales (a corto término) de las propiedades físicas durante el período de tres años de las observaciones transversales impiden una comprensión mucho más precisa de la circulación dentro del Golfo que la ya determinada. Los datos, sin embargo indican realmente una tendencia a la aparición de agua más densa (fría y salina) a lo largo del lado noreste del Golfo en su alcance superior (al norte de la Isla Caballo) tanto en la estación seca como en la lluviosa.

Estas informaciones están en preparación para ser publicadas en forma de un reporte de datos.

Durante 1962 se completó el primer borrador de un trabajo sobre la biología de la *Anchoa naso*, una anchoa empleada como cebo para el atún en aguas ecuatorianas. Después de una revisión final, se espera su publicación en nuestra serie de *Boletines*. Los resultados principales de este estudio han sido expuestos en Informes Anuales anteriores.

#### *Investigaciones en el Golfo de Nicoya*

Nuestros estudios locales en el Golfo de Nicoya se terminaron al finalizar el año 1961, y el laboratorio fué clausurado a fines de 1962.

Durante 1962 el Sr. Sobrado mantuvo el registro de temperatura en el muelle de Puntarenas, recolectó los datos meteorológicos del área de Puntarenas, copió los registros de los diarios de pesca, midió los atunes, obtuvo estadísticas sobre el atún y trabajó en la identificación de varias especies de arenque de hebra, de las recolecciones en el Golfo de Nicoya.

#### *Investigaciones en el Golfo de Panamá*

La pesca de anchovetas en el Golfo de Panamá durante 1962, para su reducción a harina y aceite, fué más alta que la de cualquier año anterior. Estos peces se presentaron en cantidades considerables en todo el año, excepto durante un breve período en febrero y marzo, previo al reclutamiento de un nuevo grupo de edad, y en otro breve período a fines de octubre, probablemente debido a la actividad del desove. Estos dos períodos de escasez ocurren cada año, pero en general son considerablemente

más largos. Una sólo de las dos plantas de reducción estaba activa, pero se mantuvo en buenas condiciones y sostuvo una flota de tres a cuatro barcos que la proveyeron de peces.

La pesca del arenque de hebra estuvo muy baja en 1962, constituyendo solo alrededor de un cinco por ciento de la captura total de peces destinados a la fabricación de harina y aceite. La mayor parte del arenque se pescó en octubre y no en noviembre, como había ocurrido en años anteriores.

Con la excepción de unos pocos desembarques de peces capturados en Panamá Viejo en enero y febrero, y de un solo desembarque procedente de aquella área en octubre, la pesca total de 1962 de anchovetas y arenques de hebra se realizó en el área de Isla Verde, entre Punta Chame y Enseñada Vique.

No se marcaron anchovetas en 1962. Los recobros de marcas en peces liberados en 1960 y 1961 son como sigue:

Area de la marcación	Recobros en 1962		Recobros en 1960-1962	
	Area de recuperación		Area de recuperación	
	Isla Verde	Panamá Viejo	Isla Verde	Panamá Viejo
<b>Marcas de 1960</b>				
Isla Verde	6	1	932	1
Panamá Viejo	1	2	31	8
Río Pácora	0	0	0	0
Isla Chepillo	0	0	9	0
Punta Mangle	0	0	7	0
Bahía San Miguel	0	1	8	1
Totales	7	4	987	10
<b>Marcas de 1961</b>				
Isla Verde	48	2	377	2
Bahía Parita	3	0	24	0
Panamá Viejo	2	0	5	0
Río Pácora	1	2	1	2
Isla Chepillo	0	0	0	0
Punta Mangle	3	0	4	0
Isla Majé	5	0	6	0
Bahía San Miguel	0	0	0	0
Totales	62	4	417	4

Seis de los recobros de 1962, de las marcas de 1960, se hicieron después de que los peces del grupo de edad más joven (la clase anual de 1961) habían alcanzado el tamaño para la pesca. El último recobro de una marca de 1960 se hizo en noviembre de 1962. Esto demuestra en forma concluyente que la edad máxima alcanzada por la anchoveta es, por lo menos de 3 años, y de que hay miembros por lo menos de tres grupos de edades en la población al mismo tiempo. El análisis de las frecuencias de longitud, realizado previamente y dado a la publicidad en un *Boletín*, demostró que hay peces del grupo de edad más joven y peces de más edad en la población, pero no fué posible determinar por este método si los peces más viejos constituyen un solo grupo de edad o más de un grupo.

Parece que tanto en 1961 como en 1962 hubo una migración de peces más viejos de las áreas al este de la entrada del Canal de Panamá hacia el área de Isla Verde, alrededor de junio. De junio de 1960 a mayo de 1961,



solamente tres marcas de 1960 fueron recuperadas de esas áreas en Isla Verde, mientras que después de ese período se recobraron allí 52 más de las marcas de 1960. De modo similar, de mayo de 1961 a junio de 1962, sólo seis marcas de 1961 se recobraron de aquellas áreas en Isla Verde, pero después de ese período se recuperaron allí diez más.

Nuestra investigación indica que aun en el área de Isla Verde la mortalidad natural es considerablemente mayor que la mortalidad por la pesca. Ya que hay poco crecimiento en los peces desde cerca del mes de mayo o junio hasta después de la siguiente temporada de desove, la pesca podría aumentarse, sin duda, por la intensiva actividad pesquera a principios de dicha temporada, o sea, durante abril, mayo y junio. No se puede establecer con certeza si esto podría tener un efecto adverso en el reclutamiento. Sin embargo, como los reclutas para el área de Isla Verde probablemente se originan del desove de los peces de todas las partes del Golfo de Panamá, no parece probable que la reducción de las cantidades de peces en reproducción procedentes del área de Isla Verde hubieran reducido substancialmente el reclutamiento.

Ochenta y dos muestras de las frecuencias de longitud de las anchovetas, que forman un total de 17,102 peces, se recogieron durante 1962. Los peces tenían un tamaño mayor que el corriente, pero no eran tan grandes como los de 1961. Los peces del grupo de edad más joven, durante el período de julio a noviembre, midieron en promedio unos 135 mm. de longitud en 1962, comparados con cerca de 140 mm. correspondiente a 1961 y con el de 120 a 130 mm. en todos los otros años de los cuales hay datos disponibles. Los peces en su segundo año de vida, durante el mismo período de 1962, midieron en promedio un poco más de 155 mm. Este es mayor que el promedio en general, pero no tan alto como sería de esperar, considerando que estos peces fueron tanto más grandes que el tamaño promedio en su primer año de vida en 1961.

Está para terminarse un estudio sobre el crecimiento de las anchovetas del Golfo de Panamá, basado en los datos sobre frecuencias de longitud recolectados de 1956 a 1962. El crecimiento tanto de los peces jóvenes del año como de los peces de más edad, es rápido durante la época de afloramiento (por ahí de enero a abril) y mucho más lento durante el resto del año.

Durante 1962 se midió y pesó un total de 984 anchovetas recolectadas durante el período de abril a diciembre. Estos datos serán combinados con los datos similares recolectados en años anteriores y con los que se recolecten en enero, febrero y marzo de 1963 para determinar las relaciones longitud-peso. De esta información, junto con las estadísticas de pesca y la composición de las longitudes y edades de la captura, puede ser estimado el número de peces de cada grupo de edad en la pesca. Estas estimaciones serán de valor en conexión con el análisis de los recobros de marcas. No se ha comenzado todavía el análisis detallado de los datos sobre longitud-peso, pero es evidente que hay una variación considerable en el factor determinado por la condición de los peces en las diferentes épocas

del año. Aparentemente los peces tienen su mayor peso a una longitud dada por ahí cerca del mes de abril, y luego gradualmente se hacen más livianos hasta cerca de diciembre.

La investigación sobre el alimento y los hábitos de alimentación se completó durante 1962 y se preparó un informe para ser publicado en la serie de *Boletines*. El alimento principal de todos los tamaños de los peces examinados, de 29 a 153 mm., estaba constituido por diatomeas. También se encontraron en pequeñas cantidades, silicoflagelados, dinoflagelados, granos de polen, foraminíferos, conchas de rotíferos, crustáceos y huevos, probablemente de crustáceos.

*Coscinodiscus*, una diatomea, fué el artículo alimenticio más importante encontrado en los estómagos de los peces juveniles. No se observaron grandes diferencias en los hábitos de alimentación en los diferentes tamaños de los juveniles. Aun tomando en cuenta sus tamaños más pequeños, los juveniles contenían volúmenes menores de materias y cantidades menores de organismos en sus estómagos que el de los adultos.

Los estómagos de los peces adultos, al contrario de los juveniles, generalmente contenían considerables cantidades de lodo. *Melosira*, *Coscinodiscus* y *Thalassionema*, todas diatomeas, fueron los organismos más importantes encontrados en los estómagos de los adultos. La incidencia de *Melosira* fué mucho más alta en los estómagos de los peces procedentes de las áreas hacia el este de la entrada del Canal de Panamá que en los del oeste. No se observaron diferencias estacionales en el alimento. El volumen de materias en los estómagos varió de casi nada a cerca de 1.0 ml., con un promedio de un poco más de 0.2 ml.

Se examinaron veintiseis muestras del fondo; los organismos encontrados correspondían muy de cerca a los encontrados en los estómagos de los peces adultos.

Se ha llegado a la conclusión de que las anchovetas juveniles son principalmente o enteramente filtradoras de alimento de la zona pelágica. Las adultas, sin embargo, son iliófagas en su mayoría, pero posiblemente se alimentan también del plancton.

Ha sido comenzada una investigación sobre la historia natural de la anchoveta en el Golfo de Montijo y en la Provincia de Chiriquí, Panamá. Desde 1959, se han obtenido algunas recolecciones de anchovetas de estas áreas de los barcos camareros, que han proporcionado material para estos estudios. El desove aparentemente ocurre en todo el año en el Golfo de Montijo, pero el máximo se concentra en noviembre y diciembre, tal como ocurre en el Golfo de Panamá. El desove de los peces de Chiriquí probablemente también se realiza en su mayor parte durante noviembre y diciembre, pero esto no puede asegurarse porque solamente se dispone de muestras de esta área tomadas en noviembre, diciembre, enero y febrero.

El crecimiento de los peces del Golfo de Montijo difiere considera-

blemente del crecimiento de los peces del Golfo de Panamá. Estos últimos alcanzan una longitud de más o menos 125 mm. cerca del mes de junio de su primer año de vida, y luego crecen muy poco hasta cerca del próximo mes de enero. De enero a marzo, aproximadamente, crecen con rapidez hasta alcanzar un tamaño de unos 145 mm., y luego cesa casi de nuevo el crecimiento. Los peces del Golfo de Montijo continúan su crecimiento hasta por ahí el mes de noviembre de su primer año de vida, y para este tiempo han alcanzado una longitud de más o menos 150 mm. Su crecimiento es limitado desde alrededor de noviembre a marzo, y luego sigue, pero a una tasa más moderada que en su primer año de vida. Por el hecho de que estos peces continúan su crecimiento más bien rápidamente por un período más largo de tiempo durante su primer año de vida, en comparación con los peces del Golfo de Panamá, son aparentemente más grandes que éstos últimos a la misma edad. Solo se dispone de unas pocas muestras pequeñas de peces de la Provincia de Chiriquí, todos capturados en noviembre, diciembre, enero y febrero, por lo que no es posible hacer inferencias detalladas acerca de su crecimiento. Parece, sin embargo, que son más pequeños que los peces del Golfo de Montijo, ya que alcanzan un tamaño de más o menos 130 mm. en noviembre de su primer año de vida, y unos 155 mm. en noviembre de su segundo año.

#### *Investigaciones en el Golfo de Guayaquil*

Las investigaciones durante 1962 tuvieron por objeto principal la continuación de los análisis taxonómicos y el estudio de la biología del arenque de hebra del género *Opisthonema* en el Golfo de Guayaquil y aguas adyacentes. Se dió una importancia secundaria a la acumulación continua de los datos merísticos y morfométricos del género *Anchoa* y de otros engráulidos, y a los análisis preliminares de dichos datos. También se estudiaron otros géneros de Clupeoides fuera del *Opisthonema*.

Un programa para el muestreo de las poblaciones de *Opisthonema*, iniciado a mediados de 1961 continuó completándose durante todo el año de 1962. Semanalmente las muestras eran obtenidas con atarrayas que se lanzaban desde balsas, con redes de arrastre remolcadas por barcos camareros y con redes de playa. Con la excepción de varias semanas, a mediados de 1962, las muestras se obtuvieron desde mediados de 1961 hasta fines de 1962. Se conservó un minimum de diez individuos de cada especie (submuestras) de cada muestra semanal, con miras a estudios futuros.

El Golfo de Guayaquil es la fuente más importante de las muestras de *Opisthonema* utilizadas en este estudio. Las muestras más pequeñas y menos frecuentes de las áreas más septentrionales fuera de los límites definidos del Golfo de Guayaquil, se obtuvieron exclusivamente con redes de playa. Para ampliar el área de muestreo, se recogerán muestras de la región de Esmeraldas. Estas muestras, aunque se tomen a intervalos irregulares en esta región, permitirán hacer comparaciones entre poblaciones y dentro de cada una de ellas.

Las recolecciones rutinarias mensuales de los otros peces de carnada, especialmente la *Anchoa*, continuaron en forma ininterrumpida durante

todo el año. Se escogieron las localidades de recolección para muestrear con redes de playa los diversos ambientes de estos peces en el Golfo de Guayaquil y cerca de éste.

Los estudios anteriores sobre la taxonomía y la denominación de las especies de los arenques de hebra se reemplazaron por los de Berry y Barrett (*Boletín* en prensa de la Com. del Atún Trop.) en el que se reconocen cuatro especies del Pacífico Oriental: *O. bulleri*, *O. medirastre*, *O. libertate* y *O. berlangai*. Según Berry y Barrett, tres de estas especies están restringidas a las aguas continentales; la cuarta, (*O. berlangai*) está limitada a las Islas Galápagos. Las cuatro pueden ser identificadas por el número comparativo de branquispinas ceratobranquiales con relación a la longitud estándar. La identificación de las muestras semanales de Guayaquil se basa, consecuentemente, solo en esa característica, excepto cuando se anota de otra manera.

Los datos registrados de las muestras ecuatorianas hacen pensar que tal vez sean dos en vez de tres, las especies simpátricas que se encuentran en el Golfo de Guayaquil y en las aguas continentales adyacentes. Con base en la característica de las branquispinas antes mencionadas, estas especies son referibles a los grupos-especies *O. libertate* — *O. medirastre* y *O. bulleri*. Nuestros datos indican que el primer grupo de especies tiende a estar o bien relacionado íntimamente, o bien ser coespecífico. El análisis preliminar indica que las dos poblaciones (*O. medirastre* y *O. libertate*) no pueden estar asignadas a una posición específica, porque la magnitud de la divergencia es pequeña y el porcentaje de las cuentas intermedias es alto. Sin embargo, los datos sugieren también que existen subpoblaciones definibles, tal vez en una posición infraespecífica.

La población de *O. bulleri* está bien diferenciada del complejo de especies *O. medirastre* — *O. libertate*. En este último complejo de especies, el aumento en el número de las branquispinas ceratobranquiales es ontogenético. Sin embargo, el aumento ontogenético en el *O. bulleri* es ligero, por lo que en los especímenes más grandes, la divergencia es cada vez más pronunciada.

Los datos de Guayaquil indican también que *O. bulleri* es morfológicamente distinto del complejo *O. medirastre* — *O. libertate*, por tener un cuerpo más delgado (menos altura del cuerpo a la misma longitud estándar). Las submuestras recogidas semanalmente han sido examinadas de nuevo en busca de otras características morfológicas por las que se puedan distinguir las poblaciones.

La cuarta especie del complejo, *O. berlangai*, aislada geográficamente, no parece que se distingue del complejo de *O. medirastre* — *O. libertate* sobre las bases de la relación entre las branquispinas y la longitud estándar. Los datos de Guayaquil, aun cuando han sido tomados de un número relativamente pequeño de especímenes, indican coespecificidad entre *O. berlangai* y *O. libertate* — *O. medirastre*. La población de las Islas Galápagos parece ser significativamente divergente de *O. bulleri* a base de las

correlaciones entre las branquispinas-longitud estándar y entre la altura del cuerpo-longitud estándar.

Se necesita la obtención de especímenes de *Opisthonema* de tamaños menores de 100 mm. y mayores de 200 mm. de longitud estándar, un margen de tamaños del cual carecemos en nuestras recolecciones presentes, para poder determinar el tamaño en que comienza la divergencia, así como el límite superior en el número de las branquispinas ceratobranquiales.

De las recolecciones recogidas en Playas, se obtuvo una estimación de la composición de las especies de *Opisthonema* en el Golfo de Guayaquil. Sobre la base de las recolecciones identificadas y habiéndose excluido las intermedias, *O. medirastre* constituyó del 98 por ciento de los especímenes al 2 por ciento, en las diversas muestras, y *O. bulleri*, que se manifestó consistentemente la menos abundante, varió del 20 al 1 por ciento.

Los análisis preliminares de las poblaciones de *Opisthonema* no contradicen los arreglos taxonómicos sugeridos por Berry y Barrett. Sin embargo, la solución definitiva del problema que presenta el complejo de especies, debe dejarse en suspenso en tanto se completan los estudios que en forma detallada se hacen de los factores ambientales en el Golfo de Guayaquil y en las aguas adyacentes. Se conoce comunmente que los factores ambientales afectan a menudo y modifican substancialmente las características morfológicas de los vertebrados poiquilotérmicos.

Prior a los mediados del año de 1962, la especie de carnada de menor importancia *Lile stolidifera*, se conoció en la literatura sobre las aguas ecuatoriales y peruanas únicamente por un espécimen individual, a pesar de que las poblaciones de esta especie son abundantes en aguas más hacia el norte. Han sido anotados los datos sobre los caracteres merísticos y morfométricos de 107 especímenes del Golfo de Guayaquil. Una vez que se termine el registro de los datos de los especímenes ecuatorianos, se comenzarán los estudios comparativos entre esta población y las del Golfo de Panamá y de las regiones más septentrionales. También se iniciará el estudio sobre varios aspectos de la biología de *Lile stolidifera* (con base en la recolección corriente) en el Golfo de Guayaquil.

Las recolecciones de "anchoveta" y de otros engráulidos que se realizan mensualmente se identificaron y midieron en forma rutinaria para los estudios de las frecuencias de longitud. Estos especímenes serán utilizados más adelante para el estudio de las gónadas y los análisis de la población.