

SK
1
Feb

**INTER-AMERICAN
TROPICAL TUNA COMMISSION**

ANNUAL REPORT

FOR THE YEAR

1953

**COMISION INTERAMERICANA
DEL ATUN TROPICAL**

INFORME ANUAL

CORRESPONDIENTE AL AÑO

1953

La Jolla, California

1954

CONTENTS

INDICE

Annual Report of the Commission (Versión en inglés).....3-9
Informe Anual de la Comisión (Spanish version).....10-17

Appendix (Versión en inglés)

A. Report of the Director on the investigations during the
year 195318-50

Apéndice (Spanish version)

A. Informe del Director sobre las investigaciones efectuadas
durante el año 1953.....51-87

**REPORT OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
FOR THE YEAR 1953**

The Inter-American Tropical Tuna Commission was established in 1950 by a Convention between Costa Rica and the United States. The Convention provides for the subsequent adherence of other nations interested in the tuna fishery of the tropical Eastern Pacific Ocean. Panamá adhered to the Convention in September 1953.

The Commission has the duties of collecting and interpreting all necessary factual information respecting the tunas and tuna-bait fishes in order to facilitate maintaining the populations thereof at levels permitting maximum sustained yields, and of making recommendations to the member governments for joint action toward this objective.

The Commission commenced its investigations in 1951. The year 1953 is the third year of scientific study. During the year investigations along several lines were continued and further developed.

Program of Investigations

The Commission has adopted a comprehensive program of investigations, which has been described in previous annual reports, and has recommended to the member governments necessary appropriations for carrying it out. Due to failure to receive funds in the amount required for the entire program, it has been necessary to confine the research to only a part of the program. During 1953, the program included the following kinds of investigations:

- 1) Continuing routine collection and analysis of current catch statistics, logbook data, and related information for measuring intensity of fishing and changes in abundance and yield of the stocks of tunas and bait-fishes.
- 2) Continuation of compilation and analysis of historical data for measuring past changes in abundance and yield of tuna and bait-fish stocks, together with theoretical studies to provide a basis for interpreting those data with respect to estimation of levels of maximum sustained catch.
- 3) Continuation of studies of biology, ecology, and life history of bait species, with major emphasis on the anchoveta.
- 4) Experimental transplantation of anchovetas from Panamá to the Gulf of Nicoya to determine the possibility of rehabilitation by this means.

5) Investigation of important aspects of biology, ecology, and life histories of yellowfin and skipjack tunas as possible within limits of available funds, taking advantage of opportunities for co-operative work with other agencies.

6) Co-operation with Scripps Institution of Oceanography in analysis and interpretation of oceanographic data from the Eastern Pacific; correlation of oceanographic factors with general biological productivity and with the productivity of the tuna fishery.

Progress on Investigations

During the latter half of 1953, funds for research were augmented by an increase in appropriations for fiscal year 1953-54. This has made possible the conduct of research in progress at a somewhat more satisfactory rate, and the initiation of some additional studies. The increase, to \$107,000 for the year, is still a good deal less than that needed to support the investigations at sea which are indispensable to the solution of some of the more important problems of tuna biology. Fortunately, limited progress has continued to be made on this phase of the investigations through the co-operation of other organizations.

The collection, tabulation, and analysis of catch statistics, logbook data, and related information respecting current activities of the fishing fleet continued in routine fashion during 1953. From these data we are able to measure currently the geographical distribution, the yield, and the apparent abundance of the stocks of tunas and bait fishes. By comparison of current data with those of earlier years, we may determine the present condition of the fishery and detect the effects of fishing on the stocks.

Good progress was made during the year on the tabulation and analysis of the large amount of historical data previously collected. Data respecting total catch and catch-per-day's-absence have been reduced to comparable series of measurements for the period 1934 to the present. Similar treatment of data respecting catch-per-day's-fishing has progressed, but there remain several months of work before the tabulation of all historical logbook data will be completed. From the analyses so far completed, it appears that: (1) There have been rather marked changes in the apparent abundance of yellowfin tuna, associated with changes in amount of fishing, indicating that the fishery is sufficiently intense to have a noticeable effect on the average size of the stock of this species. (2) In the case of skipjack tuna, on the contrary, there have been large variations from year to year in the apparent abundance, having no clear relationship to the intensity of fishing, indicating that variations due to natural factors are large in relation to those induced by the fishery at the present level of fishing intensity.

Interpretation of statistics of catch, abundance, and fishing intensity

in terms of the dynamics of the fish populations requires the employment of a suitable mathematical model. Models which have been employed in other fisheries are not entirely suitable for the tuna fisheries. It has, therefore, proved necessary to undertake investigations toward the development of a suitable model, and methods of application to fisheries data, which can be employed in the tuna fisheries.

Of fundamental importance to understanding in detail the effects of fishing on the tunas of the Eastern Pacific is knowledge of the natural biological units, or stocks, into which each species is divided, because the dynamics of each separate stock must be considered individually if maximum yield is to be obtained. Morphometric comparisons of yellowfin tuna specimens from the west coast of the Americas with specimens from the Hawaiian Islands and from southeast Polynesia (Marquesas-Societies-Tuamotus) indicate that the population of the region of our fishery is distinct from those to the westward. For skipjack tuna, the tentative result is similar, but the evidence is less clear-cut. Whether there is more than one sub-population, or stock, of each tuna species **within** the region of the fishery along the Americas is also an important, but as yet unanswered, question. Morphometric techniques appear not to be suitable for investigating this problem. Chemico-genetic techniques, such as paper chromatography of muscle tissue, have not yet been sufficiently proved to make them reliable. Direct measurement of migrations by tagged tunas appears to be the most useful technique immediately available, and is being explored on a limited scale by scientists of the California State Fisheries Laboratory.

During 1953 some progress was made in adding to our meager store of knowledge concerning the life histories, behavior, and habits of the tunas. Continued systematic measurement of tunas landed at San Pedro, by scientists of the California State Fisheries Laboratory, added to knowledge of the seasonal and geographical variation in size composition of the commercial catch. Return of a few yellowfin tunas tagged by scientists of the State Laboratory which had been at liberty for upward of one year confirmed previous inferences respecting age and growth from size-frequency data, namely, that the individuals of this species grow very rapidly and that the present commercial fishery is supported by the few youngest age-classes. The hypothesized existence of large, old yellowfin and bigeye tuna in sub-surface waters of the tropical Eastern Pacific was successfully verified by means of a special investigation, operation "Longline," aboard the California State research vessel "N. B. Scofield," conducted by our staff in co-operation with scientists of the State Fisheries Laboratory and the Scripps Institution of Oceanography. Specimens collected on this voyage also added to knowledge of the feeding habits and the spawning of these species.

The importance of the oceanography of the Eastern Pacific to the success of the tuna fisheries was illustrated in notable fashion during the early

months of 1953. During this time the current system off northern South America exhibited an abnormality, which occurs every few years, known as "El Niño", one result of which is the extension far down the Peruvian coast of the warm, low salinity waters normally associated with the region of the Equatorial Countercurrent. Associated with this marked oceanographic abnormality, fishing for yellowfin and skipjack tuna became unproductive in the normally productive region along the northeastern edge of the Perú Current. From this it may easily be perceived that a complete understanding of the causes of variation in the tuna fisheries must depend on knowledge of the oceanography of the tropical Eastern Pacific.

The Commission has been unable to undertake oceanographic studies with its own resources. Limited progress on improving our knowledge of the oceanography of our region has, however, resulted from work done by agencies with which our scientific staff is associated, and by others. The "Shellback" expedition during the summer of 1952, described in last year's annual report, gathered extensive basic data which are not yet completely processed. Temperature and salinity data collected on operation "Longline" during January-February 1953 have been of value in measuring the effects of the abnormal circulation at that time. By a happy circumstance Yale University sent an oceanographic expedition to the waters off Ecuador and Perú in March and April 1953, the results of which are expected to be of great value in this respect. While it is gratifying to note this progress, it must be pointed out that this unsystematic kind of study is not adequate to elucidate the annual and seasonal variations in the oceanographic regime, knowledge of which will, of a certainty, be necessary to full utilization of the tuna fisheries.

Studies of the bait species by means of samples collected by the fishing fleet have been primarily directed to the anchoveta, **Cetengraulis mysticetus**, which is the bait species most important to the fishery. Material collected by the fleet has been supplemented by collections made by our own scientists, and by a technical expert of FAO in Panamá. Our knowledge of the life history and racial composition of this species has been greatly increased during the past year. Information on the feeding habits of anchovetas, and related observations on their habitats, provides a basis for explaining the restricted distribution of the species.

Preliminary field tests of the tag developed for use in measuring migration of anchovetas indicated the need for its improvement. This improvement has been made, and extensive tagging in the Gulf of Panamá is planned for the ensuing year.

Continuing studies from the laboratory at Puntarenas have provided improved knowledge of the hydrographic regime of the Gulf of Nicoya and its seasonal changes. Extensive collections of the several species of fishes

suitable as tuna-bait have been made throughout the year. Since intensive observation and collection failed to indicate the presence of anchovetas up to October 1953, it is believed safe to conclude that the species had been completely eliminated in that area. Since the anchoveta was completely absent, since other closely related species are flourishing, and since there seemed to be no obvious reason why the anchoveta should not live in the Gulf of Nicoya, it was believed to be a worthwhile experiment to introduce adults from Panamá in an attempt to rehabilitate the population. Accordingly, in October 1953, 4,000 scoops (about 500,000 individuals) of adult anchovetas were transplanted aboard the M/V "Saratoga" from the Gulf of Panamá to the Gulf of Nicoya. This was immediately prior to their spawning season in Panamá, and, therefore, presumably just prior to spawning in the Gulf of Nicoya. Results of this transplantation are not yet evident; subsequent observation and capture of some adults indicated their survival, but failure to find juveniles in collections through mid-February 1954 indicates possible failure of spawning or survival of young.

To provide a basis for planning investigations of the anchoveta resources of the Gulf of Panamá, planned to be commenced in mid-1954, existing information on the oceanography, meteorology, and marine biology of the area has been assembled and reviewed. An extremely valuable series of data on hydrography and meteorology from 1908 to date were obtained from the Panamá Canal Company.

Adherence of Panamá

The Republic of Panamá has adhered to the Convention, with effective date September 21, 1953. Commissioners from the Republic of Panamá had not been appointed by the end of the year.

The Commission plans to undertake field investigations of the important anchoveta population of the Gulf of Panamá during 1954, an item for this purpose having been included in the budget recommended for fiscal year 1954-55.

Membership Change

Dr. John L. Kask, of the U. S. Section of the Commission, resigned from the U. S. Fish and Wildlife Service on July 7, 1953 and resigned from this Commission at the same time. No replacement for Dr. Kask was appointed during the rest of the year.

Annual Meeting

The Commission held its regular annual meeting in San Diego, California, on August 14, 1953. The following actions were taken:

- 1) Approved for publication the Annual Report for the year 1952.
- 2) Reviewed investigations in progress, and discussed and approved investigations to be undertaken during the current fiscal year; the program of investigations made possible with available funds for joint expenses in the amount of \$107,000 is, of course, a good deal more restricted than that recommended to the member governments, estimated financial requirements for which was \$412,000
- 3) Recommended to the member governments a program of investigations for fiscal year 1954-55 including only the minimum research believed to be necessary to satisfy the current commitments of the Commission under the terms of the Convention. Estimated that this minimum program would require a budget of \$225,000, and recommended its appropriation by the member governments.
- 4) Adopted the following resolution respecting proportion of contributions to joint expenses by member governments:

"Whereas, the Treaty provides for the division of the cost of the activities carried on by the Commission between the High Contracting Parties on the basis of the utilization of the tunas by each of them, respectively, and

"Whereas, it is advisable to define the extent of utilization necessary to create the liability for contribution, and to fix a minimum contribution.

"Now, therefore, be it Resolved, that beginning with fiscal year 1954-1955, each High Contracting Party contribute to the expenses of the Commission in the proportion in which the tunas from the Eastern Tropical Pacific are utilized within their respective countries, regardless of the source of the fish, with a minimum annual payment of \$500.00."
- 5) Agreed that upon the adherence of Panamá, which was anticipated to be concluded in the near future, no contribution would be assessed against Panamá for the current fiscal year (July 1, 1953 to June 30, 1954).
- 6) Determined, on the basis of current statistics of utilization of the tuna from the Convention area, that the division of joint expenses between Costa Rica and the United States during fiscal year 1954-55 should be 0.3% to Costa Rica and 99.7% to the United States, or whichever is the greater.
- 7) Elected Mr. Lee F. Payne Chairman, and Sr. Lic. José L. Cardona-Cooper Secretary for the next year.

Due to a small increase in appropriations for joint expenses, progress

on necessary research has been somewhat greater than in previous years. The Commission has again been fortunate in obtaining the active co-operation of the Scripps Institution of Oceanography, the California State Fisheries Laboratory, and other agencies. In spite of this, essential phases of the research program involving costly research at sea have been again postponed.

Research on the dynamics of the fishery, while yet incomplete, indicates that for yellowfin tuna, although **not** for skipjack, the intensity of fishing is sufficiently great that a least some components of the stock may be now, or in the near future, fished down to levels where the average sustainable yield is less than the maximum. If additional studies confirm this, it will be the duty of the Commission to make pertinent recommendations to the member governments. Recommendations for efficient action can be based only on more extensive knowledge of the life history, biology, and ecology of this tuna species than is now at hand. It seems, therefore, to be of some urgency to commence at an early date those investigations at sea required to gather the information needed for this purpose.

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

Lee F. Payne, Chairman

Virgilio Aguiluz

Víctor Nigro

Eugene D. Bennett

Gordon W. Sloan

John L. Farley

Miguel A. Corro

Domingo A. Díaz

Walter Myers, Jr.

José L. Cardona-Cooper, Secretary

INFORME DE LA COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL CORRESPONDIENTE AL AÑO DE 1953

La Comisión Interamericana del Atún Tropical fué establecida en 1950 en virtud de una Convención entre Costa Rica y los Estados Unidos. La Convención abre la puerta para que otras naciones interesadas en las pesquerías de atún en aguas tropicales del Pacífico Oriental, puedan adherirse posteriormente. Panamá se adhirió al Tratado en Septiembre de 1953.

La Comisión tiene como deberes recolectar e interpretar todos los informes necesarios respecto de las especies de atún y de los peces de carnada que sirven para pescarlas, a fin de facilitar el mantenimiento de las respectivas poblaciones a niveles que permitan un rendimiento máximo permanente; y hacer recomendaciones a los gobiernos miembros para que actúen conjuntamente en pro de los indicados objetivos.

Nuestro organismo comenzó sus investigaciones en 1951. El año 1953 es el tercero de estudios científicos. Durante dicho año se continuaron investigaciones en diversas líneas y se prosiguió su desarrollo.

Programa de investigaciones

La Comisión ha adoptado un amplio programa de investigaciones a que se ha hecho referencia en los informes precedentes, y ha recomendado a los gobiernos miembros las apropiaciones que son necesarias para llevarlo a su realización. Debido a que no se han recibido fondos en la cantidad requerida para cubrir todo el programa, nos hemos visto obligados a limitar la investigación a sólo una parte del mismo. Durante 1953, el programa incluyó las siguientes investigaciones:

- 1) Continuación de la recolección rutinaria y análisis de las estadísticas corrientes de pesca, datos de los diarios de a bordo e información relacionada con las mediciones de la intensidad de la pesca y los cambios en la abundancia y rendimiento de poblaciones de atún y de los peces de carnada.
- 2) Continuación de la compilación y análisis de los datos históricos sobre medición de los cambios en el pescado de la abundancia y rendimiento de las poblaciones de atún y de peces de carnada, junto con estudios teóricos conducentes al logro de las bases para interpretar aquellos datos con respecto a la estimación de los niveles de la pesca máxima continuada.
- 3) Continuación de los estudios sobre la biología, ecología y la historia natural de las especies de carnada, dando mayor énfasis a la anchoveta.

- 4) Transplante experimental de anchovetas de Panamá al Golfo de Nicoya para determinar la posibilidad de rehabilitación por ese medio.
- 5) Investigación de importantes aspectos sobre la biología, la ecología y la historia natural de las especies de atún "aleta amarilla" y "barrilete" (skipjack), efectuada en lo posible dentro de los límites que han permitido los fondos de que se ha dispuesto, tomando ventaja de oportunidades que han ofrecido los trabajos en cooperación con otras organizaciones.
- 6) Cooperación con la Institución Scripps de Oceanografía en el análisis e interpretación de datos oceanográficos del Pacífico Oriental; y estudio de la relación de los factores oceanográficos con la productividad biológica general y con la productividad de la pesquería de atún.

Progreso de las investigaciones

Durante la última mitad de 1953, los fondos para nuestros estudios fueron aumentados en virtud de una mayor apropiación para el año fiscal 1953-54. Esto ha hecho posible llevar a efecto la investigación programada en una proporción algo más satisfactoria, así como iniciar algunos estudios adicionales. El aumento, a \$107,000 para el año, resulta todavía bastante menor que el considerado necesario para sufragar las investigaciones en el mar, indispensables estas para la solución de algunos de los más importantes problemas de la biología del atún. Afortunadamente se ha continuado haciendo un progreso limitado en esta fase de las investigaciones, gracias a la cooperación de otras instituciones científicas.

La recolección, tabulación y análisis de estadísticas de pesca, los datos de los diarios de las embarcaciones, y la información relacionada con las actividades corrientes de la flota pesquera, se continuaron en forma rutinaria durante 1953. Estos datos nos permiten medir corrientemente la distribución geográfica, el rendimiento y la aparente abundancia de las poblaciones de atún y de peces-carnada. Comparando los datos corrientes con los de los primeros años, podemos determinar las condiciones presentes de la pesca y los efectos de las actividades pesqueras sobre las poblaciones de peces.

Se hizo buen progreso durante el año en la tabulación y análisis de la gran cantidad de datos históricos previamente recolectados. Los informes respecto de la pesca total y de la pesca por cada día de ausencia del puerto, han sido ordenados en series de mediciones comparables en un período que comprende de 1934 al presente. También ha progresado un tratamiento similar para los datos respecto de los resultados en la producción por cada día de pesca, pero todavía faltan varios meses de trabajo antes de que la tabulación de todos los datos históricos de los diarios de a bordo haya sido terminada. De los análisis ya completados aparece que: (1) ha habido muy marcados cambios en la aparente abundancia del "aleta amarilla," asocia-

dos con cambios en el volumen de la pesca, lo que indica que la pesquería es suficientemente intensa como para tener un efecto perceptible en el tamaño promedio del stock de estas especies; (2) en el caso del "barrilete," por el contrario, ha habido grandes variaciones de un año a otro en la abundancia aparente, sin que haya una clara relación con la intensidad de la pesca, lo que es indicativo de que los cambios debidos a factores naturales son grandes, en relación con los producidos por la pesquería en el nivel actual de la intensidad de las respectivas actividades.

La interpretación de las estadísticas de pesca, y de la abundancia e intensidad de las actividades pesqueras en términos de la dinámica de las poblaciones de peces, requiere la aplicación de un conveniente modelo matemático. Los modelos que se han empleado en otras pesquerías no son enteramente satisfactorios para las pesquerías de atún. Se ha visto, pues, la necesidad de realizar investigaciones que conduzcan al desarrollo de un modelo (matemático) apropiado y de métodos de aplicación a los datos de las pesquerías, que puedan ser usados con relación a las especies de atún objeto de nuestro estudio.

De fundamental importancia para la comprensión, en detalle, de los efectos de la pesca en los atunes del Pacífico Oriental, es el conocimiento de las unidades biológicas naturales (stocks) en que las especies pueden estar divididas, porque la dinámica de cada stock separado debe ser considerada individualmente si es que se desea obtener el máximo rendimiento.

Las comparaciones morfométricas de especímenes de "aleta amarilla," de la costa oeste de las Américas, con especímenes de las Islas Hawaiianas y del sureste de la Polinesia (Marquesas-Societies-Tuamotus) indican que la población de la región de nuestras pesquerías es distinta de las occidentales. En cuanto al "barrilete," el resultado tentativo es similar, pero la evidencia es menos clara. Si en efecto existe más de una "sub-población" o stock de cada especie de atún **dentro** de la región de las pesquerías a lo largo de las Américas, es también una pregunta importante, no contestada todavía. Las técnicas morfométricas no parecen servir para la investigación de este problema. Las técnicas químico-genéticas tales como la técnica cromatográfica en papel del tejido del músculo no han sido todavía suficientemente probadas como para poder depender de ellas. Las mediciones directas de los movimientos migratorios, por medio de atunes marcados, parecen ser la técnica más efectiva de que se dispone al presente, y han sido ensayadas en limitada escala por científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California.

Durante 1953 se hizo algún progreso en aumentar nuestro escaso material de conocimiento relativo a la historia natural, la conducta y hábitos de los atunes. Se continuaron las mediciones sistemáticas (efectuadas por científicos del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California) de atún descargado en San Pedro, adicionadas al conocimiento de la variación estacional y geográfica en la composición de tamaños de la pesca comer-

cial. La recuperación de unos pocos ejemplares de "aleta amarilla," marcados por científicos del laboratorio antes mencionado, ejemplares que habían sido liberados hace más o menos un año, han confirmado nuestras deducciones anteriores con respecto a la edad y crecimiento con base en los datos sobre frecuencias de tamaño, es decir, que los individuos de esta especie crecen muy rápidamente y que la pesquería comercial del presente se mantiene con las pocas clases jóvenes. La existencia hipotética de voluminosos y viejos atunes "aleta amarilla" y "ojo grande" en aguas profundas del Pacífico Tropical del Este, fué verificada con buen éxito por medio de una investigación especial llevada a cabo durante la expedición "Longline," del barco-laboratorio del Estado de California el "N. B. Scofield," efectuada por nuestro personal en cooperación con científicos del Laboratorio de Pesquerías del mismo Estado y de la Institución Scripps de Oceanografía. Los especímenes recolectados en este viaje también aumentaron el conocimiento sobre hábitos de alimentación y desove de estas especies.

La importancia de la oceanografía del Pacífico Oriental para el buen éxito de las pesquerías de atún fué ilustrada de manera notable durante los primeros meses de 1953. En este tiempo el sistema de corrientes en aguas fuera de la costa norte de Sud América, presentaron una anomalía que ocurre cada cierto número de años, conocida con el nombre de "El Niño," resultado de la cual es el aumento, en la costa del Perú, de aguas tibias de baja salinidad, que normalmente se encuentran en la región de la Contracorriente Ecuatorial. Durante esta marcada anomalía oceanográfica, la pesca de "aleta amarilla" y "barrilete" vino a ser muy improductiva en la región normalmente abundante a lo largo del borde nordeste de la Corriente del Perú. De esto puede percibirse fácilmente que una comprensión completa de las causas que ocasionan las variantes en las pesquerías de atún tiene que depender de un buen conocimiento de la oceanografía del Pacífico Oriental tropical.

La Comisión no ha estado en condiciones de emprender estudios oceanográficos con sus propios recursos. Sin embargo, se ha logrado algún progreso en la ampliación de nuestro conocimiento de la oceanografía de la región, gracias al trabajo realizado por instituciones u organizaciones con las cuales está asociado nuestro personal científico, y por otras. La expedición "Shellback" durante el verano de 1952, a que nos referimos en el anterior informe anual, recogió abundantes datos básicos cuyo ordenamiento aún no ha sido terminado. Los informes sobre temperatura y salinidad recogidos durante la expedición "Longline," durante los meses de enero y febrero de 1953, han sido de utilidad en la medición de los efectos producidos por la circulación anormal en aquel período. Por una feliz circunstancia, la Universidad de Yale envió una expedición oceanográfica a las aguas fuera del Ecuador y el Perú en marzo y abril de 1953; se espera que sus resultados serán de gran valor a este respecto. Al mismo tiempo que es grato hacer notar este progreso, debe señalarse que esta forma no sistemática de estudio resulta inadecuada para elucidar las varia-

ciones anuales y estacionales en el régimen oceanográfico, conocimiento de lo cual será indiscutiblemente necesario para su completa utilización en las pesquerías de atún.

Los estudios de los peces de carnada por medio de muestras recolectadas por la flota pesquera se han concentrado principalmente sobre la anchoveta, **Cetengraulis mysticetus**, que es el pez de carnada más importante para las pesquerías de atún. El material recolectado por la flota ha sido completado con las recolecciones hechas por nuestros científicos y por un técnico de la FAO en Panamá. Nuestro conocimiento de la historia natural y de la composición racial de esta especie, ha sido considerablemente ampliado durante el pasado año. La información sobre los hábitos alimentarios de las anchovetas y las observaciones relativas al ambiente en que nacen y viven, proporciona una base para explicar la distribución restringida de esta especie.

Las pruebas preliminares realizadas en las respectivas áreas con la marca desarrollada para determinar los movimientos migratorios de las anchovetas, indicaron la necesidad de una mejora. Este adelanto se ha conseguido, y se planea una extensa marcación en el Golfo de Panamá para el año siguiente.

Los estudios continuados en el laboratorio de Puntarenas nos han permitido ampliar el conocimiento del régimen hidrográfico del Golfo de Nicoya y de sus cambios estacionales. Se han hecho abundantes recolecciones durante el año, de las diversas especies de peces utilizados como carnada para el atún. Ya que la intensiva observación y las recolecciones no han logrado comprobar la presencia de anchovetas hasta octubre de 1953, se considera segura la conclusión a que llegamos, de que la especie había sido completamente eliminada en aquella área. Tomando en consideración la falta absoluta de anchovetas, y que otras especies emparentadas muy de cerca con éstos se mantienen allí perfectamente, y no encontrando que haya razón aceptable para que las anchovetas no puedan vivir también en el Golfo de Nicoya, se creyó que sería un valioso experimento el introducir ejemplares adultos de Panamá en una tentativa de rehabilitar la población en dicho Golfo. De acuerdo con ese plan fueron transplantados, en octubre de 1953, 4,000 "scoops" (alrededor de medio millón de ejemplares) de anchovetas adultas, utilizándose para esa operación el barco "Saratoga," que las tomó del Golfo de Panamá y las liberó en el Golfo de Nicoya. Esto fué inmediatamente antes de la época de desove en Panamá y, en consecuencia, presumiblemente muy cercanas al desove en la nueva área. Los resultados de este trasplante no son evidentes todavía; la observación y posterior captura de algunos adultos indicó que lograron sobrevivir, pero el hecho de no encontrar ejemplares juveniles en las recolecciones que se hicieron a mediados de febrero de 1954 hace pensar en un posible fracaso en el desove o en la pega de las crías.

Para obtener una base que nos permitiera planear las investigaciones sobre las reservas de anchovetas en el Golfo de Panamá, a comenzarse a mediados del año 1954, ha sido ordenada y revisada la información existente relativa a la oceanografía, meteorología y biología marina del área. Una serie de datos hidrográficos y meteorológicos, valiosos en extremo, que cubren un período de 1908 a la fecha, fueron obtenidos de la "Panamá Canal Company."

Como Apéndice A, adjunto al presente informe, aparece un reporte del Director de Investigaciones con mayores detalles sobre las labores durante 1953.

Adhesión de Panamá

La República de Panamá se adhirió a la Convención a partir del 21 de septiembre de 1953. Los Delegados de ese país no habían sido designados al terminar el año.

La Comisión proyecta efectuar investigaciones, durante 1954, sobre la importante población de anchovetas del Golfo de Panamá. Al efecto se ha incluido una partida en el presupuesto recomendado para el año fiscal 1954-55.

Cambio de Delegado

El Doctor John L. Kask, de la Sección de los Estados Unidos, renunció a su cargo con el Servicio de Pesca y Vida Silvestre (U. S. Fish and Wildlife Service) el 7 de julio de 1954 y al mismo tiempo de la representación de dicho país en la Comisión. Durante el resto del año no llegó a designarse su sucesor.

Reunión Anual

La Comisión efectuó su reunión ordinaria anual en San Diego, California, comenzando el 14 de agosto de 1953. Se procedió en el siguiente orden:

- 1) Fué aprobado para su publicación el Informe Anual del año 1952.
- 2) Se dió cuenta de las investigaciones en progreso y se discutieron y aprobaron las que habrían de efectuarse durante el resto del corriente año fiscal. El programa de investigaciones realizable con los fondos disponibles para los gastos conjuntos de la Comisión, por la suma de \$107,000, resulta, por supuesto, bastante más restringido que el recomendado a los gobiernos miembros, para cuyo cumplimiento se había estimado la suma de \$412,000.
- 3) Se recomendó a los gobiernos miembros un programa de investigaciones para el año fiscal 1954-55, en el que solamente se incluyeron

actividades mínimas consideradas necesarias para satisfacer los compromisos ordinarios de la Comisión bajo los términos del Convenio. Se estimó que este programa mínimo requeriría un presupuesto de \$225,000 y se recomendó la respectiva apropiación a los gobiernos miembros.

4) Se aprobó la siguiente resolución con respecto a la proporción de las contribuciones para los gastos conjuntos que han de hacer los gobiernos miembros:

"Considerando que el Tratado dispone la división del costo de las actividades a cargo de la Comisión entre las Altas Partes Contratantes sobre la base del aprovechamiento del atún que respectivamente haga cada una de ellas, y

Considerando que es conveniente definir los límites de utilización para establecer los alcances de la contribución y fijar una cuota mínima,

Por tanto, se resuelve que a partir del año fiscal 1954-55, cada una de las Altas Partes Contratantes contribuya a los gastos de la Comisión en la proporción en que el atún pescado en el Pacífico Oriental tropical sea utilizado dentro de sus respectivos países, sin tomar en cuenta la zona en donde el pescado se obtenga, fijándose un pago anual mínimo de \$500."

5) Se acordó que, al efectuarse la adhesión de Panamá, que se adelantó sería formalizada en un futuro próximo, no se cargaría contribución ninguna contra dicho país por el año fiscal comprendido entre el 1 de julio de 1953 y el 30 de junio de 1954.

6) Se determinó que, con base en las estadísticas corrientes sobre utilización del atún procedente de la región objeto del Convenio, la división de los gastos conjuntos entre Costa Rica y los Estados Unidos durante el año fiscal 1954-55, sería: el 0.3% por Costa Rica y el 99.7% para los Estados Unidos, o la suma de \$500 si ésta última resultare mayor que el porcentaje indicado.

7) Se eligió Presidente al Señor Lee F. Payne, y Secretario al Señor Licenciado José L. Cardona-Cooper para el próximo año.

Debido a un pequeño aumento en las apropiaciones para los gastos conjuntos, el progreso en las investigaciones consideradas como necesarias ha sido algo mayor que en años anteriores. La Comisión ha sido nuevamente afortunada al obtener la activa cooperación de la Institución Scripps de Oceanografía, del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California y de otros organismos. A pesar de esto, ha sido necesario posponer otra vez fases esenciales del programa que incluye una costosa investigación en el mar.

El estudio, todavía incompleto, sobre la dinámica de la pesquería, indi-

ca que, en cuanto al atún "aleta amarilla," aunque **no** en cuanto al "barrilete," la intensidad de la pesca es suficientemente grande como para que al menos algunos componentes del stock puedan ser, ya en el presente o en un futuro cercano, reducidos a niveles en que el promedio de rendimiento continuado es inferior al máximo rendimiento. Si más amplias investigaciones llegan a confirmar esto, será un deber de la Comisión hacer recomendaciones pertinentes a los gobiernos miembros. Si esas recomendaciones han de hacerse, como es lógico, para que se tomen medidas eficaces, deben tener como base un conocimiento más amplio del que ahora se tiene sobre la historia natural, la biología y la ecología de esta especie de atún. En consecuencia, parece ser de alguna urgencia que se comiencen cuanto antes las investigaciones que es preciso hacer en el mar, para obtener la información necesaria a este propósito.

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Lee F. Payne, Presidente

Virgilio Aguiluz

Víctor Nigro

Eugene D. Bennett

Gordon W. Sloan

John L. Farley

Miguel A. Corro

Domingo A. Díaz

Walter Myers, Jr.

José L. Cardona-Cooper, Secretario

APPENDIX A

REPORT ON THE INVESTIGATIONS OF THE INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION FOR THE YEAR 1953

By

Milner B. Schaefer, Director of Investigations

The scientific staff of the Inter-American Tropical Tuna Commission is engaged in investigations having the purpose, specified by the Convention, of gathering and interpreting factual information which will facilitate maintaining, at levels which will permit maximum sustained catches, the populations of yellowfin and skipjack tunas, and of other kinds of fishes, taken by tuna fishing vessels in the Eastern Pacific Ocean. This involves a broad program of research on the biology, ecology, and population dynamics of the tunas and bait fishes, including the effects of both fishing and environmental factors on the stocks of each species.

The Commission has approved and recommended to the member governments a broad program of research necessary to determine the present condition of the population of tunas, and to provide the biological basis for efficient recommendations for their conservation. It has not been financially possible to undertake adequate studies along all of the several avenues of research recommended. During 1953, the third year of investigations, we have, as in previous years, given primary attention to the collection and analysis of data bearing on the quantitative determination of the general levels of the fish populations and the effects of fishing on them. Studies of the biology and ecology of the important bait species also have been emphasized, because of the importance of the bait fishes to the tuna fishery, and because knowledge of these species, particularly the most important, the anchoveta, was almost completely lacking prior to the initiation of the Commission's investigations. Research on the life histories, biology, and ecology of the tunas, including the oceanographical studies basic to understanding the relation of the tunas to their environment, has been sporadic and far from comprehensive, because the research given priority was deemed to be of more immediate urgency, and because funds

available have been completely inadequate for supporting work at sea required for this kind of study. The progress we have made in this direction has been due in major part to the opportunities afforded for co-operative studies with other research agencies. These agencies have made possible some of the seagoing research otherwise completely beyond our means.

During the first two years of investigation, the staff was primarily engaged in collecting and systematizing information along the several lines of study. During 1953, this data-gathering activity was continued. The growing body of information has, however, made desirable the employment of an increasing share of the time of the staff in analysis and interpretation. Research on some subjects has progressed sufficiently to permit reporting of results in publications.

Investigations during 1953 included the following activities:

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

Fundamental to research on the dynamics of the tuna fishery, in order to insure rational utilization, is the continuous measurement of the abundance of the fish populations, amount and success of fishing, and yield obtained. Such measurements are most conveniently obtained from the detailed records of the fishery itself. It is, therefore, of paramount importance that the staff collect and compile, on a continuing basis, detailed information respecting amount caught of each species, dates and locations of fishing, and effort required to make the catches. The resulting data, when properly analyzed and compared with similar data for prior years, form the fundamental basis, together with pertinent biological and ecological data, of determining the condition of the fishery and of formulating conservation measures as may be required.

Statistics of total catch of tunas

Information respecting total amounts and kinds of tropical tunas taken from the Eastern Pacific Ocean is collected from a number of sources, as described in previous reports. Resulting data on total production are substantially complete, except for very minor amounts of fish consumed fresh in countries other than the United States. Table 1 is a recapitulation of the total catch, by species, from 1940 through 1953, of yellowfin and skipjack tuna from the Eastern Pacific Ocean, and also the quantities received for processing in the United States.

Although data from countries other than the United States are not yet complete for 1953, it may be seen that the receipts in the United States alone give a fairly good measurement of the total yield, since they constitute over 95 per cent of the total catch in recent years. The United States receipts tabulated here include not only catches made by United States fishermen, but also those catches made by fishermen of other nations of the Americas which were shipped frozen to the United States for processing and marketing.

**TABLE 1. CATCH OF YELLOWFIN AND SKIPJACK TUNA FROM THE EASTERN PACIFIC OCEAN
1940-1953, 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	137.8	133.8	.....	271.6	..... (1)	.....	.....	.....	51

(1) Not yet completed.

It may be seen from this tabulation that in 1953 there was a sharp drop from the previous year in the yield of yellowfin tuna. This is attributable in some degree to poor fishing success, during the early part of the year, experienced by the long-range vessels operating off the northern coast of South America, associated with a quite abnormal oceanographic situation. There has also, however, been a longer-term decline in success of yellowfin fishing, especially on the distant grounds, associated with increased fishing effort, as will be indicated subsequently.

It may be observed that as the production of yellowfin has ceased to grow in the last few years, the production of skipjack has tended to increase. Production of skipjack, however, is subject to rather large year-to-year fluctuations, apparently dependent on variable availability to the fishermen. For example, 1952 seems to have been a year of quite low availability, while in 1953 the availability may have been somewhat higher than normal. Production of this species in 1953 reached an all-time high.

The last column of Table 1, showing percentage of yellowfin tuna in the landings, indicates the general tendency toward an increased share of skipjack in the catches in recent years. The low value in 1942 was, of course, due to the curtailment in that year of operations of the long-range fleet, which at that time brought in a very large share of yellowfin. As the fleet again extended its operations, the share of yellowfin increased, reaching a level of about 75 per cent in the immediate postwar years. Since 1948, a downward trend is evident in percentage of yellowfin.

Major share of the catch is made by clippers, which use hook and line to catch the tuna, which are attracted and induced to bite by live bait. Of the tuna landed by vessels based in California ports, which account for the major part of the total production of the fishery, bait-boats caught the percentages indicated in Table 2 during the last six years. It may be seen that during this period the clippers ordinarily took 82 to 91 per cent of the yellowfin and 87 to 94 per cent of the skipjack. The low percentage of the yellowfin catch made by clippers in 1953 is a further manifestation of the low availability of yellowfin in the region off northern South America, referred to above. The seiner fleet, most of which fishes further to the northward, was little affected by this compared with the clipper fleet, the long-range component of which frequents this area to a large extent.

TABLE 2. 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

In order to study in detail the seasonal, annual, and geographic variations in catch and abundance of the tunas, detailed information is gathered routinely by the staff from logbook records, the methods of collection and compilation of which have been described in earlier reports. Geographical distribution of catches and fishing effort has been tabulated and plotted by seasons for the years 1951 and 1952; the 1953 data are still in process. These data provide a firm basis for understanding the distribution of the tunas and variations in space and time in relation to environmental factors. They are particularly valuable, of course, for elucidating such abnormalities as that of 1953. The information is not yet sufficiently refined for publication, but will be included in future scientific reports.

Catch-per-day's absence

From records of quantities of tuna landed and time absent from port, which are obtained for nearly all vessels based on the United States West Coast, the catch-per-day's-absence from home port is computed. For seiners, this provides a measurement of the abundance of tunas as encountered by the fishermen, since they fish for the tunas directly with nets. For clip-pers, however, this statistic measures the combination of apparent abundance of tunas and prior success in catching the live bait necessary for this method of fishing. It is to be regarded as a measurement of over-all **success of fishing** which, under certain assumptions, may also be employed to indicate changes in the abundance of the tunas.

This statistic has the great virtue that the current data are comparable to similar data available from records of the industry for the past twenty-two years, and so may be employed to study major changes which have occurred as the intensity of fishing has changed over that period. Current data will be discussed together with the historical data in a later section of this report (p. 27).

Catch-per-day-of-tuna-fishing

A more exact measurement of the average abundance of tuna, as encountered by the fishermen, is provided by the catch-per-day-of-tuna-fishing. This is computed from the logbook records of number of days actually spent fishing for tuna, and the resulting catch. Currently, we are obtaining logbook records on about 85 per cent of the fishing fleet, both bait-boats and seiners, so that the records are sufficiently extensive to give results of high accuracy.

Efficiency of vessels has been found to vary with their size. In order to combine data from vessels of different size, it is necessary to apply suitable efficiency factors in order to measure the fishing effort in terms of number of fishing days of a size of vessel taken as standard. These efficiency factors are arrived at by comparing catches of vessels of different size fishing in the same areas, as described in a previous report. This pro-

cedure enables us to measure apparent abundance of the tunas in units which are comparable from area to area and year to year.

The average catch-per-day's-fishing of all the vessels from which we have records, in terms of standard units, provides a measurement of the mean abundance of fish encountered by the fishermen over the whole range of the fishery. Over a series of years it provides an objective method of measuring the changes which are taking place in the standing crops of tunas of catchable sizes, averaged over the whole range of the fishery.

Since vessels of different size fish to some extent in different areas, the smaller vessels going to the less distant waters, it is also of value to determine separately the average catch-per-day-of-tuna-fishing for different size classes. Six size-categories of vessels, based on fish capacity, are employed in tabulating these and other data:

- Class I—Capacity up to 50 tons
- Class II—Capacity 51-100 tons
- Class III—Capacity 101-200 tons
- Class IV—Capacity 201-300 tons
- Class V—Capacity 301-400 tons
- Class VI—Capacity over 400 tons

Measurements of apparent abundance of yellowfin and skipjack during the past three years, measured by the catch-per-day-of-tuna-fishing of clipper, are depicted in Figure 1. With respect to yellowfin tuna, it may be seen that there has been little change during these years for the two smallest size classes of vessels, which fish only in areas close to their home ports in California, never further south than the Gulf of Tehuantepec. For the larger vessels, which range further southward, there has been a very marked decline in apparent abundance of yellowfin during these three years, the decline being greatest for the largest sizes of vessels, which fish mostly in waters most distant from their home ports. In the case of skipjack, it may be seen that 1952 was a year of rather low apparent abundance of this species as measured by all categories of vessels, while 1951 and 1953 were similar in abundance, 1951 being slightly better for the largest vessels.

Such changes as these may be due to changes in the number of fish in the area or to changes in their availability to the fishermen. In 1953 for example, the very poor yellowfin catches by the (large) vessels fishing off northern South America were associated with abnormal oceanographic conditions, which will be discussed later, which presumably altered the distribution and behavior of the fish, making them less available to the fishermen. Again, the very large year-to-year changes in the catch-per-day's-fishing of skipjack are probably due in large part to variations in their availability. Some variation in average availability may also arise from variation in the annual pattern of vessel operations. During a year, such as 1951, when the operations of the fleet are curtailed, due to economic

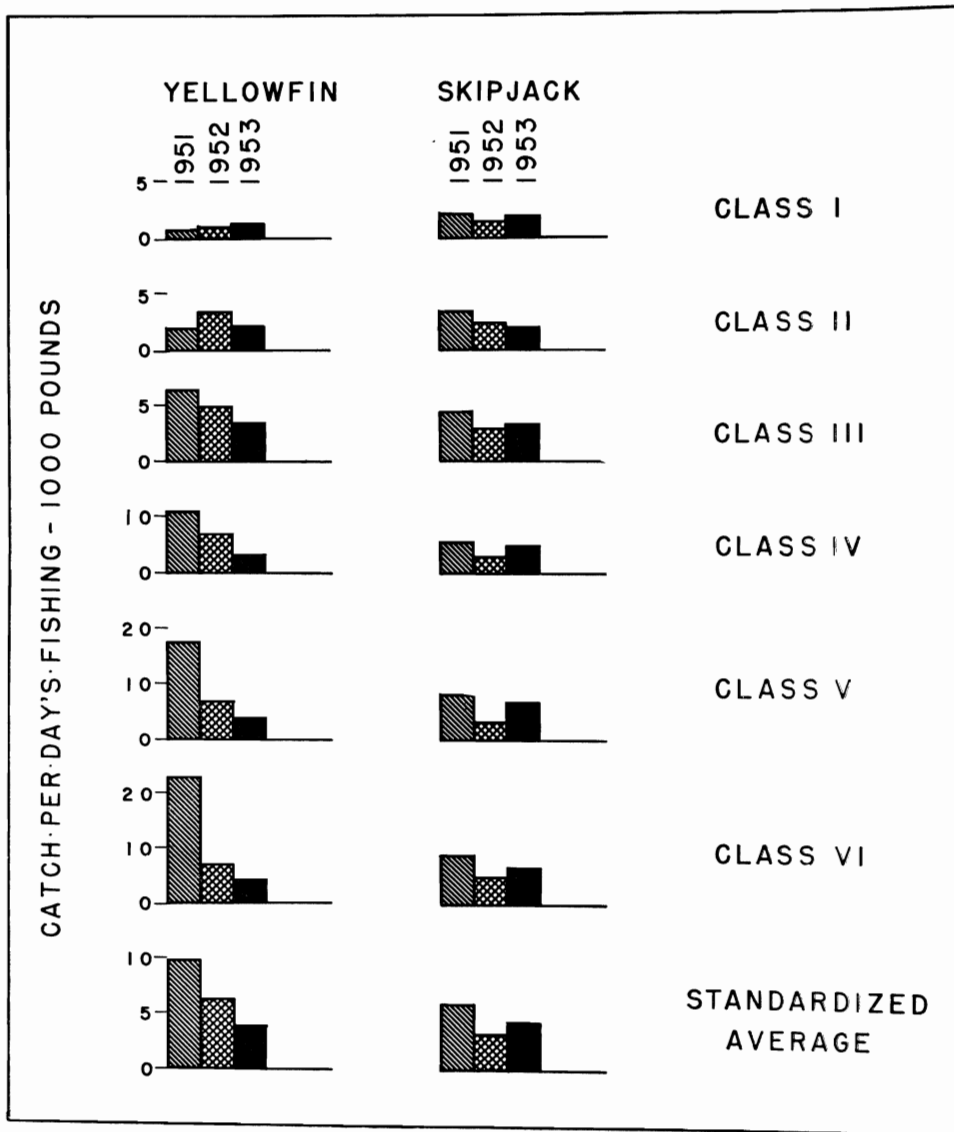


FIGURE 1. Catch-per-day-of-tuna-fishing, by species and vessel size-classes, for clippers, 1951-1953

factors, during a part of the year, the apparent abundance may be different than when the fishing is conducted throughout the entire year in the normal manner. In order to discount variations in availability, and so estimate changes in the sizes of the stocks, and in order to determine whether such changes are related to amount of fishing, we need to examine the trends over a considerable series of years. Fortunately, we have gathered and are in the process of compiling data comparable to these for a number of earlier years. The analysis of these historical data is, obviously, vital to the sound interpretation of those being gathered currently.

Statistics of bait-fish catch

It has been shown above (Table 2) that the greater part of the tuna taken from the tropical Eastern Pacific is caught by clippers. Indispensable for this kind of fishing are the small, live fishes used to attract the tunas and to induce them to bite so that they may be brought aboard the fishing vessel with hook and line. Until the Commission commenced its studies in 1951, little was known of the kinds and quantities of bait used by the fleet. An important part of our continuing task of keeping basic records on the operations and results of the fishing fleet, is the compilation from the logbook records, of quantities and kinds of bait fish taken and the localities of capture. From the amounts of bait logged by vessels keeping adequate records (some 85% of the fleet), we can estimate rather accurately the amounts caught by the whole fleet. The amounts caught of each species, thus estimated, is tabulated for the three years 1951 through 1953 in Table 3. These estimates apply to the fleet of tuna clippers based on the West Coast of the United States (California). Not included are a number of small vessels engaged sporadically in fishing near California, vessels based in Latin America, and some United States vessels shipping catches of tuna from Panamá and elsewhere. The tabulated estimates include, however, about 90% of all bait taken and thus give a fairly good measure of the yield of the bait fisheries.

The anchoveta, a large, deep-bodied, tropical anchovy which occurs in various bays from Almejas Bay (Baja California) to northern Perú, is the single most important species of tuna bait, being preferred because of its hardiness in the bait tanks and other characteristics. This species accounted for 63% of all bait in 1951, 60% in 1952, and 38% in 1953. The Gulf of Panamá yields the largest total catch of any area of this important species at the present time.

It may be noted that Galápagos sardines constituted a much larger share of bait in 1952 and 1953 than in 1951, reflecting the variable supply of that bait from year to year. Sardines taken in Galápagos are small fish of the zero year class, the abundance of which varies greatly from year to year. Availability of bait in other, alternative baiting areas, also affects the extent to which the Galápagos are used as a baiting ground.

Just as in the case of the tunas, we are obtaining from logbooks information both on the quantities of bait taken and on the amount of time

TABLE 3. AMOUNTS* AND PERCENTAGES OF KINDS OF BAIT FISHES TAKEN
BY CLIPPERS BASED IN U. S. WEST COAST PORTS, 1951-1953

	1951		1952		1953	
	Amount	Per cent	Amount	Per cent	Amount	Per cent
Anchoveta (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	1604	63.0	2589	59.8	1611	37.2
California sardine (<i>Sardinops caerulea</i>).....	382	15.0	295	6.8	440	10.2
Galápagos sardine (<i>Sardinops sagax</i>).....	83	3.3	594	13.7	1080	24.9
Northern anchovy (<i>Engraulis mordax</i>).....	160	6.3	590	13.6	851	19.7
Southern anchovy (<i>Engraulis ringens</i>).....	.....	.....	.....	.....	33	0.8
California sardine and northern anchovy, mixed and not separately identified.....	12	0.5	52	1.2	173	4.0
"Herring" (<i>Opisthonema</i> , <i>Sardinella</i> , <i>Ilisha</i>)....	146	5.7	115	2.7	77	1.8
Salima (Family <i>Xenichthyidae</i>).....	61	2.4	55	1.3	26	0.6
Other species, and not specified.....	97	3.8	36	0.8	36	0.8
	-----		-----		-----	
TOTAL	2545		4326		4327	

*In thousands of scoops.

required to take it, so that we may compute the **catch-per-day-of-bait-fishing** for each kind of bait for each baiting area, as a measurement of abundance. This enables us to keep track of the standing crops of bait fishes in each baiting area.

2. Compilation and analysis of historical data

It has been noted in the foregoing discussion of current statistical data that its interpretation in terms of the condition of the fish stocks and the effects of fishing thereon depends upon comparison of suitable statistical measurements over a period of years. It is, therefore, of great importance to obtain not only current information, but also comparable data respecting fishing operations and results for years as far in the past as may be possible. Fortunately, it was discovered that an extensive amount of suitable data is available from several sources. The collection and compilation of this information was commenced in 1951 and continued through 1952 and 1953. Not until mid-1953, however, was it possible to employ sufficient clerical personnel to make significant progress on the task of compiling the very large quantity of data and reducing it to statistical measurements comparable to current information. With increased funds made available in the latter part of 1953 we have been able to proceed more rapidly with this important project.

Compilation of information respecting total catch of tunas from the Eastern Pacific, and the catch-per-day's-absence-from-port for an adequately large sample of the fleet, from 1932, has been completed. Adjustment of statistics of catch-per-day's-absence for effect of vessel size, to provide a statistic comparable over this series of years has been investigated by several alternative methods. From the catch-per-day's-absence, measured in comparable units, and the total catch of each species of tuna from the Eastern Pacific, may also be computed the total relative intensity of fishing for each year.

These series of statistical measurements of amount of fishing, yield, and success of fishing, considering as a whole the populations of each tuna species for the entire Eastern Pacific, give results of considerable interest and importance. In Figure 2, for example, are shown the following data for yellowfin tuna: (1) total landings by all vessels and all types of gear, a measurement of **yield**; (2) catch-per-day's-absence-from-port of a large sample of U. S. clippers, standardized to a class IV clipper, a measurement of **success of fishing**; (3) calculated amount of **total effort**, in terms of number of day's absence from port of a standard class IV clipper. It may be seen from Figure 2 that as the amount of fishing increased from 1934 to the beginning of World War II, the catch increased, but the catch-per-day's-absence declined rather steadily. With the decrease in fishing during the early war years, yield declined but success of fishing increased sharply. Beginning in 1945, amount of fishing increased rapidly for a few years, resulting in increased yield but decreasing success of fishing. In recent

years, intensity of fishing continues to exhibit a slight upward trend, while the downward trend of success of fishing is likewise small. The fishery appears to be leveling off, with a total yield somewhat below the peak yield obtained in 1950.

If it may be assumed that the success of fishing indicates, on the average, the abundance of yellowfin tuna of commercial sizes, it is a fair conclusion from these data that the intensity of fishing on this species has been sufficiently great to affect the average abundance of the fish. This, of course, is the inevitable result of effective exploitation of a fish population and indicates only that the rate of catching is at a sufficiently high level to affect measurably the average size of the standing crop. In itself, it tells nothing about the relation of present level of exploitation to the level of maximum sustainable yield. The fact that, at present levels of fishing intensity, decline of both total catch and catch-per-day's-absence appears to be associated with increase in fishing intensity suggests, however, that the intensity of fishing may have reached, or even have surpassed, the level corresponding to maximum sustained yield. In this case, no sustained increase in yellowfin tuna production is to be expected, and some further decline is not unlikely.

In the event that the inter-relationships of amount of fishing, abundance of tuna, and catch, upon which these interpretations are based, are not self-evident, the reader is referred to Volume I, Number 2 of the Commission's Bulletin, wherein the theory is discussed in some detail.

The foregoing conclusions respecting the total population of yellowfin tuna of the Eastern Pacific are valid whether or not they are members of a single stock or of several independent stocks. In the latter case, however, it is possible, and indeed probable, that the several stocks might be in quite different stages of exploitation. Some of them might be underfished, while others are overfished. In order to obtain maximum sustained total yield, it is necessary to maximize the catch of each stock individually. It, therefore, becomes of prime importance that we determine the population structure as soon as may be possible, as a basis for efficient management of the resource.

Data for skipjack present quite a different picture. In Figure 3 are charted for this species similar measurements of yield, fishing effort, and success of fishing, again considering the entire Eastern Pacific as a single unit. The index of success of fishing, the catch-per-day's-absence, for skipjack has been based on the records of only the four smallest vessel size-classes, omitting the two largest classes. The reason for this is that our analyses indicate that for the two largest classes the amount of fishing for skipjack is influenced by abundance of yellowfin tuna, whereas this does not appear to be true for the smaller vessel size-classes. It may be seen that success of fishing has exhibited very wide fluctuations not correlated with changes in amount of fishing. General level of the catch-per-day's-absence in recent years, with very much greater fishing intensity

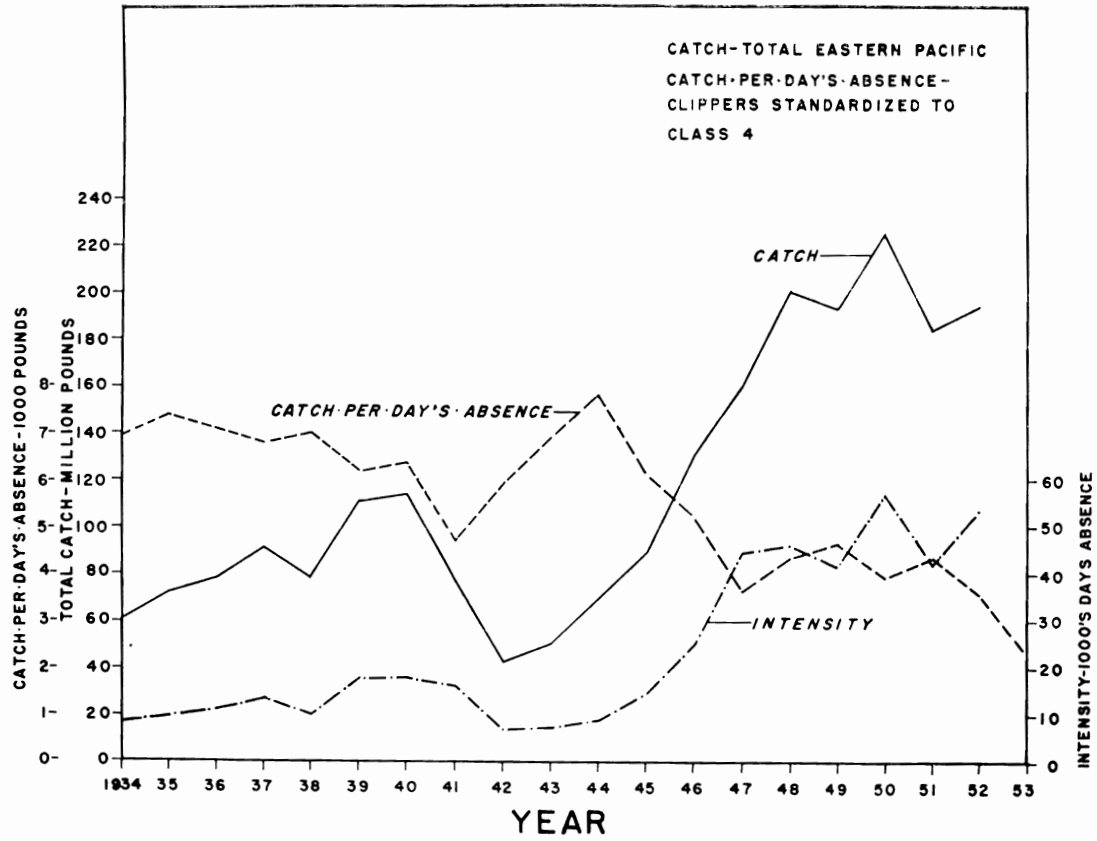


FIGURE 2. Total catch, standardized catch-per-day's-absence, and calculated relative fishing intensity, for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean.

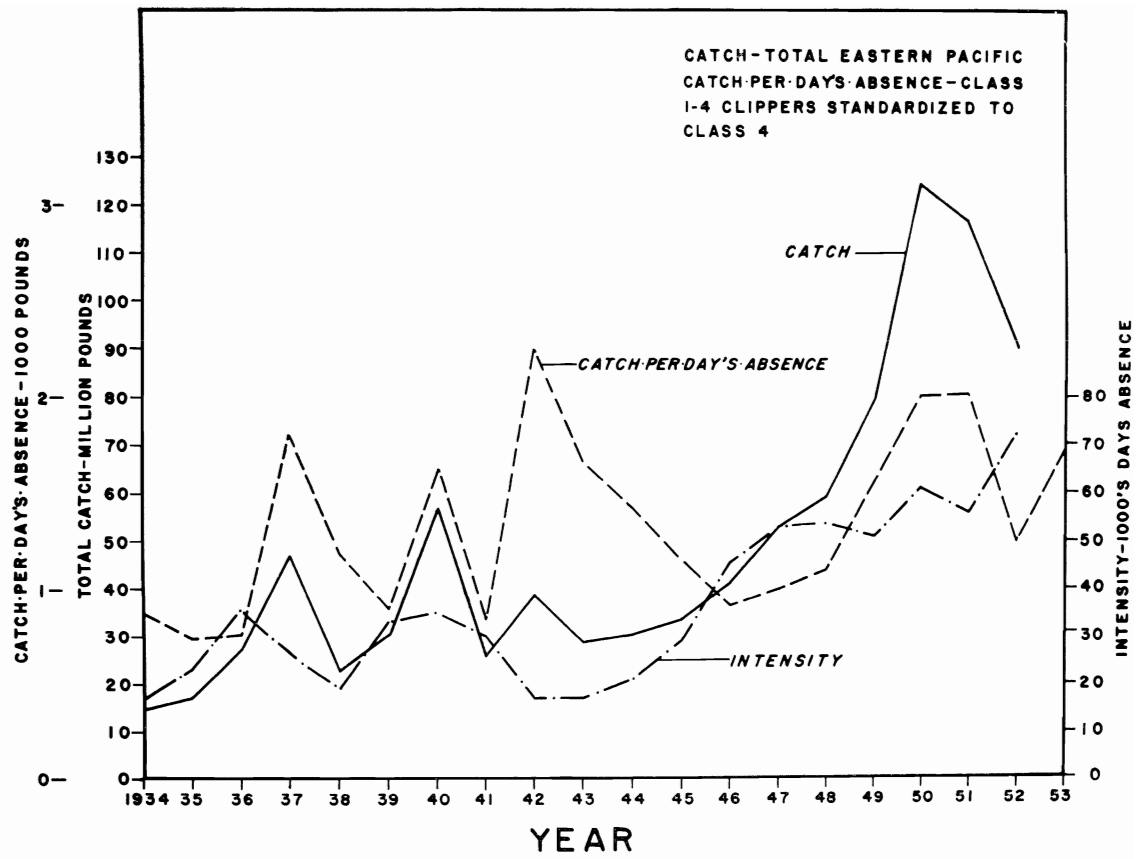


FIGURE 3. Total catch, standardized catch-per-day's-absence, and calculated relative fishing intensity, for skipjack tuna in the Eastern Pacific Ocean.

and total catch than prewar, is as high as formerly. The large, rapid variations from year to year in success of fishing for skipjack are probably due to variations in the availability of this species rather than to changes in their actual abundance in the sea. The possibility cannot be excluded, however, that variations in strength of year classes (i.e. survival from spawning) may be large for this species, resulting in rapid fluctuations in size of standing crop; only future detailed biological studies can answer this question. Whatever the cause of variations, it appears from the information in Figure 3 that any effects of amount of fishing, at present levels of intensity, on the success of fishing are so small that they cannot be detected in the presence of large variations due to other factors. It would appear, therefore, that the skipjack resource of the Eastern Pacific is now being exploited at a level of fishing pressure so low as to have little effect on the standing crop of that species.

The foregoing statistical measurements, based on catch-per-day's-absence, are relatively simple to compute, and adequate data for their estimation are available for the past twenty years. They have, however, certain disadvantages. The catch-per-day's-absence is affected not only by the abundance and availability of tunas, but also by abundance and availability of bait fishes. It is thus necessary to assume that the percentage of time spent baiting is, on the average, constant at all past levels of fishing intensity, if the results are to be interpreted, as we have done above, in terms of changes in apparent abundance of the tuna species. Furthermore, this statistic is not amenable to investigation of changes in apparent abundance of tunas by geographical sub-divisions of the range of the fishery. For these reasons, it is necessary also to consider a more precise measurement of apparent abundance of tunas, the catch-per-day-of-tuna-fishing. This statistic is based on logbook records of the fishing fleet, of which we have a large sample for recent years and a smaller, but still useful sample for a number of past years. From the old logbooks to which we have obtained access, we can determine the locality of fishing, number of days spent in actually fishing for tunas, and resulting catch. From this information we can compute the catch-per-day-of-tuna-fishing, which is independent of time spent baiting, running, and in other activities, both for the Eastern Pacific as a whole and also for separate sub-divisions thereof. Abstracting the basic data from the voluminous logbook records is a time-consuming task on which we have made good progress only in the latter half of 1953, when we have been able to employ additional clerical personnel. Once this job of abstracting and tabulating the basic data is complete, however, most of the remaining computations can be made rapidly by use of punch-card computers. It is expected that this phase of our investigations can be completed during the forthcoming year.

Similar measurements of the apparent standing crops of bait fishes in the different baiting areas, by means of the catch-per-day-of-bait-fishing, are also being obtained from the old logbook records. Methods of tabula-

tion and computation of this statistic are entirely analogous to the handling of the tuna data.

3. Research on theory of fishing

The reason for engaging in the tedious and painstaking collection and compilation of statistical data described above, is, of course, to enable the Commission to arrive at some determination of the present condition of the fish stocks in relation to that condition which will provide maximum sustainable yields. After the best available measurements of intensity of fishing, abundance, and yield have been derived from current and historical data, the measurements must then be interpreted in terms of the effects of the fishery on the fish populations, in order to estimate for each population the level of maximum sustained yield and to determine precisely the current condition of the fishery with relation thereto.

This step requires the employment of a suitable mathematical model describing the effect of fishing on a fish stock. Models which have been applied in the past to other fisheries are not entirely applicable or satisfactory for our particular problems. In order, therefore, to provide a firm logical foundation for our interpretation of the catch statistics of the tuna fisheries, in order to obtain an improved understanding of the manner in which fish populations in general are affected by fishing, and in order to demonstrate the circumstances under which regulation or management can increase the sustained catch, we have undertaken studies of general mathematical models of a fishery based on known laws of population growth. Research along this line has progressed quite satisfactorily during the past year, and a report has been prepared on some of the results. Although some further development is required to apply the theory to the interpretation of the data of the tuna fisheries, the means of accomplishing this seem clear. It is believed that the necessary development of theory is at least abreast of the compilation of statistical data, so that progress toward estimation of the level of maximum sustained catch of the tunas need not be held up for lack of required theoretical development.

4. Research on the biology, ecology and life history of tunas

An adequate understanding of the important aspects of the life histories and behavior of the tunas, and their relationships to the physical and biological environment, is basic to the determination of the condition of the fishery. When the necessity arises for making sound efficient recommendations for the maintenance of the catch at maximum levels, which, in the case of yellowfin tuna, may be sooner than is generally realized, knowledge of this sort is even more vital. Unfortunately, comprehensive investigations adequate to provide such knowledge for the important, yet little known, fishes with which we are concerned has been quite beyond the means of the Commission. Our investigations have, of necessity, been limited to such studies as can be carried forward within our funds, primarily

through taking advantage of opportunities for co-operation with other organizations having facilities for work at sea. Although important progress has been made on studies of tuna biology and ecology in the past year, the studies have not been of the careful, systematic, continued sort that the Commission will ultimately require as a basis for efficient conservation recommendations.

Population structure of tunas of the tropical Eastern Pacific

In order to study effectively the tuna resources of the Eastern Pacific, we must deal with them by natural biological units. We need, therefore, for each species, to know the geographic range of the populations. The first question in this regard is whether or not the tropical tunas of each species occurring along the west coast of the Americas, the region of our fishery, belong to a population or populations distinct from those in other parts of the Pacific Ocean further to the westward. One way of investigating this is to compare anatomical characteristics of fish from different regions to determine whether they are the same or different. Such comparison has already been made between yellowfin tuna from the American West Coast and Hawaii, the results of which indicate that they are members of distinctly different populations. During 1953 we obtained samples of yellowfin from Southeast Polynesia (Society and Marquesas Islands), from a vessel fishing in those waters which landed her catch at San Pedro, California. Data from a series of samples taken in the same area in 1949 were also available from the U.S. Fish and Wildlife Service. Comparison of these morphometric data from the yellowfin tuna from Southeast Polynesia with comparable data from specimens captured off the American West Coast indicates that they are from different populations. From these investigations, and from similar studies conducted by scientists of the Pacific Oceanic Fishery Investigations, it appears that the yellowfin tuna from the seas off the American West Coast do not intermingle freely with those from populations further westward, and should be considered as members of a distinct population or populations. A scientific report on these studies is in preparation.

We have also collected morphometric data from skipjack from the seas off the west coast of the Americas, to be compared with similar data available from Southeast Polynesia and from Hawaii. Preliminary comparisons of these data indicate that for this species, also, the specimens from our area may be distinct from those of the westward. These studies are, however, not yet completed and will probably require additional data before completion. At the present moment we have indications of separateness of skipjack populations, but insufficient evidence for a reliable conclusion.

Having determined that the yellowfin tuna, and perhaps also the skipjack, of the seas off the coast of the Americas are distinct from those further westward, the question arises as to whether **within** the region of the Eastern Pacific fishery these species are further subdivided into distinct or semi-

distinct populations which should be considered as separate biological units in management of the fishery. Investigation of this problem by means of comparison of morphometric data has indicated that this technique is probably not adequate, because of the inability, for certain technical reasons, to distinguish small differences. For answering the question, then, other techniques must be employed. Of these, the most satisfactory presently available is tagging of tuna and skipjack to discover the range of migrations of specimens tagged in different locations, and so determine the degree of intermingling. The California State Fisheries Laboratory has commenced to conduct such tagging experiments, with encouraging results, but the scale of operations is too small to produce definite information in the reasonably near future. Procedures based on genetic chemical differences, such as paper chromatography of tissues, or serology, have not been sufficiently investigated to apply them to this problem, although they hold such promise that their development should be vigorously pursued.

Expedition "Longline"

One interesting and important aspect of the biology of the yellowfin tuna, upon which initial investigations in the Eastern Pacific were conducted during 1953, is the vertical distribution of the large adults. The present fishery in our part of the Pacific operates only on relatively young fish at or near the surface. From commercial operations as well as scientific investigations in the Central and Western Pacific it has been shown that there occur in the deeper layers, at least to depths of 50 fathoms, yellowfin tunas averaging a good deal larger than those taken at the surface, as well as large specimens of the bigeye tuna (**Parathunnus**), which, in the Eastern Pacific, are taken rather infrequently in the surface fishery. In order to determine whether large, old yellowfin, and perhaps bigeye tuna, inhabit the sub-surface waters of our fishing area, and to learn something of their ecology if they do, a co-operative investigation was conducted between January 23 and March 18, 1953 utilizing the research vessel "N. B. Scofield" of the California State Fisheries Laboratory and scientific personnel from that laboratory, from Scripps Institution of Oceanography, and from the Tuna Commission. During this cruise, which was designated operation "Longline", sampling for sub-surface tunas, and other large, carnivorous fishes, was done at a series of 26 stations in the equatorial Eastern Pacific, indicated on the accompanying chart, Figure 4, by means of the sub-surface floating longline fishing gear used commercially in the Central and Western Pacific. The stations were laid out to intersect the major currents in the area and to sample in the different water masses. In part the track of this expedition paralleled that of the oceanographic expedition "Shellback" conducted the previous summer. The track followed by the vessel was from San Diego to the first station off the Gulf of Tehuantepec, then southeasterly along a line of nine stations passing outside of Galápagos Islands to 4° S. latitude. From this point, a series of nine stations

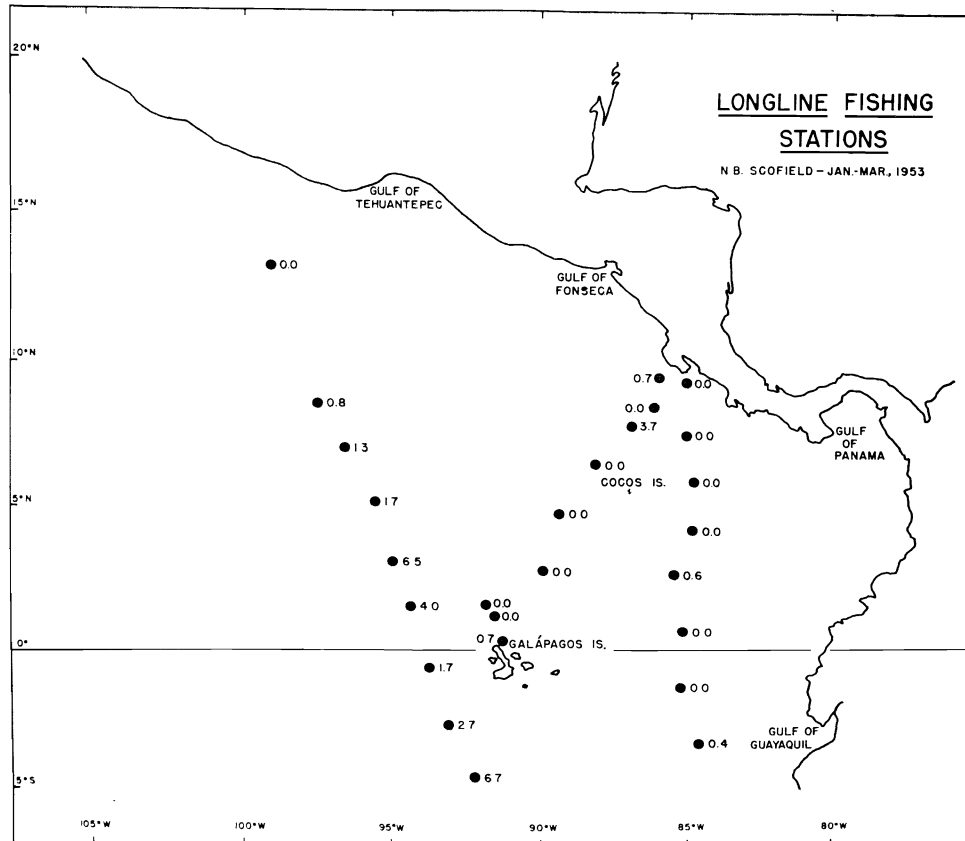


FIGURE 4. Location of fishing stations occupied by Operation LONGLINE during January-March, 1953. Numbers adjacent to station positions indicate catch per 100 hooks of yellowfin and bigeye tunas.

extended through the Galápagos to off Costa Rica. A series of eight stations were then fished southward along longitude 085° W. to 3° S. latitude, from where the vessel returned direct to San Pedro. Bathythermograph casts and surface salinity samples were taken at each station and at intervals between stations. Surface current measurements were made at and between stations with the Geomagnetic Electrokinetograph. Zooplankton and phytoplankton samples were collected at each fishing station.

Longline gear is made up in units of "baskets", consisting of 210 fathoms of mainline with 6 dropper lines, each bearing a baited hook. A basket of longline gear is diagrammed in Figure 5. In all, a total of 1180 baskets (7080 hooks) were fished. The average rate was 45 baskets (270 hooks) per station. Total catch consisted of 76 yellowfin tuna, 16 bigeye tuna, 78 spearfish (marlins and sailfish), 236 sharks, and 18 fish of other kinds. The catch rate by kinds of fish was:

Yellowfin tuna	1.07	fish	per	100	hooks
Bigeye tuna	0.23	"	"	"	"
Spearfishes	1.10	"	"	"	"
Sharks	3.33	"	"	"	"
Miscellaneous	0.25	"	"	"	"

Tunas were caught in sub-surface waters at 11 of the 26 stations. Numbers adjacent to each station position in Figure 4 indicate the tuna catch per 100 hooks at each station. During the period of this cruise, sub-surface tunas appeared to be most abundant in outlying oceanic equatorial waters, since 82 per cent were taken on the first leg. The greatest catches were made in the region of the Equatorial Countercurrent and South Equatorial Current, between the fourth and ninth stations, where the catch of tunas averaged 4.32 per 100 hooks. This rate of catching compares favorably with catch rates of commercial and experimental fishing in the Western and Central Equatorial Pacific.

Sub-surface tunas captured on this expedition averaged very much larger than the surface-schooling fish taken in the commercial fishery, as shown in Figure 6. Examination of gonads of these fish indicated that most of them were in an advanced stage of sexual maturity, and a few individuals possessed ripe gonads.

It appears from these observations that when the yellowfin tuna, as well as bigeye tuna, reach large size they tend to migrate vertically to sub-surface waters where they are not available to the surface fishery. This component of the population, then, composes a reserve of spawners protected by their habits from fishing by methods now employed commercially in this region.

Why these tunas prefer to remain in the sub-surface layers of the sea is not known. It may be that it is related to their feeding habits. In order to gather information toward studying this, the stomach contents of a num-

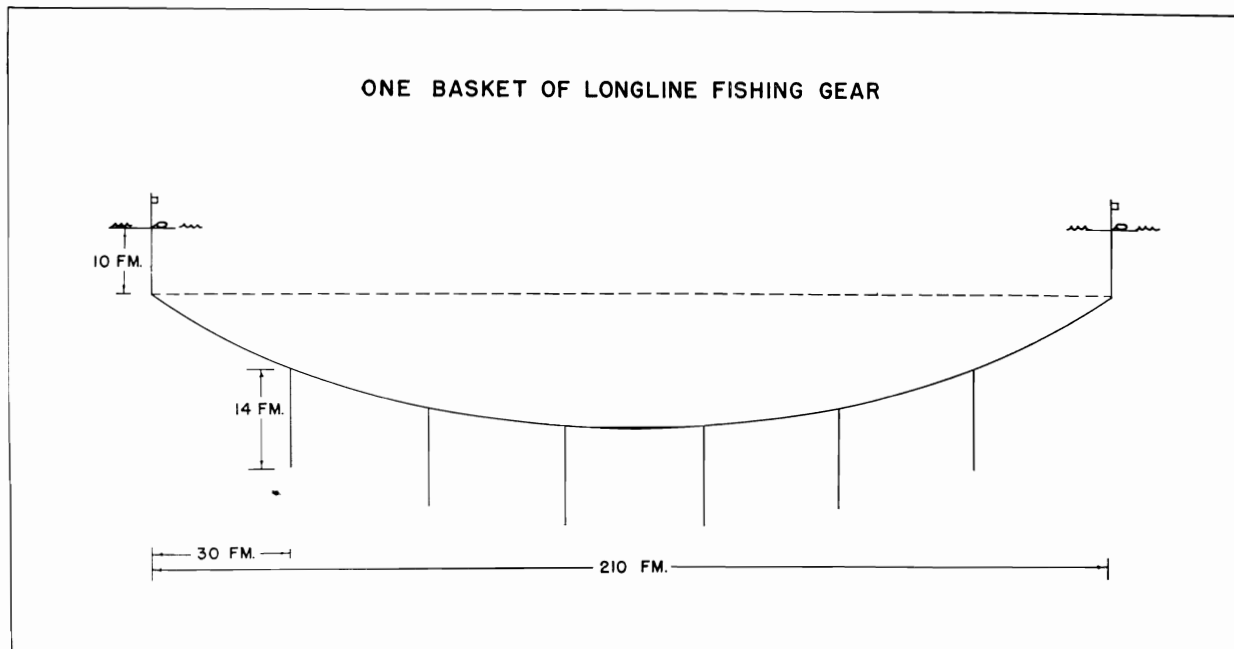


FIGURE 5. Diagram of one basket of tuna longline fishing gear.

ber of specimens were preserved and returned to our laboratory for identification. Principal components of the contents were frigate mackerel (*Auxis*), squids, and red crabs.

Blood samples, paper chromatograms of muscle tissue, and morphometric measurements were taken from some of the large tunas to contribute to studies of population structure.

Hydrographic data from this cruise, together with other information, indicate that oceanographic conditions were abnormal during the period of this cruise. As will be discussed in more detail below, 1953 was a pronounced "El Niño" year, when the warm waters of low salinity of the Equatorial Countercurrent extended much further south than normal, spreading south of Galápagos Islands and far down the Peruvian coast. Distribution of tunas was probably abnormal, as a result, so that the results of "Operation Longline" may give a distributional picture quite different from that of an average year. Further investigations during a more normal year, and also at other seasons, are desirable, as well as further studies to determine the biological basis, and the significance to the population dynamics of the tunas, of the vertical migration of large, old adults.

Need for additional investigations

In order to interpret properly the statistical data of the fishery, except in the most general and approximate fashion, it is essential that we know in considerable detail the important aspects of the life history of the tunas and their behavior at different stages of development. We must also learn a good deal more than we know now of how they are related to the physical, chemical, and biological aspects of their environment. Although the tropical tunas support the most valuable fishery in the Eastern Pacific Ocean, we know far less about their ways of life than is known for any other important commercial species.

Obtaining the necessary knowledge of the ways of life of the tunas is not a simple task, nor can it be accomplished quickly. It will involve costly scientific investigations at sea. It will involve the patient, careful, step-by-step determination of complex biological interrelationships. We are presently reduced to examining, as occurs opportunity for doing so at little cost, fragments of the puzzle, but the systematic investigation necessary to its ultimate solution is quite beyond the present resources of the Commission's staff.

5. Investigation of the oceanography of the Eastern Pacific

It has been pointed out before that the tunas, being creatures of the open waters of the high seas, are primarily related in their behavior, aggregation, and abundance not to the features of the land but to the features of the water masses in which they live. Their relationships with the topography of the sea bottom are secondary; such features influence

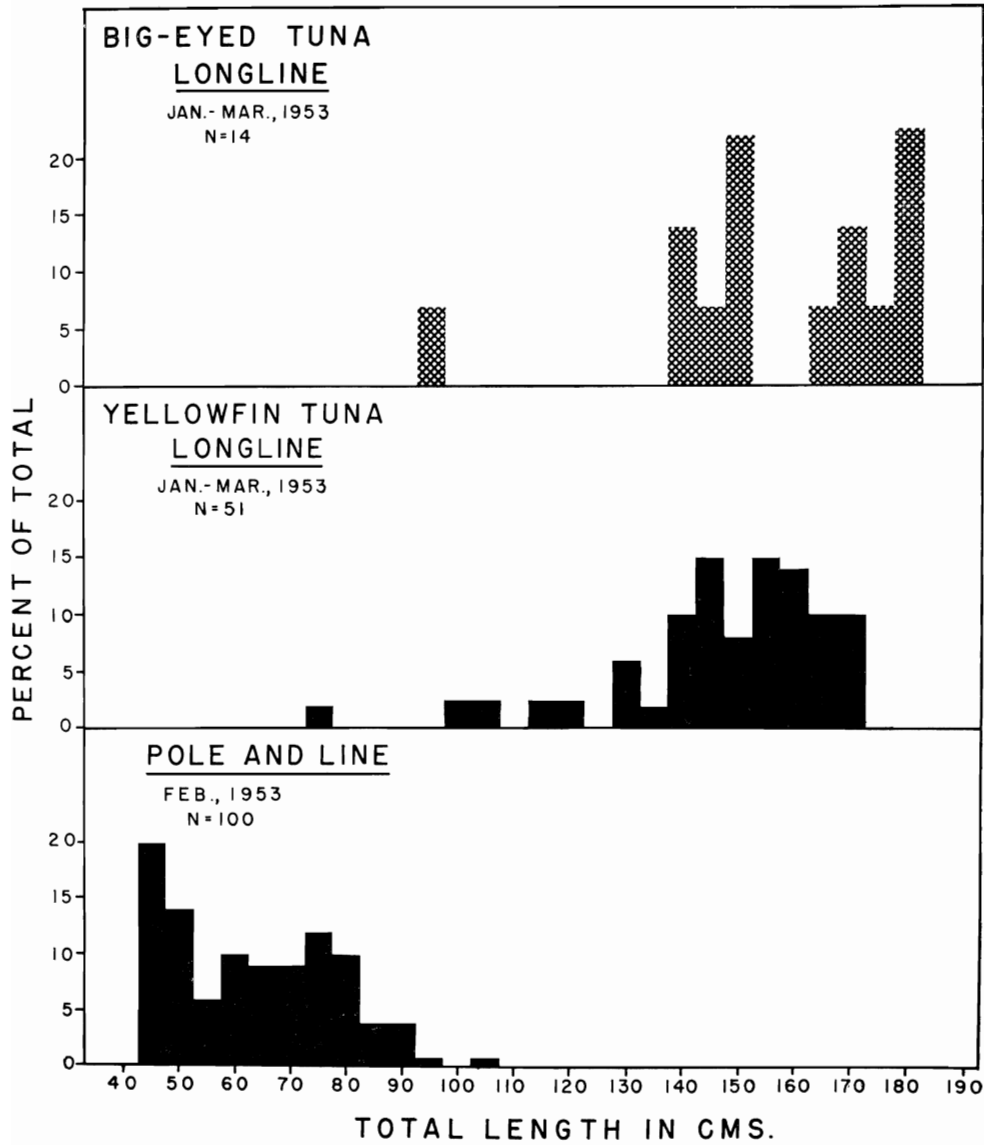


FIGURE 6. Size frequency distribution of bigeye and yellowfin tuna captured by sub-surface longline fishing, compared with size frequency distribution of yellowfin tuna captured by commercial tuna clipper

the tunas indirectly by affecting the overlying waters. In order to understand properly the dynamics of the tuna fishery, we must know and understand the relationship between the fish and their environment. The measurement of the basic physical, chemical, and biological features of the environment, which we collectively term oceanography, is indispensable to this knowledge and understanding.

During the summer of 1952 the "Shellback" expedition gathered a considerable quantity of information respecting the general oceanography of our region of interest, as described in the last annual report. Data from this expedition are yet in process of analysis and interpretation by scientific personnel of the Scripps Institution of Oceanography. The rather extensive information from this expedition for one season of one year is expected to furnish a fairly adequate basis for planning more detailed future studies needed to measure seasonal and annual variations in the circulation, and their consequent effects on the biological regime, with attendant influences on the tunas.

An illustration of the important changes which can take place in the success of tuna fishing as a result of changes in the oceanographic regime was afforded in the early months of 1953, which was a period of rather pronounced effects of "El Niño" in the sea areas off northern South America. This phenomenon occurs, with varying intensity, at irregular intervals of several years. What happens is that, due to abnormal meteorological conditions, the normal pattern of the wind-driven currents is modified. As a result, warm water of low salinity which is transported easterly across the Pacific by the Equatorial Countercurrent, and which normally during the northern winter extends south only to about the Galápagos Islands and along the Peruvian Coast to only a little south of Cape Blanco, is carried much further south and replaces the colder water of the Perú Current far down the Peruvian Coast. This profoundly affects not only the ecology of the marine organisms off the coast of Perú, but also has pronounced effects on the climate of the hinterlands. The extent of the invasion of this warm water appears to have been greater in 1953 than in any year since 1925. Very fortunately, several research groups obtained observations bearing on this phenomenon during 1953. Operation "Longline", described earlier, obtained observations well offshore in the region north of 4° S. latitude in February and March. During March and April Dr. Schweigger, of the Peruvian Guano Company, obtained surface temperature data in the coastal waters of Perú, which he has recently published (*Boletín Científico, Comp. Adm. del Guano, Vol. I, No. 1, pp. 1-18*). The "YASA" expedition of the Bingham Oceanographic Institution of Yale University was, most opportunely, also operating off Ecuador and Perú at this season, collecting physical, chemical, and biological data which, when compiled and analyzed, should be of very great value.

Coincident with this abnormal oceanographic situation, the accustomed fishing areas off northern South America were singularly unproductive of

tunas during the early part of the year. In contrast, with a return to more normal conditions, the catches in January and February of 1954 have been quite good. It seems clearly evident that the poor yellowfin tuna fishing in this region during the early part of 1953 was due in some manner to the abnormal oceanographic situation, although we do not know enough about the ecology of the tunas to do more than speculate on the mechanisms involved.

Oceanographic observations made on operation "Longline" have been compiled and are to be published in the near future, together with biological results.

6. Investigations of the biology, ecology and utilization of bait species

As has been shown earlier (Table 2), the major share of the catch of yellowfin and skipjack tuna is made by hook and line, using live bait-fishes to attract the tunas to the fishing vessel and to induce them to bite. The capture of bait-fishes is in itself a sizable fishery (Table 3). The maintenance of the stocks of bait-fishes is, therefore, an important factor in maintaining the production of tunas at sustained high levels.

The important varieties of bait fishes may be segregated into three natural categories: The first consists of the species of the northern sub-tropical area, extending to approximately the tip of Baja California and into the Gulf of California along its western shore. The important species here are the California sardine and northern anchovy, which make up approximately twenty to thirty-five per cent of the bait used by the tuna fishing fleet. The second consists of the species of the tropical waters, of which only the anchoveta *Cetengraulis mysticetus*, is taken in large quantities. This species, which is by far the most important kind of bait (Table 3), the catch amounting in some years to over half of all bait used, occurs in bays and estuaries of the tropical seas, from Almejas Bay on the outer coast of Baja California and along the eastern shore of the Gulf of California, southerly to about Cape Blanco, Perú. The third consists of the species of the sub-tropical waters of the southern hemisphere, the most important of which are the sardine of the Galápagos Islands, the salimas of the same locality, and, in recent months the southern anchovy, *Engraulis ringens*, which is captured in oceanic waters off the Coast of Perú.

The California sardine has been subjected to intensive biological and ecological study for several years by the research agencies composing the California Co-operative Oceanic Fishery Investigations (California State Fisheries Laboratory, Scripps Institution of Oceanography, U. S. Fish and Wildlife Service, and California Academy of Sciences). These agencies have also conducted extensive studies of the northern anchovy. The biology and ecology of the southern anchovy is being studied by several competent biologists in Perú under sponsorship of the Guano Company. The life histories, biology, and ecology of the tropical species, including the anchoveta, have remained almost unknown until the initiation of the investiga-

tions of the Tuna Commission. Our biological investigations of the tropical bait species have been primarily directed toward the anchoveta, *C. mysticetus*, except in the Gulf of Nicoya where studies are also being made of the "secondary" tropical species. Some data on other species are also being collected through the sampling program conducted with the aid of the fishing fleet.

As has been explained in previous reports, some aspects of the life history of the anchoveta and other bait species can be studied by means of samples collected by fishermen in the course of their baiting operations. Vessel masters are provided with containers and labels and are requested to bring back random samples of their bait catches. These are collected by our port-contact scientists and examined at our headquarters laboratory. Measurements are taken of all specimens so collected in order to provide information on the sizes of each species used for bait. Systematic examination of collections from the same baiting area taken at different times of the year makes possible determination of age and rate of growth, spawning seasons, and feeding habits, as well as racial differentiation of the species into separate stocks.

Collection of anchovetas by this means during 1953 was less productive than the previous year. This is partly due to the proportionally greater utilization of other species, and partly to some loss of interest in collecting for us as the novelty has been dissipated. Some baiting areas, such as Panamá, are frequented by the fleet during most of the year, while others, such as Almejas Bay are utilized by an appreciable number of vessels only during part of the year. In the latter areas, sampling throughout the year by tuna vessels catches is not possible.

Good sampling of Panamá anchovetas was obtained during 1953, both because they were heavily utilized by the fleet throughout the open season (February through October), and because a technical expert of an FAO Mission to Panamá, working primarily on shrimps, collected some samples of anchovetas during the period closed to fishing. Two trips, in May and October, were also made by staff members of the Commission for observing and collecting in the Gulf of Panamá.

Studies of some aspects of the ecology of anchovetas, which will be discussed below, were made possible by a voyage of the Scripps research vessel "Paolina T" to Almejas Bay in July.

Studies of anchovetas

Investigation of racial differences, as revealed by meristic characters, of anchovetas from six of the principal baiting areas (Almejas Bay, Guaymas, Ahome Point, Gulf of Fonseca, Gulf of Panamá, and Gulf of Guayaquil) have been completed, and a report prepared for publication. It is indicated that each locality has an indigenous population of anchovetas which is distinguishable from the others on the basis of one or more characters. From this, it appears that this species does not migrate extensively from

one area to another, and that the stocks of each area should be considered as separate biological units.

In order to verify these conclusions by direct observation of migration of marked individuals, and also in order to determine the extent of migration within areas, such as from one side of the Gulf of Panamá to another, it is desirable to undertake tagging experiments on an adequate scale. This, of course, requires first the development of a suitable tag and technique of applying it. Aquarium experiments completed during 1952 indicated that a small tag of flexible plastic, attached dorsally anterior to the dorsal fin with fine stainless steel wire might serve the purpose. Field trials were conducted at Guaymas and Panamá in May 1953 to test this tag and to determine the feasibility of tagging from tuna fishing vessels during their baiting operations. It was found that it is possible to tag the fish from commercial vessels, but in areas like Panamá where vessels are scattered over a wide area, transferring of taggers from one vessel to another is difficult to arrange. In such an area, the use of a small boat for transportation between clippers will greatly increase the efficiency of the tagging operation.

The tag itself was found to be less satisfactory than had been indicated by aquarium trials. At Guaymas, 814 anchovetas were tagged, from which three recoveries were made, two of these only one day after tagging and one fourteen days after tagging. In Panamá, 1002 fish were tagged off the Anton River, from which two recoveries were obtained; one was recovered a short distance away off the Río Hato a week later, the other was recovered twelve days later 20 miles from Chepillo (a distance of roughly 100 miles from the tagging location). Examination of the tagged specimens recovered indicated that the stainless steel wire had been cutting through the muscles of the fish and would probably have been lost in a short time; presumably this type of tag may be lost from the fish in a few days or weeks. Further tests of this tag were conducted aboard the vessel "Saratoga" at the time of transfer of bait from Panamá to Costa Rica in October. Meanwhile a new tag, adapted after a tag recently successfully used in the Scottish herring investigations, had been developed. This new tag consists of a flexible plastic tag, a short piece of nylon monofilament, and a small stainless steel toggle. The tag is affixed dorsally anterior to the dorsal fin in such a manner that the toggle lies on one side of the fish and the plastic tag on the other, connected by the nylon filament through the dorsal muscles. This tag lies snugly against the fish, and the nylon filament lacks the cutting action of the wire formerly used. Approximately 1000 anchovetas were tagged with this new toggle tag and a similar number with the older style tag and placed in the wells of the "Saratoga". It was found that these fish, milling rapidly in a compact school, shed a good share of the older type tags in a few days; no shedding of the toggle was observed. Further field trials of the toggle tag are planned to be conducted in Panamá during the spring of 1954, and, if successful, will be followed by extensive tagging in various parts of the Gulf of Panamá, and other

areas, to measure migrations, and also to furnish a basis of measuring rate of exploitation by the fishery.

Examination of gonads of anchovetas collected in the Gulf of Panamá throughout the year indicates that spawning takes place from about mid-October, through November and December and perhaps into January, the peak of spawning being probably in November or December. Large fish appear to ripen and spawn earlier than smaller ones, a common phenomenon among marine fishes. First spawning is at a modal length of 120 to 130 mm., which we now believe to correspond to one year of age. Examination of less extensive data from anchoveta populations of other areas indicates that time of spawning is not the same in all areas. Careful examination of available material has been completed, to date, for Panamá only.

From size frequency data it appears that in all localities the anchoveta is a very rapid-growing, short-lived species. Anchovetas taken by the tuna fleet appear to be mostly in their first and second years of life. Since the fishery depends at any time on only one or two year classes, any variation in success of spawning may be expected to give rise to sizable fluctuation in the sizes of the populations.

It has been noted that the large anchoveta populations occur in the vicinity of river mouths, where there are extensive mud flats. The only exception is the population of Almejas Bay, where no sizable river enters, although there are large mud-flats, presumably from an ancient, river mouth. The restriction of this species to such a limited habitat indicates a special adaptation of some sort. Opportunity to begin to investigate this ecological problem presented itself during the past year. On a cruise aboard the Scripps research vessel "Paolina T" in July, a series of hydrographic stations were occupied in Almejas Bay and in Magdalena Bay, with which it communicates, but in which anchovetas are rarely encountered. It was found that there is no evidence of any sizable amount of fresh water entering Almejas Bay, indeed it is characterized by higher temperatures and higher salinities than Magdalena Bay, due to lack of interchange of water with either Magdalena Bay or the open sea, because of high sills at both entrances to Almejas Bay, and consequent warming and evaporation due to solar heating. At the same time, samples of the mud from the Almejas Bay flats revealed a very large quantity of diatoms and other microscopic plants, leading to the speculation that this is the reason for the anchoveta population, presuming this species grazes on the flora, and perhaps on organic detritus, on the surface of the mud flats. Examination of stomach contents of adult anchovetas from Almejas Bay indicated that a large share of the food of these fish was a sessile diatom, **Melosira** sp., which is abundant on the mud flats, and other components of the stomach contents were materials which could have been settled onto the mud. Examination of adult anchovetas from other areas gave a similar result. In each case the stomachs contained large quantities of diatoms and organic detritus, as well as particles of fine sand, which appeared to have

originated from the mud flats in the vicinity. It is, therefore, to be concluded that the adult anchovetas feed by grazing on the flora on the mud. Examination of the digestive tract of the anchoveta reveals that it is especially adapted for this kind of feeding; there is a gizzard-like stomach and a very long intestine, nearly seven times the body length. In contrast, a closely related species, the deep-bodied anchovy *A. macrolepidota*, which lives in the same tropical seas as the anchoveta but feeds omnivorously on planktonic organisms, both plant and animal, has a very short intestine, less than the length of the body. This special feeding adaptation of adult anchovetas, may be sufficient to explain the restricted distribution of this species. It would also account for the apparent lack of extensive migrations between regions (as inferred from morphometric studies). Examination of stomach contents of anchovetas and of mud samples was done by Mr. David K. Arthur of the Scripps Institution, to whom we are, therefore, greatly indebted.

Ages of sardines used in the tuna fishery

Samples of sardines and northern anchovies received from the tuna fleet are measured by our staff and are then turned over to the U.S. Fish and Wildlife Service, one of the agencies conducting intensive studies of these species as part of the California Co-operative Oceanic Fishery Investigations. From scales taken from these samples, scientists of that organization have determined ages of sardines, both from Baja California and from the Galápagos.

Eighteen samples from Galápagos, containing 1939 fish ranging in length from 43 to 120 mm., were taken between August 1952 and January 1953. By scale reading standards employed for sardines from waters off California and México all the fish were in their first year of life.

Seventeen samples have been examined from the Santa María-Magdalena Bay area of Baja California. Half of the fish were in their first year of life. Of the older fish, 52 per cent were in their second year, 37 per cent in their third year, 8 per cent in their fifth year. Seven additional samples taken at scattered points along the Baja California coast were, for the most part, fish in their first year of life.

It appears that the sardines used for tuna bait are primarily very young fish, mostly in their first year of life, with some fish of older ages.

Investigations in the Gulf of Nicoya

The Gulf of Nicoya until 1947 supported a productive fishery for the anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, the most important of the bait species. The population is reported to have declined abruptly in the summer and fall of 1947, coincident with reported extensive occurrence of "red water". Reports from various fishermen of the tuna fleet are to the effect that no anchovetas were taken subsequent to 1947. However, recently acquired logbooks of two vessels indicate a few were taken in 1948 (50 scoops in

August, and 1700 scoops in December). Logbooks of two vessels also show small catches in 1949 (271 scoops in February and 81 scoops in May). Unless these log entries are erroneous, there was at least a remnant of the anchoveta population present in those two years.

Extensive collection of fishes by our scientists by several kinds of gear in all parts of the Gulf failed to turn up specimens of anchovetas between February and October 1953, with the exception of a few specimens captured in the vicinity of the Puntarenas anchorage at a time when clippers with anchovetas aboard were there. These were easily recognizable by their "red noses" as sick specimens which had been thrown overboard from the clippers. Sick and injured anchovetas in the bait tanks of clippers acquire typical areas of hemorrhage on the snout and at the bases of the fins, hence the term "red noses". The weak fish are constantly skimmed off the tanks and thrown overboard. The specimens taken were obviously of this category. Since intensive observation and collection failed to turn up any other specimens, it seems fairly certain that the anchoveta population of the Gulf of Nicoya had completely disappeared. An experimental reintroduction of the species was attempted in October 1953, as will be described below.

Research in the Gulf of Nicoya continued during 1953 along several lines: (1) Studies of the seasonal and annual changes in the hydrography of the Gulf; (2) studies connected with the disappearance of anchovetas and possibilities for rehabilitation, and (3) studies of the life histories and ecology of tropical species other than anchoveta which are or may be used for bait.

Studies of the hydrography of the Gulf of Nicoya, and the annual and seasonal changes therein, are important for understanding the distribution, life history, and population fluctuations of the bait species now present in the Gulf. They are also important as a basis for possible elucidation of the catastrophic decline of the anchoveta population. During the first full year of investigations observations of salinity and temperature were made at approximately monthly intervals at a series of depths at nine stations throughout the Gulf. At these same stations quantitative plankton collections were taken to measure the standing crop of pelagic food organisms, as well as to sample eggs and larval stages of bait fishes. Beginning with August 1953, with a full year's hydrographic observations on hand, the coverage for temperature and salinity was reduced to five stations taken six times a year, which appears adequate to measure seasonal and annual changes. A continuous recording thermograph is also being installed on the pier at Puntarenas. Rainfall records and other meteorological observations are obtained currently from several stations in Costa Rica, and records for past years have also been collected.

Variations in temperature and salinity of the Gulf of Nicoya are closely related to local meteorological changes. During the rainy seasons, with increased discharge of the rivers entering the Gulf, salinities of the sur-

face layers are reduced. At the same time the salinity of the deeper layers increases, due to inflow of sea water to replace the salt carried out by the outflow of brackish water at the surface. The vertical gradients of temperature and salinity are greatly increased during the rainy season. These changes influence, of course, the organisms in the Gulf. There is, for example, a marked increase in the standing crop of plankton in the upper reaches of the Gulf in June and July, shortly after the onset of the rainy season.

It might, therefore, be hypothesized that the catastrophic decline of the anchovetas in the Gulf should be correlated with the rainfall records. We have examined the rainfall records both from Barranca, on the Gulf of Nicoya, and for San José. Both series reveal that 1946-1948 was a period of below normal precipitation, but not significantly lower than earlier years when the population of anchovetas was flourishing.

The Gulf of Nicoya supports several species of anchovies and herrings. Of these only two or three are of importance as tuna bait. The more useful of these are two species of herrings: the thread herring (***Opisthonema libertate***), and ***Sardinella stolidifera***. Moderate quantities of these species were taken by tuna fishermen from the Gulf of Nicoya, and they are also important as secondary bait species in other parts of the tropical region. A third species which occurs in some quantity is a deep-bodied anchovy, ***Anchovia macrolepidota***, which resembles the anchoveta in appearance, but does not live well in the bait tanks, and so is not often used for tuna bait. Studies of the life histories of all of these are being made at our Puntarenas laboratory. Collections of series of various sizes of all species of herrings and anchovies occurring in the Gulf have been made, and are being carefully identified to serve as a basis of exact identification of the commercially useful species. Identification of small stages of the important species depends, of course, on being able to distinguish them from the others. These studies in the Gulf of Nicoya will facilitate studies of these and similar species in other tropical baiting areas. Collections of specimens are made with beach seines, trawl nets, dip net and night-light, from stomachs of birds, and on occasion with explosives and fish poisons. Planktonic eggs and larvae are taken with standard half-meter plankton nets.

Juvenile thread herring, of modal size 30 to 50 mm., are taken throughout the year along several beaches where routine sampling is conducted. This indicates that this species reproduces throughout the year. Further evidence is offered by examination of gonads of adults, all collections of which contain some specimens which are sexually mature. Collections of adults, however, have not been sufficiently large in all months of the year to determine whether or not there is a seasonal peak of spawning. The adults of this species have been seen in greatest numbers in surface schools during the rainy season, when, therefore, they are most accessible for tuna bait.

The collections of the young of **Anchovia macrolepidota** during 1952 and 1953 show that they generally first appear in the beach seine collections when about 30 mm. in length, although on a few occasions, specimens as small as 15 mm. have been taken. The largest fish caught with the beach seine are about 70 mm. At larger sizes, they probably move away from the beaches. Adults usually enter the trawl collections at about 115 mm. Fish between 70 and 115 mm. are taken occasionally by both the beach seine and the trawl. On the basis of the 1952 collections of juveniles, there was an indication that this species spawned in the spring months. Intensive sampling of the young during 1953 suggested that some spawning may take place throughout most of the year. Very young specimens appear in the collections as early as the middle of April and as late as December, which indicates that spawning occurs from March to November at least.

Although it appears that Chira Island flats is the center of abundance for the deep-bodied anchovy, the distribution of this species is not so confined to the northern part of the Gulf as the 1952 collections suggested. During 1953, large collections of the young have been taken consistently in the area of Cedros Island in the outer Gulf, and trawl catches show the presence of large numbers of adults in the vicinity of Río Barranca and as far south as the Río Grande.

The deep-bodied anchovy is very similar in appearance to the anchoveta and occurs in the same general geographic area. It differs, however, not only in some anatomical characteristics but also has rather different feeding habits. Examination of stomach contents of anchovetas indicates that they feed by grazing on the mud flats. Deep-bodied anchovies, on the other hand, appear to be plankton feeders. Examination of stomach contents of specimens from the Gulf of Nicoya has revealed a mixture of plant and animal plankton. Correspondingly, the gut of the deep-bodied anchovy is relatively short, less than the length of the body.

Through 1953 personnel at Puntarenas have been primarily engaged in collecting specimens and gathering data; only a small share of time being devoted to laboratory examination of the materials collected. During the next year increasing emphasis will be placed on study and interpretation of the material collected, supplemented by collections during 1954.

Among all the other species collected, the only ones occurring in any abundance are two other herrings (**Opisthopterus dovii** and **O. equatorialis**) and an anchovy, **Lycengraulis poeyi**. Both species of herring are caught in considerable numbers in the trawl but have never been noted to occur in schools. They are probably not suitable tuna bait. **Lycengraulis poeyi** is taken quite commonly by the trawl, but usually only one or two specimens are taken at a time. The adults reach a large size (225 mm. or more in length).

7. Experimental reintroduction of anchovetas to the Gulf of Nicoya

Of the anchovies and herrings which inhabit the Gulf of Nicoya at the present time only a few species appear to be abundant enough to support a bait fishery. Of these only two species of herring are commonly used by tuna clippers, and these infrequently. With the disappearance of the anchoveta from the Gulf of Nicoya, the value of this locality for supplying tuna-bait became negligible. Only the rehabilitation of the anchoveta population of the Gulf of Nicoya will re-establish its importance to the tuna fishery.

As reported above, the evidence indicates that there is no population of anchovetas in the Gulf to serve as seed stock. It also appears that this species does not migrate extensively, so that natural reseeding from other centers of population is unlikely. Rebuilding of the anchoveta population, therefore, may depend on the successful reintroduction of the species by other means. Successful reintroduction depends, among other things, on the environmental condition being at present suitable for the anchoveta at all stages of its life history. We have no means of quickly ascertaining whether this condition obtains, since the physiological requirements of this species are largely unknown, and the determination of all such requirements would require intensive research for many years. We do know that the more obvious physical conditions of the Gulf of Nicoya are well within the range encountered at Panamá and Fonseca, where the species is abundant, that there is now no extensive blooms of "red water" organisms, and that other species of anchovies are flourishing in the Gulf of Nicoya. The most straightforward means of determining whether artificial reintroduction of the species is practical is to try it.

For the purpose of such an experiment, four thousand scoops (about a half a million individuals) of anchovetas were transplanted from the Bahía San Miguel in the Gulf of Panamá to the flats of the Gulf of Nicoya in early October 1953. Fish were taken at Panamá because that is the closest area to Nicoya where bait is dependably available. The fall was chosen as the time of transplanting because at that time the fish are approaching spawning in Panamá.

Anchovetas were taken aboard the clipper "Saratoga" at Bahía San Miguel between September 29 and October 7. These anchovetas were in very early stages of maturation of sexual products. They were transported in good condition to the Gulf of Nicoya and liberated in the vicinity of Chira Island during the night of October 9. Liberation was done at night to preclude predation by birds. Fortunately, no large predator fish were observed working on the anchoveta schools as they were released.

Schools of fish which our observers at Puntarenas believed to be anchovetas were seen near Chira Island and also in the Estero near Puntarenas during October and November. One small school of mixed herring and anchovetas was captured on the Chira Island flats with the trawl net on October 30, but due to shark damage to the net most of the specimens

escaped; one male anchoveta was, however, recovered. On November 3 among a trawl catch of deep-bodied anchovies and thread herring made on the flats near Chira Island one female anchoveta was taken. These anchovetas were in advanced stages of maturity, but not yet fully ripe. Both appeared to be healthy and both had the stomachs well filled with a diatom, **Coscinodiscus**, which was also abundant in samples of mud from the flats. None of the transplanted adults have been recaptured since these specimens.

Plankton hauls have been taken each week at several localities in the Gulf in order to determine whether eggs and larvae of anchovetas occur in them. Since identification characteristics of anchoveta eggs and larvae have not yet been worked out, however, the examination of this material must await completion of such studies (based on material from Panamá). Juvenile anchovetas, which are readily identifiable, the progeny of the transplanted fish, have not yet been observed in the Gulf of Nicoya.

In summary it may be concluded that the fish were satisfactorily transplanted, that some at least of the adults survived and continued to mature sexually after transplanting. Whether they spawned, and whether the spawn survived it is yet too early to say. Intensive collecting is being continued throughout the Gulf so that any notable number of progeny should be detected.

It is believed that this experiment should be thoroughly evaluated, and that additional studies of the early life history of the species be conducted in Panamá, prior to any new experiment in this direction.

APENDICE A

INFORME SOBRE LAS INVESTIGACIONES DE LA COMISION INTER-AMERICANA DEL ATUN TROPICAL DURANTE EL AÑO 1953

por

Milner B. Schaefer, Director de Investigaciones

El personal científico de la Comisión Interamericana del Atún Tropical está encargado de efectuar investigaciones con el propósito, especificado por la Convención, de obtener e interpretar la información que facilite el mantenimiento, a niveles que a su vez permitan pescas máximas continuadas, de las poblaciones de atún, de las especies "aleta amarilla" y "barrilete," y de otras clases de peces que capturan los barcos pesqueros de atún en el Océano Pacífico Oriental. Esto comprende un amplio programa de estudios sobre la biología, la ecología y la dinámica de las poblaciones de atún y de los peces que les sirven de carnada, incluyendo la determinación de los efectos de la pesca y de los factores ambientales sobre los stocks de cada una de las mencionadas especies.

La Comisión ha aprobado y recomendado a los gobiernos miembros un extenso plan de estudios, necesarios para determinar la condición actual de las poblaciones de atún y obtener las bases biológicas que permitan recomendaciones eficaces para su conservación. No ha sido posible, desde el punto de vista financiero, realizar estudios adecuados en todas las líneas de investigación recomendadas. Durante 1953, el tercer año de investigaciones, hemos dedicado nuestra principal atención, como en los años anteriores, a la recolección y análisis de los datos que permiten la determinación cuantitativa de los niveles generales de las poblaciones de peces y de los efectos de la pesca sobre dichas poblaciones. También se ha dado énfasis a los estudios biológicos y ecológicos de las especies importantes de peces-carnada, por lo que ellas significan para las pesquerías de atún y porque el conocimiento de estas especies, particularmente sobre la más importante, la anchoveta, faltaba casi por completo con anterioridad a la iniciación de las investigaciones de la Comisión. Los estudios sobre la historia natural, biología y ecología de los atunes, incluyendo los estudios oceanográficos que son fundamentales para comprender la relación de esas especies con su ambiente natural, han sido esporádicos y lejos de ser considerados intensos, porque las investigaciones a las que se dió prioridad fueron consideradas como de más inmediata urgencia y porque los fondos disponibles han sido completamente inadecuados para cubrir los gastos del

trabajo en el mar requerido para esta clase de estudio. El progreso que hemos logrado en esta dirección se debe en su mayor parte a oportunidades sustentadas por estudios en cooperación con otros organismos investigadores. Estos han hecho posible algunos de los trabajos en barcos-laboratorios en jiras especiales que de otro modo estaban fuera de nuestros alcances.

Durante los primeros dos años de investigación, el personal se dedicó principalmente a recolectar y sistematizar informaciones en las diversas líneas de trabajo. Durante 1953 se continuó esta actividad recolectadora. El volumen creciente de información ha hecho, sin embargo, deseable el empleo de cada vez mayor parte del tiempo de nuestro personal en el análisis y la interpretación de los datos recolectados. La investigación en algunos aspectos ha progresado lo suficiente para permitir que sus resultados sean publicados.

Nuestros estudios durante 1953 comprenden las siguientes actividades:

1. Compilación de estadísticas corrientes de pesca, volumen y resultado de la pesca y abundancia de las poblaciones de peces.

Para la investigación sobre la dinámica de las pesquerías de atún, a fin de asegurar una utilización racional, es fundamental hacer mediciones continuas de la abundancia de las poblaciones de los peces, del volumen y resultados de la pesca y del rendimiento obtenido. Tales mediciones se consiguen más convenientemente de los datos detallados que lleva la propia pesquería. Es de importancia, en consecuencia, que el personal recolecte y compile, de manera continuada, informes detallados con respecto a las cantidades pescadas de cada especie, fechas y lugares de las operaciones pesqueras y esfuerzo requerido para obtener cada resultado. Los datos que emanan de esas recolecciones y compilaciones, al ser propiamente analizados y comparados con datos similares de años anteriores, proporcionan la base fundamental, junto con la adecuada información biológica y ecológica, para determinar las condiciones de la pesquería y para formular las medidas de conservación que se juzguen necesarias.

Estadísticas de la pesca total de atún

La información respecto de las cantidades totales y clases de atunes tropicales sacadas del Océano Pacífico Oriental, es recogida de varias fuentes, como queda dicho en anteriores informes. Los datos resultantes de la producción total son substancialmente completos, con excepción de mínimas cantidades de pescado que se consume fresco fuera de los Estados Unidos. La Tabla 1 constituye una recapitulación de la pesca total, por especies, de 1940 a 1953, de "aleta amarilla" y "barrilete" en la zona oriental del Océano Pacífico, así como de las cantidades recibidas para su proceso industrial en Los Estados Unidos.

A pesar de que los informes procedentes de otros países no están aún completos en cuanto a 1953, puede verse cómo los recibos, en los Estados Unidos solamente, dan una bastante buena medida del rendimiento total,

**TABLA 1. PESCA DE "Aleta Amarilla" Y "Barrilete" EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL
1940-1953, en millones de libras**

Descargadas en, o transportadas congeladas a los Estados Unidos.

Pesca total, Pacífico Oriental

Año	"Aleta Amarilla"	"Barrilete"	No identificadas por especies	Total	"Aleta Amarilla"	"Barrilete"	No identificadas por especies	Total	"Aleta Amarilla"	% "Aleta Amarilla"
1940	113.9	56.6	170.5	114.6	57.6	172.2	67	INFORME ANUAL DE 1953
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	137.8	133.8	.....	271.6	..... (1)	.....	.....	.....	51

(1) Datos sin completar.

ya que representan sobre el noventa y cinco por ciento de la pesca total en años recientes. Los recibos de los Estados Unidos aquí tabulados, incluyen no solamente las pescas realizadas por los pescadores de dicho país, sino también las que han hecho pescadores de otras naciones de las Américas y que han sido congeladas y embarcadas con destino a los Estados Unidos para su proceso y mercado.

Como puede verse de la tabulación anterior, en 1953 se registró un fuerte descenso, en comparación con el año anterior, en la producción de "aleta amarilla." Esto es atribuible en cierto grado a un resultado pobre en la pesca durante la primera parte del año, experimentado por los barcos de largo recorrido que operaron fuera de la costa norte de Sud América, a lo que se sumó una condición oceanográfica anormal. También ha habido, sin embargo, un período más extenso de declinación del éxito en la pesca de "aleta amarilla", especialmente en las áreas distantes, asociado de un creciente esfuerzo de pesca, como se indicará más adelante.

Puede observarse como mientras la producción de "aleta amarilla" ha dejado de aumentar en los últimos años, la de "barrilete" ha tendido a crecer. Sin embargo, la producción de "barrilete" es objeto de muy grandes fluctuaciones año con año, dependientes aparentemente de la variable disponibilidad para los pescadores. Por ejemplo, 1952 parece haber sido un año de muy bajo rendimiento, mientras que en 1953 puede haber sido algo más alto que lo normal. La producción de esta especie en 1953 resultó ser la más alta.

La última columna de la Tabla 1, que muestra el porcentaje de "aleta amarilla" en los desembarques, indica la tendencia general al aumento de "barrilete" en las pescas de los años recientes. Las cifras bajas registradas en 1942 se debieron, desde luego, a la restricción de operaciones por parte de la flota de largo recorrido, lo que en aquel tiempo trajo una proporción mayor de "aleta amarilla." Cuando la flota extendió de nuevo sus operaciones, la proporción de "aleta amarilla" aumentó alcanzando un nivel de alrededor de un setenta y cinco por ciento en los años inmediatos a la postguerra. Desde 1948 es evidente una tendencia descendente en el porcentaje de esa especie.

La mayor parte de la pesca es efectuada por los clippers, barcos atuneros que emplean anzuelo y cordel para atrapar el atún; éste es atraído e inducido a morder por medio de carnada viva. Del atún descargado por los barcos que tienen su base en los puertos de California, los cuales contribuyen a la mayor parte de la producción total de la pesquería, las embarcaciones que usan carnada pescaron los porcentajes indicados en la Tabla 2, durante los últimos seis años. Puede verse cómo durante este período los clippers produjeron en general del 82 al 91 por ciento de "aleta amarilla" y del 87 al 94 por ciento de "barrilete." El bajo porcentaje en la pesca de "aleta amarilla" obtenido por los clippers en 1953, es una manifestación más de la baja disponibilidad de dicha especie en la región fuera de la costa norte de América del Sur a que se hizo referencia ante-

riormente. La flota redera, la mayor parte de la cual pesca más hacia el norte, se afectó poco en ese sentido, en comparación con la flota de los clippers, cuyas unidades de largo recorrido frecuentan esta área en una gran extensión.

TABLA 2. PORCENTAJE, POR ESPECIES, DE LOS DESEMBARQUES HECHOS POR "CLIPPERS" CON BASE EN CALIFORNIA

Año	"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

A fin de estudiar en detalle las variaciones estacionales, anuales y geográficas en la pesca y abundancia de los atunes, nuestro personal recoge rutinariamente pormenorizada información de las anotaciones que registran los libros de a bordo. Los métodos de recolección y compilación de esos datos han sido ya descritos en informes anteriores. La distribución geográfica de las pescas y del esfuerzo de pesca ha sido tabulada y trazada por estaciones en los años 1951 y 1952; los informes sobre 1953 están en proceso todavía, estos informes proporcionan una base firme para comprender la distribución de los atunes y las variaciones en el tiempo y en el espacio, en relación con los factores ambientales. Son particularmente valiosos, desde luego, para elucidar anomalías como la ocurrida en 1953. Todavía la información no está suficientemente pulida como para ser publicada, pero será incluida en futuros reportes científicos.

Pesca por cada día de ausencia del puerto

De las cifras sobre cantidades de atún descargadas y sobre el tiempo en que los barcos han estado fuera del puerto—las cuales se obtienen de casi todas las embarcaciones con base en la Costa Occidental de los Estados Unidos, se computa la pesca por cada día de ausencia. Para los barcos rederos, esto proporciona una medida de la abundancia del atún conforme lo encuentran los pescadores, ya que éstos lo pescan directamente con redes. Para los clippers, sin embargo, estas estadísticas miden la combinación de la aparente abundancia del atún y del éxito previo en la pesca de carnada viva, necesaria al método de captura que dichos barcos emplean. Esto ha de ser considerado como una medida de éxito en todas las actividades de pesca, la cual, de acuerdo con ciertas suposiciones, puede también servir para indicar los cambios en la abundancia del atún.

Estas estadísticas tienen la gran virtud de permitir que los datos corrientes sean comparados con datos similares obtenidos de los datos estadísticos que ha llevado la industria durante los últimos veintidós años, y

así pueden ser aplicables al estudio de los cambios de significación que se han registrado a medida que la intensidad de la pesca ha variado en dicho período. De los datos corrientes y de los históricos se tratará conjuntamente en una sección posterior de este informe (página 61).

Producción de atún por cada día de actividades pesqueras

Una medida más exacta del promedio de la abundancia del atún, conforme lo encuentran los pescadores, es suministrada por la pesca o producción de atún por cada día de actividades. Esto se computa con base en las anotaciones contenidas en los libros de a bordo sobre el número de días que exactamente se han empleado en la pesca de atún y sobre la resultante producción de pescado. Estamos obteniendo corrientemente "records" de los libros de a bordo que lleva un ochenta y cinco por ciento de la flota pesquera, tanto por barcos que usan carnada como por los rederos, de modo que los informes son suficientemente abundantes como para dar resultados bastante exactos.

Se ha visto cómo la eficiencia de las embarcaciones varía de acuerdo con sus tamaños. Para poder combinar los datos de barcos de diferentes tamaños, es necesario aplicar apropiados factores de eficiencia para medir el esfuerzo de pesca en términos del número de días empleados en la pesca por un barco de un tamaño escogido como "standard." Estos factores de eficiencia se consiguen mediante la comparación de los resultados logrados por embarcaciones de diferentes tamaños que pescan en las mismas áreas, según se ha dicho en un informe previo. Este procedimiento nos permite medir la aparente abundancia del atún en unidades que pueden compararse entre un área y otra y año con año.

La pesca promedio por cada día de actividades pesqueras de todos los barcos de los que tenemos "records," en términos de unidades "standard," nos da una medida de la abundancia media de los peces encontrados por los pescadores en toda el área de la pesquería. En una serie de años, esto nos proporciona un método objetivo para medir los cambios que se efectúan en las existencias permanentes de atún de tamaños aprovechables, promediados esos cambios en toda el área de la pesquería.

Como barcos de diferente tamaño operan en alguna extensión en zonas diversas, yendo lo más pequeños a las aguas menos distantes, es también de utilidad determinar separadamente el promedio de la pesca por cada día de actividades atuneras, para las diferentes clases por tamaño. Seis categorías de barcos, por tamaño, con base en la capacidad pesquera, son usadas en la tabulación de estos y otros datos, a saber:

- Clase I—Capacidad hasta 50 toneladas
- Clase II—Capacidad de 51 a 100 toneladas
- Clase III—Capacidad de 101 a 200 toneladas
- Clase IV—Capacidad de 201 a 300 toneladas
- Clase V—Capacidad de 301 a 400 toneladas
- Clase VI—Capacidad de más de 400 toneladas

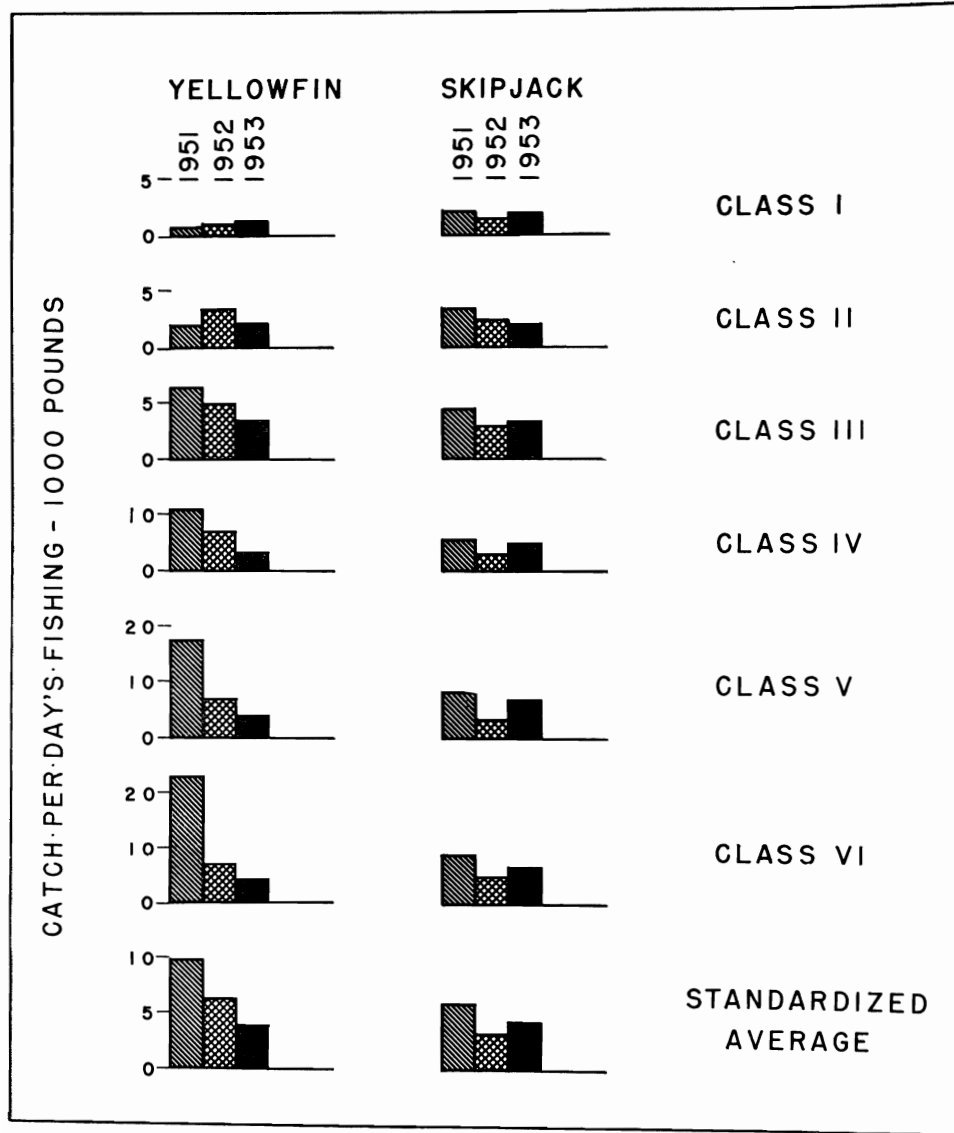


FIGURA 1. Promedio de pesca por día en la pesca de atún, de barcos clippers, de 1951 a 1953, por especies y por tamaño de embarcaciones.

Las medidas sobre la abundancia aparente de "aleta amarilla" y del "barrilete" durante los últimos tres años, con base en la producción de atún por cada día de actividades pesqueras efectuadas por los clippers (barcos que emplean carnada viva), han sido representadas en la Figura 1. En cuanto al atún "aleta amarilla," puede verse cómo se ha registrado poco cambio durante estos años para las dos clases más pequeñas de embarcaciones, las cuales pescan en áreas cercanas a sus puertos de base en California, nunca más al sur del Golfo de Tehuantepec. Para los barcos más grandes, que recorren mayores distancias hacia el sur, ha habido una notable declinación en la aparente abundancia de "aleta amarilla" durante el indicado período, siendo el descenso mayor para los de mayores tamaños, que operan casi siempre en las aguas más distantes de sus puertos. En el caso del "barrilete," puede observarse que 1952 fué un año de muy baja abundancia aparente de esta especie para los barcos de todas las categorías, en tanto que 1951 y 1953 fueron similares en abundancia, siendo 1951 ligeramente mejor para los barcos de mayor capacidad o tamaño.

Cambios como estos pueden ser debidos a cambios en la cantidad de peces en el área, o bien a cambios en la disponibilidad que hayan presentado a los pescadores. En 1953, por ejemplo, las muy escasas pescas de "aleta amarilla" efectuadas por los barcos (grandes) que pescaron fuera de la costa norte de Sud América, coincidieron con la anomalía de las condiciones oceanográficas (a que nos referiremos más adelante), lo que se supone alteró la distribución y conducta de los peces, haciéndolos menos disponibles a los pescadores. De nuevo, los muy grandes cambios registrados año con año en la pesca por cada día de actividades detrás del "barrilete," se deben muy probablemente, en gran parte, a las variaciones experimentadas en su disponibilidad. Cierta variación en la disponibilidad promedio puede también resultar de una variación en el programa anual de las operaciones pesqueras. Durante un año, tal como el de 1951, cuando las actividades de la flota se restringen, debido a factores económicos, durante una parte del mismo, la aparente abundancia puede ser diferente a cuando la pesca se realiza durante el año entero en una forma normal. Con el objeto de hacer a un lado las variaciones en la disponibilidad y así estimar los cambios en el tamaño de los stocks, y a fin de determinar si tales cambios están relacionados con el volumen de la pesca, necesitamos examinar las tendencias en una serie considerable de años. Afortunadamente hemos recogido y nos encontramos en el proceso de compilar datos comparables con éstos en algunos de los más tempranos años. El análisis de estos datos del pasado es, desde luego, vital para una interpretación a fondo de los que se recolectan corrientemente.

Estadísticas de la pesca de carnada

Se ha demostrado antes (Tabla 2) que la mayor parte del atún que se pesca en las aguas tropicales del Pacífico Oriental es capturado por los

clippers. Para el método de pesca que emplean estos barcos, son indispensables los pequeños peces vivos usados para atraer los atunes y para incitarlos a morder, de modo que puedan ser sacados del agua por medio de cuerdas y anzuelos. Hasta el momento en que la Comisión comenzó sus estudios en 1951, poco se sabía de las clases y cantidades de peces-carnada usados por la flota. Una parte importante de nuestra continua tarea de llevar anotaciones básicas sobre las operaciones de pesca de las flotas y sus resultados, la constituye la compilación de los "records" de los diarios de pesca, de las cantidades y clases de peces-carnada pescados y de las localidades en que se ha efectuado su captura. De las cantidades de carnada registradas por los barcos que llevan anotaciones adecuadas (un 85% de la flota), podemos estimar con bastante exactitud las cantidades tomadas por la flota entera. Las cifras sobre cada especie, estimadas en esa forma, han sido tabuladas para los años 1951, 1952 y 1953, según puede verse en la Tabla 3. Estas estimaciones corresponden a la flota de clippers atuneros con base en la Costa Occidental de los Estados Unidos (California). No han sido incluidos, algunas pequeñas embarcaciones que se dedican esporádicamente a pescar cerca de California, los barcos con base en la América Latina, y algunos de los Estados Unidos que transportan atún desde Panamá y otros lugares. Las estimaciones tabuladas comprenden, sin embargo, alrededor del noventa por ciento de toda la carnada que ha sido sacada del mar por la flota, y así se tiene bastante buena medida de la producción correspondiente a esta pesquería.

La "anchoveta," una anchoa tropical grande, de cuerpo achatado y ancho que aparece en varias bahías desde la de Almejas (Baja California) hasta el norte del Perú, es la más importante de las especies de carnada para el atún, preferida por su duración en los tanques de los barcos y por otras características. Esta especie constituyó el 63% de la carnada que se pescó en 1951, el 60% en 1952, y 38% en 1953. El Golfo de Panamá produce la mayor cantidad de este importante pez en el presente.

Puede notarse que la sardina de las Islas Galápagos constituye una proporción mucho más grande en las cantidades totales de carnada pescadas en 1952 y en 1953, que la que se obtuvo en 1951, lo cual refleja lo variable que resulta la provisión de esta especie de un año a otro. La sardina de las Galápagos es un pez pequeño del año-clase "cero," cuya abundancia varía mucho año con año. La disponibilidad de carnada en otras áreas alternativas, hace también variar la extensión en que las Galápagos son usadas como zona productora de peces-cebo.

Lo mismo que en el caso del atún, estamos obteniendo informes de los diarios de a bordo, tanto sobre las cantidades de carnada que pescan los barcos, como sobre el tiempo que ha sido necesario para efectuar su captura, de modo que podemos computar la producción por cada día de actividad en la pesca de cada clase de peces-cebo en cada una de las zonas, con el propósito de medir su abundancia, ésto nos capacita para

TABLA 3. CANTIDADES* Y PORCENTAJES DE LAS CLASES DE PECES-CARNADA TOMADAS POR LA FLOTA DE CLIPPERS CON BASE EN LA COSTA OCCIDENTAL DE LOS ESTADOS UNIDOS DURANTE EL

PERIODO 1951-1953	1951		1952		1953	
	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje	Cantidad	Porcentaje
Anchoveta (<i>Cetengraulis mysticetus</i>)	1604	63.0	2589	59.8	1611	37.2
Sardina de California (<i>Sardinops caerulea</i>)...	382	15.0	295	6.8	440	10.2
Sardina de Galápagos (<i>Sardinops sagax</i>).....	83	3.3	594	13.7	1080	24.9
Anchoa del Norte (<i>Engraulis mordax</i>).....	160	6.3	590	13.6	851	19.7
Anchoa del Sur (<i>Engraulis ringens</i>).....	.....	.....	.....	.....	33	0.8
Sardina de California y Anchoa del Norte mezcladas y que no han sido identi- ficadas separadamente	12	0.5	52	1.2	173	4.0
"Herring" o "gallera" (<i>Opisthonema</i> , <i>Sardinella</i> , <i>Ilisha</i>)	146	5.7	115	2.7	77	1.8
Salima (<i>F. Xenichthyidae</i>).....	61	2.4	55	1.3	26	0.6
Otras especies y no especificadas.....	97	3.8	36	0.8	36	0.8
TOTAL	<u>2545</u>		<u>4326</u>		<u>4327</u>	

*En miles de **scoops** (Un **scoop** es la cantidad que se saca de la red y se echa en el tanque de carnada de la embarcación por medio de una pequeña bolsa de malla fina en forma de cazamariposas).

llevar cuenta de la cantidad relativa de peces-cebo de cada área productora de carnada.

2. Compilación y análisis de los datos históricos

Como se habrá notado de lo expuesto anteriormente sobre datos estadísticos corrientes, su interpretación, en términos de la condición de las poblaciones de peces y de los efectos que en ellas produce la pesca, depende de la comparación que se haga con la ayuda de adecuadas medidas estadísticas en un determinado período de años. En consecuencia, es de gran importancia, obtener, no sólo información corriente, sino también datos a comparar de las operaciones de pesca y resultados de las mismas en tantos años atrás como sea posible. Afortunadamente, se descubrió que diversas fuentes hacen disponible una apreciable cantidad de datos adecuados. La recolección y compilación de estas informaciones se comenzaron en 1951 y se continuaron en 1952 y 1953. Pero no fué sino hasta a mediados de este último año cuando fué posible emplear suficiente personal de oficina para lograr un progreso de significación en la tarea de compilar la gran cantidad de datos recogidos y de reducirlos a medidas estadísticas susceptibles de ser comparadas con los informes corrientes. Con el aumento de fondos que se nos proporcionó en la última parte de 1953, hemos estado en condiciones de proceder con mayor rapidez en este importante proyecto.

La compilación de los informes sobre la pesca total de atún en el Pacífico Oriental, y sobre la pesca por cada día de ausencia del puerto, referentes a una cantidad de barcos que constituyen una muestra adecuada y grande de la flota, desde 1932 a la fecha, ha sido ya terminada. El ajuste de las estadísticas sobre pesca por cada día de ausencia, por tamaño de las embarcaciones, a fin de lograr cifras comparables en esta serie de años, ha sido estudiado por varios métodos alternativos. De la pesca por cada día de ausencia, medida en unidades comparables, y de la pesca total de cada especie de atún, en la zona Este del Pacífico, puede también computarse la total intensidad relativa de la pesca en cada año.

Estas series de medidas estadísticas del volumen de la pesca, la producción y el éxito en la misma, considerando como un todo las poblaciones de cada especie de atún en la extensión completa del Pacífico Oriental, proporcionan resultados de considerable interés e importancia. En la Figura 2, por ejemplo, aparecen los siguientes datos sobre el atún "aleta amarilla": (1) total de los desembarques efectuados por todas las embarcaciones con toda clase de equipos de pesca, lo que constituye una medida de la **producción**; (2) pesca por cada día de ausencia del puerto lograda por **clippers** de los Estados Unidos en número que constituye una buena muestra de la flota, tomando como tamaño "standard" la clase IV de su tipo, lo que constituye una medida del **éxito en la pesca**; (3) cálculo de la cantidad total de esfuerzo, en términos del número de días de ausencia del puerto, con embarcaciones en la clase IV "standard" del tipo clipper (barco que pesca

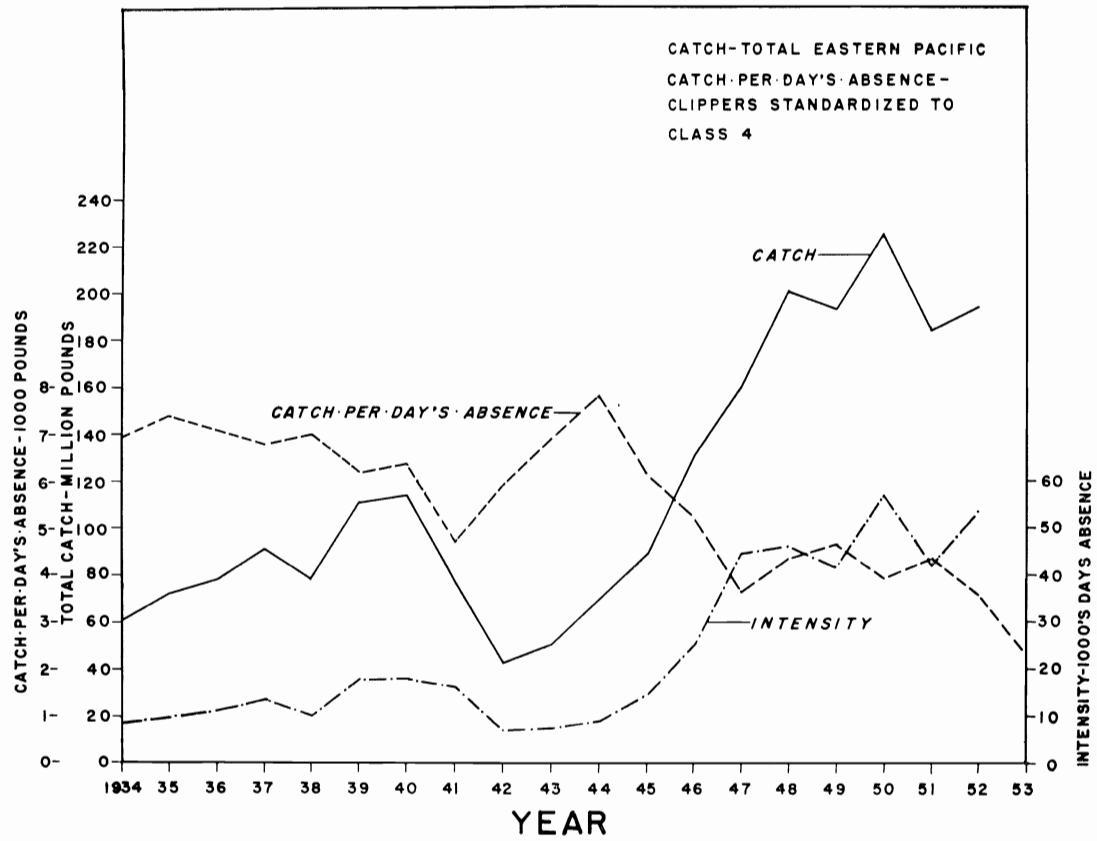


FIGURA 2. Pesca total de atún aleta amarilla, promedio de la pesca por día de ausencia del puerto calculado con tamaño de barco tomado como tipo de norma, y la relativa intensidad de las actividades pesqueras, en el Océano Pacífico Oriental.

con carnada viva). Puede observarse en la Figura 2 que conforme el volumen de la pesca aumentó, de 1934 al comienzo de la Segunda Guerra Mundial, la producción de pescado aumentó, pero hubo una declinación en forma constante de la pesca por cada día de ausencia del puerto. Con la disminución de las actividades pesqueras durante los primeros años de la guerra, hubo una declinación en la producción, pero el éxito en la pesca aumentó pronunciadamente. Comenzando con 1945, el volumen de la pesca aumentó rápidamente por unos pocos años, lo que dió por resultado un aumento en la producción pero una declinación del éxito en la pesca. En años recientes la intensidad de las actividades pesqueras continúa mostrando una ligera tendencia a subir, en tanto que la tendencia a la baja en el éxito de la pesca es igualmente pequeña. La pesquería parece estar nivelándose con una producción total algo más baja del punto máximo obtenido en 1950.

Si puede suponerse que el éxito en la pesca indica, en promedio, la abundancia de "aleta amarilla" de tamaños comerciales, es una conclusión aceptable que se desprende de estos datos, la de que la intensidad en las actividades pesqueras ha sido lo suficientemente grande como para afectar la abundancia promedio de este pez. Esto, por supuesto, es el inevitable resultado de una efectiva explotación de una población de peces, y solamente indica que la proporción de la pesca está a un nivel suficientemente alto como para afectar en forma medible el tamaño promedio de la población de peces existente. Esto mismo no dice nada acerca de la relación entre el actual nivel de explotación y el nivel de la máxima producción sostenible. Sin embargo, el hecho de que, en los actuales niveles de intensidad de la pesca, la declinación de tanto la pesca total como de la pesca por cada día de ausencia del puerto parece estar asociada a un aumento en la intensidad de las operaciones pesqueras, sugiere que esta intensidad puede haber alcanzado, y aun sobrepasado, el nivel correspondiente a la máxima producción continuada. En este caso no es de esperar un aumento permanente en la producción de "aleta amarilla," y tampoco sería improbable alguna merma.

En caso de que las relaciones entre el volumen de la pesca, la abundancia del atún y la producción sobre las que se basan estas interpretaciones, no sean evidentes por sí mismas, el lector podrá acudir al Volumen I, Número 2 del **Boletín** de la Comisión, en donde la teoría se expone con algún detalle.

Las anteriores conclusiones con respecto a la población total del atún "aleta amarilla" en el Pacífico Oriental pueden mantenerse tanto si estos atunes son miembros de un solo stock, como si pertenecen a varias poblaciones independientes. En este último caso, sin embargo, es posible y desde luego probable, que los diversos stocks pueden encontrarse en muy diferentes estados de explotación. Algunos pueden estar poco aprovechados y en otros puede haberse operado una pesca intensiva. A fin de obtener una producción máxima total continuada, es necesario elevar a su

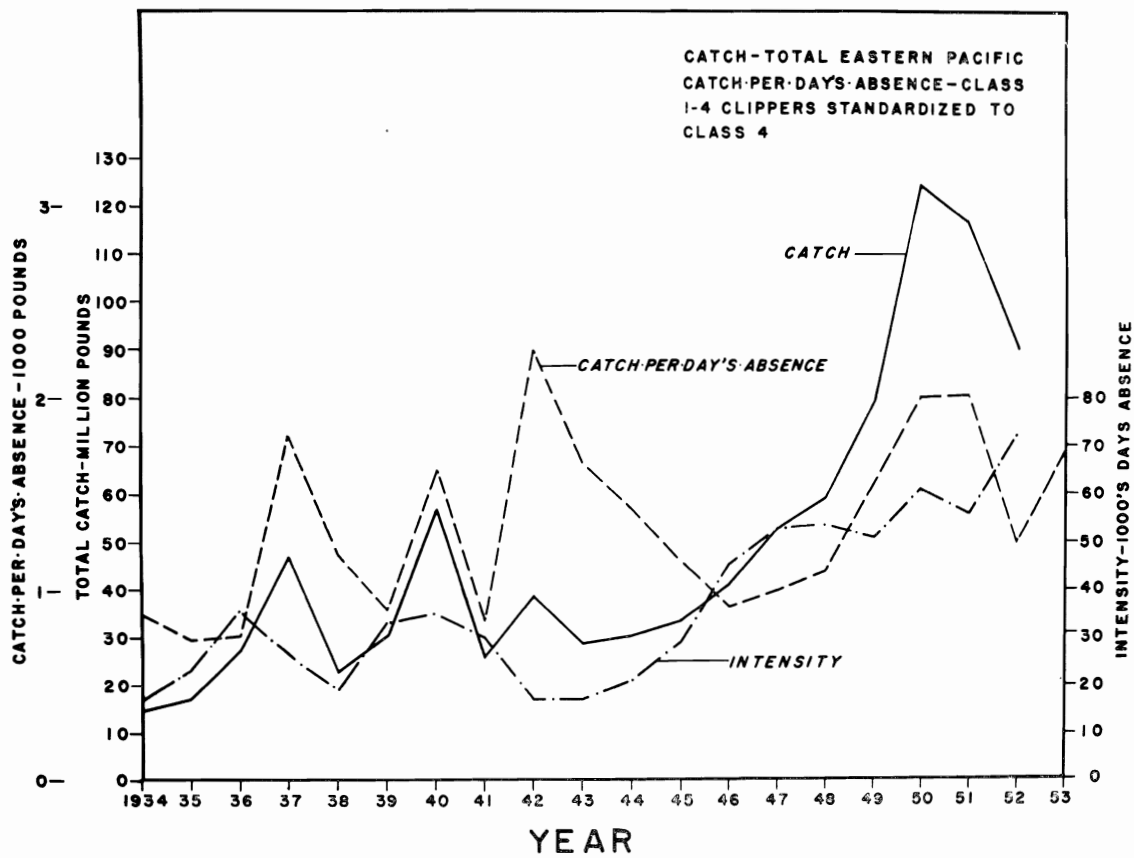


FIGURA 3. Pesca total de atún barrilete (skipjack), promedio de la pesca por día de ausencia del puerto calculado con tamaño de barco tomado como tipo de norma, y la relativa intensidad de las actividades pesqueras, en el Océano Pacífico Oriental.

máximo la producción de cada **stock** individualmente. Por lo tanto, es de importancia fundamental que determinemos la estructura de la población tan pronto como sea posible, como base para una eficiente administración de estos recursos.

Los informes sobre el "barrilete" presentan un cuadro bastante distinto. En la Figura 3 se presenta gráficamente para esta especie, medidas similares de producción, de esfuerzo de pesca y de éxito en las respectivas operaciones, considerando siempre la zona entera del Pacífico Oriental como una sola unidad. Para el "barrilete," el índice sobre el éxito en la pesca, es decir, la pesca por cada día de ausencia del puerto, se ha basado en los "records" de las cuatro clases menores de tamaño de barcos, omitiendo las dos clases más grandes. La razón para esto es la de que nuestros análisis indican que, para ambas clases mayores en tamaño, el volumen de la pesca de "barrilete" está influenciado por la abundancia de "aleta amarilla," en tanto que esto no parece ser lo mismo para las clases de barcos de menor capacidad. Puede verse cómo el éxito en la pesca ha registrado muy amplias fluctuaciones, no correlacionadas con los cambios en el volumen de la pesca. El nivel general de la pesca por cada día de ausencia del puerto en años recientes, con mucho mayor intensidad en las operaciones y producción total que antes de la guerra, se encuentra tan alto como anteriormente. Las grandes, rápidas variaciones de un año a otro en el éxito de la pesca de "barrilete," se deben probablemente a las variaciones en la disponibilidad de esta especie más que a los cambios en su abundancia en el mar. Sin embargo, no debe excluirse la posibilidad de que las variaciones en la fuerza de las clases anuales (es decir, la supervivencia del desove) sean grandes para esta especie, dando como resultado fluctuaciones rápidas en el tamaño de las poblaciones de peces existentes; solamente los detallados estudios biológicos que se hagan en el futuro, podrán darnos luz a este respecto. Sea cual sea la causa de las variaciones, se manifiesta por los informes que contiene la Figura 3, que cualesquiera efectos del volumen de la pesca, a los niveles actuales de intensidad, en el éxito de las operaciones pesqueras, son tan pequeños que no pueden determinarse en la presencia de las grandes variaciones debidas a otros factores. En consecuencia, parece ser que las existencias de "barrilete" en el Pacífico Oriental están siendo actualmente explotadas a un nivel de presión pesquera tan bajo, que poco afecta la población de peces existente de esta especie.

Las medidas estadísticas a que nos hemos referido, basadas en la pesca por cada día de ausencia del puerto, son relativamente fáciles de computar y se dispone de datos adecuados para su estimación, correspondientes a los últimos veinte años. Tienen, sin embargo, ciertas desventajas. La pesca por cada día de ausencia del puerto es afectada no sólo por la abundancia y disponibilidad del atún, sino también por la abundancia y disponibilidad de los peces de carnada. Se hace, entonces, necesario, suponer que el porcentaje de tiempo empleado en conseguir

carnada es, en promedio, constante a todos los niveles de intensidad pesquera en el pasado, si es que los resultados han de interpretarse en términos de los cambios en la aparente abundancia de las especies de atún, como lo hemos hecho anteriormente. Más aún, estas estadísticas no pueden ser usadas para la investigación de los cambios en la aparente abundancia de los atunes por subdivisiones geográficas de la zona de la pesquería. Por estas razones, es también necesario considerar una medida más precisa de la aparente abundancia de estas especies, esto es, de la pesca por cada día de operaciones atuneras. Estas estadísticas están basadas en las anotaciones de los diarios o libros de a bordo que lleva la flota, de lo que tenemos material de años recientes de una gran parte de la flota, e información proveniente de cierto número de años pasados, que aunque de una porción más pequeña de la flota siempre es útil. Por los viejos libros de a bordo, a los cuales hemos tenido acceso, podemos determinar las localidades de las operaciones, el número de días empleados solamente en la pesca de atún y los resultados de las actividades. De esta información computamos la producción de pescado por cada día de operaciones atuneras, independientemente del tiempo dedicado a conseguir carnada, a los movimientos de traslado y a otras actividades, considerando no sólo el Pacífico Oriental como una zona única, sino también, cada una de sus subdivisiones o sectores separadamente. El resumen de datos básicos, de las anotaciones contenidas en los voluminosos libros de a bordo, es una tarea que requiere tiempo y en la cual sólo hemos logrado hacer buen progreso durante la última mitad de 1953, cuando hemos podido emplear mayor personal de oficina. Una vez que este trabajo de recopilación y tabulación de los informes básicos haya sido terminado, las computaciones restantes pueden hacerse muy rápidamente por medio de computadores mecánicos usando tarjetas perforadas. Se espera poder terminar esta fase de nuestras investigaciones durante el próximo año.

Se trabaja también en la obtención de medidas similares de las poblaciones existentes de peces-carnada en las diferentes localidades productoras, mediante las anotaciones sobre producción por cada día de actividades en la consecución de peces-cebo, anotaciones que aparecen en los viejos diarios de a bordo. Los métodos de tabulación y compilación de estas estadísticas son enteramente análogos a los que se aplican a los datos relativos al atún.

3. Investigación sobre la teoría de la pesca

La razón por la cual se ha entrado en la tediosa y pesada tarea de compilar los datos estadísticos a que se ha hecho referencia anteriormente, es la de facilitar a nuestra Comisión el conocimiento de las condiciones actuales de los stocks de peces, en relación con las condiciones que han de proporcionar el máximo rendimiento continuado. Una vez que las medidas de mayor utilidad sobre intensidad, abundancia y rendimiento de la pesca han sido obtenidas de los datos corrientes e históricos, deben ser

interpretados en términos de los efectos de la pesquería sobre la población de peces, a fin de estimar, para cada población, el nivel de la máxima producción permanente, así como determinar en forma precisa las condiciones corrientes de la pesquería.

Este paso requiere el empleo de un modelo matemático adecuado que describa el efecto de la pesca sobre las poblaciones de peces. Algunos modelos que han sido aplicados a otras pesquerías en el pasado no son enteramente aplicables o satisfactorios para nuestros problemas específicos. En consecuencia, hemos hecho estudios de modelos matemáticos generales de una pesquería, basados en las leyes conocidas del crecimiento de las poblaciones, a fin de obtener una firme base lógica para nuestra interpretación de las estadísticas de las pesquerías de atún, así como para lograr un conocimiento más completo de cómo las poblaciones de peces, en general, son afectadas por la pesca, y para demostrar las circunstancias bajo las cuales una reglamentación o administración puede aumentar el rendimiento de la pesca en forma estable. Los estudios en esta línea han progresado muy satisfactoriamente durante el año pasado y se ha preparado un informe para dar a conocer algunos de los resultados. A pesar de que se requiere un desarrollo más amplio para aplicar la teoría a la interpretación de los datos obtenidos de las pesquerías de atún, los medios de realizar esto parecen ser claros. Se cree que el necesario desarrollo de la teoría al menos se encuentra al mismo nivel de la compilación de datos estadísticos, de modo que el progreso hacia la estimación del nivel de una pesca máxima continuada de atún, no tiene que detenerse por falta del desarrollo teórico requerido.

4. Investigación sobre la biología, ecología e historia natural del atún

Una comprensión adecuada de los aspectos importantes de la historia natural y la conducta de los atunes, así como de sus relaciones con el ambiente físico y biológico, es básica para determinar la condición de la pesquería. Cuando se presenta la necesidad de hacer recomendaciones eficientes para el mantenimiento de la pesca a niveles máximos, lo que en el caso del "aleta amarilla" puede ser más pronto de lo que generalmente se cree, un conocimiento de esta clase es aún más vital. Desafortunadamente, los medios de la Comisión no le han permitido emprender investigaciones amplias, adecuadas para proporcionar tal conocimiento respecto de los importantes peces, aun poco conocidos, cuyo estudio nos concierne. Nuestras investigaciones forzosamente se han limitado a lo que ha podido hacerse con los fondos de que hemos dispuesto, habiendo, sobre todo, sacado ventaja de las oportunidades que nos ha brindado la cooperación con otras organizaciones que tienen facilidades para trabajar en alta mar. A pesar de que se ha logrado notable progreso en los estudios sobre la biología y ecología del atún durante el año pasado, dichos estudios no han sido de tal suerte cuidadosos, sistemáticos y continuados como

los que tendrá que efectuar la Comisión a fin de obtener una base para hacer eficientes recomendaciones de conservación.

Estructura de la población de atún del Pacífico Oriental tropical

Con el propósito de estudiar en forma efectiva los recursos atuneros del Pacífico Oriental, debemos tratarlos por unidades biológicas naturales. Necesitamos, pues, conocer la zona geográfica de las poblaciones de cada especie. La primera pregunta a este respecto es la siguiente: ¿pertenece o no cada especie de los atunes tropicales que se encuentran a lo largo de la costa occidental de las Américas, en la región de nuestra pesquería, a una población o poblaciones distintas de aquéllas que existen en otras partes más al oeste del Océano Pacífico? Un medio de investigar esta cuestión es el de comparar las características anatómicas de los peces de diferentes regiones para determinar si son iguales o difieren. La comparación se ha hecho ya entre el "aleta amarilla" de la costa occidental americana y el de las aguas del Hawaii. Los resultados indican que son miembros de poblaciones diferentes. Durante 1953 recogimos muestras de "aleta amarilla" de la Polinesia Sureste (Islas "Society" y "Marquesas"), suministradas por una embarcación que llevó a cabo sus operaciones de pesca en aquellas aguas y que descargó su pesca en San Pedro, California. También fueron puestos a nuestra disposición, por el "U. S. Fish and Wildlife Service," los datos de una serie de muestras obtenidas en la misma área en 1949. La comparación de los datos morfométricos de "aleta amarilla" de la Polinesia Sureste con los correspondientes de los especímenes capturados más afuera de la costa occidental americana, indica que los peces son de poblaciones diferentes. Por estas investigaciones y por los estudios similares que han efectuado científicos de las "Investigaciones de las Pesquerías del Océano Pacífico" (Pacific Oceanic Fishery Investigations) parece que el "aleta amarilla" de los mares fuera de la costa oeste americana no se mezcla libremente con el de las poblaciones más occidentales, y deben ser considerados como individuos de distinta población o poblaciones. Un informe científico sobre estos estudios se encuentra en preparación.

También hemos recolectado datos morfométricos del "barrilete" (skipjack) de los mares fuera de la costa occidental de las Américas, a fin de compararlos con datos similares de la Polinesia Sureste y del Hawaii. Las comparaciones preliminares de estos datos revelan también que los especímenes de esta especie, del área de nuestro estudio, pueden ser distintos de los que se encuentran en las zonas occidentales del Pacífico. Sin embargo, estos estudios no han sido completados y probablemente necesitaremos informes adicionales antes de llevarlos a su fin. En el momento presente poseemos indicaciones de que existe separación entre las poblaciones de "barrilete," pero no tenemos suficiente evidencia para llegar a una conclusión categórica.

Habiendo determinado que el atún "aleta amarilla," y tal vez el "ba-

rilete," de los mares fuera de la costa de las Américas, son distintos de los que se encuentran más hacia el occidente, surge otra pregunta: ¿están subdivididas estas especies, **dentro** de la región del Pacífico Oriental, en poblaciones distintas o semidistintas que deban considerarse como unidades biológicas separadas en la administración de la pesquería? El estudio de este problema por medio de la comparación de datos morfométricos, ha indicado que el procedimiento no es probablemente adecuado, debido a la imposibilidad, por ciertas razones técnicas, de distinguir pequeñas diferencias. En consecuencia, para satisfacer esta pregunta debe acudir a otras técnicas. De éstas, la más satisfactoria de que disponemos al presente, es la de marcar el "aleta amarilla" y el "barrilete" para descubrir el monto de las migraciones de los especímenes marcados en diferentes localidades, y así determinar el grado de la mezcla. El Laboratorio de Pesquerías del Estado de California ha comenzado tales experimentos de marcación con resultados alentadores, pero la escala de operaciones es muy pequeña para proporcionar una información definitiva en un futuro cercano. Los procedimientos basados en las diferencias químico-genéticas, tales como el análisis de los tejidos musculares en el papel cromatográfico, no han sido suficientemente investigados como para aplicarlos a la solución de estos problemas, aun cuando son tan prometedores que su desarrollo debe continuarse vigorosamente.

Expedición "Longline"

Un aspecto interesante y de importancia en la biología del atún "aleta amarilla," sobre el cual se efectuaron investigaciones iniciales en el Pacífico Oriental durante 1953, es el de la distribución vertical de los adultos de gran tamaño. Las pesquerías del presente, en la región del Pacífico que nos concierne, opera sólo con peces relativamente jóvenes en aguas superficiales. Las operaciones comerciales así como las investigaciones científicas en el Pacífico Central y Occidental, han demostrado que en aguas más bajas, a profundidades de cincuenta brazas por lo menos, se encuentran atunes de la especie "aleta amarilla" que en promedio son muchísimo más grandes que los que se pescan en la superficie; y también voluminosos especímenes del atún "ojo grande" (**Parathunnus**), que son capturados muy rara vez en el Pacífico Oriental por los medios superficiales de pesca. Con el propósito de determinar si los atunes grandes y maduros "aleta amarilla," y tal vez el "ojo grande," habitan las aguas sub-superficiales de nuestra área de pesca, y para tener algún conocimiento de su ecología, se efectuó una investigación de tipo cooperativo, del 23 de enero al 8 de marzo de 1953, con el empleo del barco-laboratorio "N. B. Scofield" del Laboratorio de Pesquerías del Estado de California y de personal científico del mismo, de la Institución Scripps de Oceanografía y de la Comisión del Atún. Durante esta jira, que se denominó expedición "Longline," se efectuaron operaciones de "muestreo," para obtener ejemplares de atunes de aguas profundas y de otros grandes peces carnívoros,

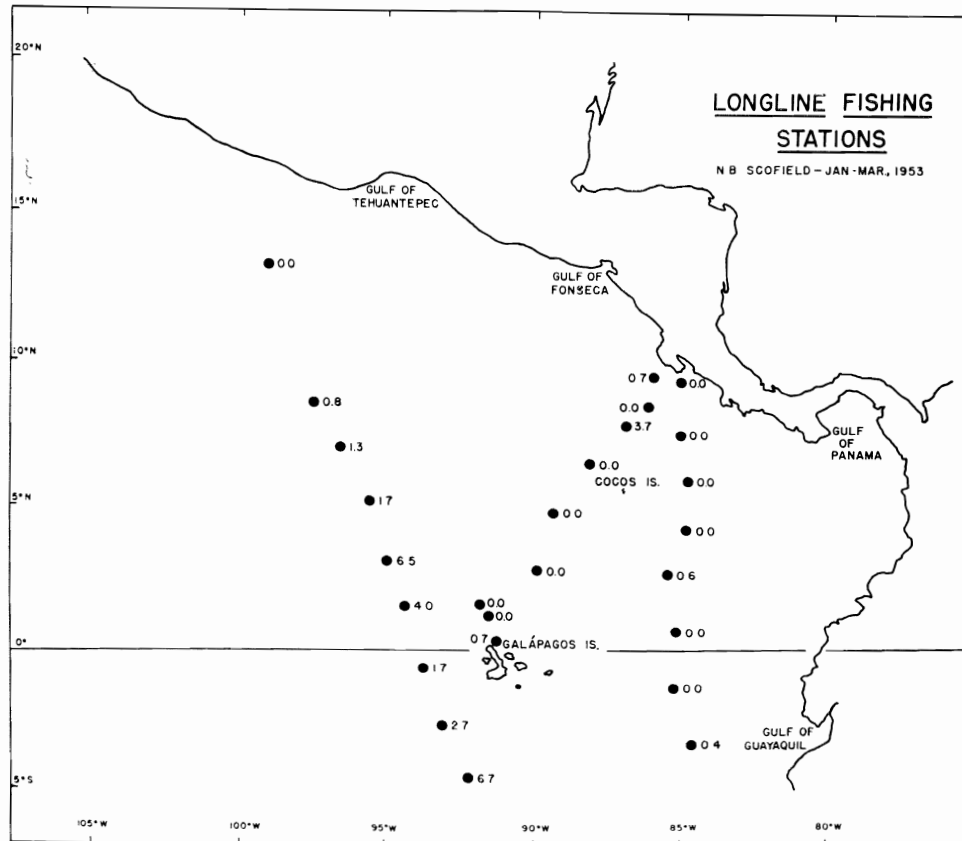


FIGURA 4. Posición de las estaciones de pesca ocupadas por la expedición "Longline" de enero a marzo de 1953. Los números a la par de los puntos con que se marca la posición de las estaciones, indican el resultado de la pesca de atunes "aleta amarilla" y "ojo grande" (*Neothunnus* y *Parathunnus*) por cada 100 anzuelos.

en una serie de 26 estaciones localizadas en la zona ecuatorial del Pacífico Este, las cuales aparecen en la Figura 4. El medio empleado para tal objeto fué el de un aparato consistente en una línea larga submarina flotante, que se usa en la pesca comercial en el Pacífico Central y Occidental. Las estaciones se localizaron de modo que interceptaron las mayores corrientes de esa zona y para obtener ejemplares de las diversas masas de agua. Esta expedición, en parte, siguió paralelamente la ruta marcada por la jira oceanográfica efectuada durante el verano anterior, a la que se dió el nombre de "Shellback." La vía seguida por la embarcación fué la siguiente: de San Diego (California) a la primera estación fuera del Golfo de Tehuantepec; luego hacia el sureste a lo largo de una línea de nueve estaciones pasando fuera de las Islas Galápagos, grado 4°, latitud Sur. De este punto, otra serie de nueve estaciones nos condujeron a través de las Galápagos hasta la estación frente a Costa Rica. Se pescó luego en ocho estaciones de una serie con dirección al Sur entre el grado 85° de longitud Oeste y el grado 3° de latitud Sur, de donde el barco regresó directamente a San Pedro (California). En cada estación, y a intervalos entre las estaciones, se hicieron pruebas batotermográficas y se tomaron muestras de salinidad en la superficie. Se efectuaron mediciones de las corrientes, también en cada estación y entre las mismas, con el empleo del "Electroquinotógrafo Geomagnético." Se recolectaron muestras de plancton animal y vegetal en cada una de las estaciones de pesca.

El aparejo de "línea larga" se instala en unidades llamadas "baskets" o cestas; cada cesta está formada por una línea principal de 210 brazas con 6 líneas colgantes, cada uno de las cuales está provista de un anzuelo con carnada. La Figura 5 presenta el diagrama de una cesta. En total se colocaron 118 cestas (con 7080 anzuelos); un promedio de 45 cestas (270 anzuelos) en cada estación. La pesca total consistió de 76 atunes "aleta amarilla," 16 "ojos grandes," 78 peces-espada ("marlin" y pez vela), 236 tiburones, y 18 peces de otras clases. La proporción de la pesca, por clase de peces, fué la siguiente:

Atún "aleta amarilla" 1.07 peces por cada 100 anzuelos.

Atún "ojo grande" 0.23 peces por cada 100 anzuelos.

Peces-espada 1.10 peces por cada 100 anzuelos.

Tiburones 3.33 peces por cada 100 anzuelos.

Varios 0.25 peces por cada 100 anzuelos.

Los atunes se capturaron en aguas profundas, en once de las veintiseis estaciones. Los números a la par de los puntos negros que en la Figura 4 marcan la posición de las estaciones, indican la pesca de atún por cada cien anzuelos en cada estación. Durante el período de esta jira, los atunes de aguas profundas parecieron ser más abundantes en la zona exterior de las aguas ecuatoriales, ya que el ochenta y dos por ciento fué capturado en el primer trayecto. Las más grandes pescas se hicieron en la región de la contracorriente ecuatorial y de la corriente ecuatorial sur, entre la cuarta y la novena estación, en donde el promedio de pesca de

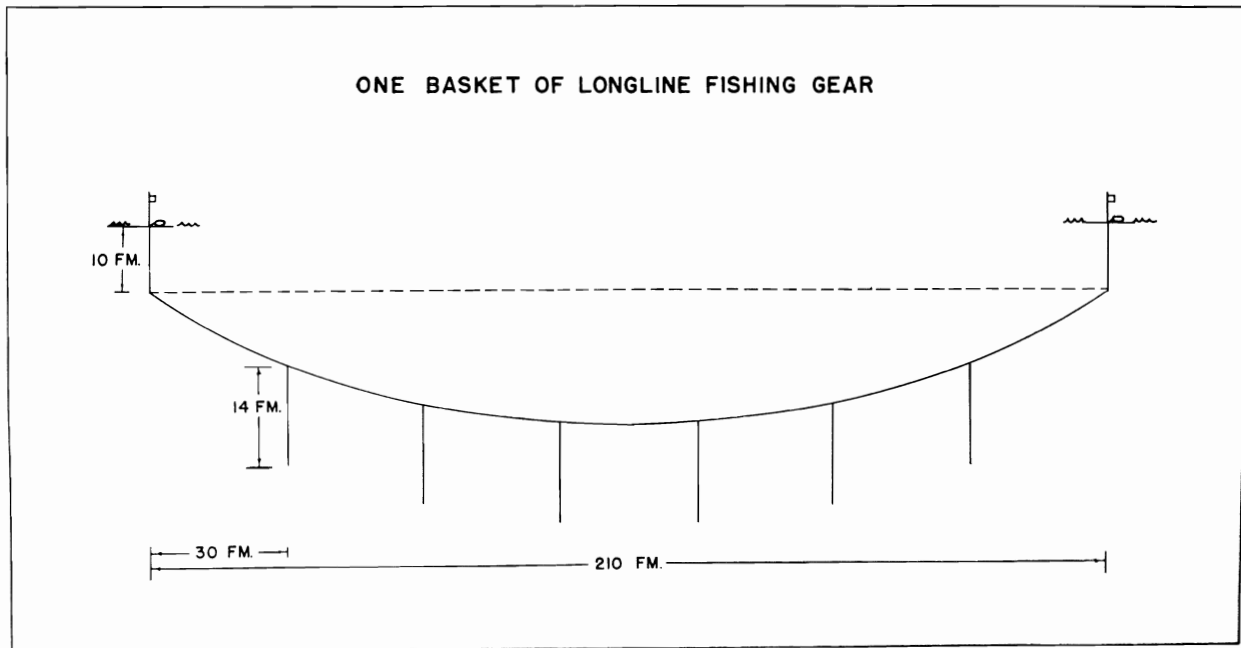


FIGURA 5. Diagrama de una "cesta," aparejo de **línea larga** para la pesca de atún.

atún fué de 4.32 por cada 100 anzuelos. Esta proporción es favorable si se compara con los porcentajes de pesca resultantes de las actividades pesqueras comerciales y experimentales en las regiones occidental y central del Pacífico Ecuatorial.

Los atunes de aguas profundas capturados en esta expedición fueron, en promedio, mucho más grandes que los de las manchas superficiales pescados por las embarcaciones en actividad comercial, como se demuestra en la Figura 6. El examen de las gónadas de estos peces indicó que la mayor parte de ellos se encontraban en estado avanzado de madurez sexual, y unos pocos ejemplares tenían ya las gónadas maduras.

De estas observaciones parece que cuando el atún "aleta amarilla" y el "ojo grande" alcanzan gran tamaño, tienden a emigrar verticalmente hacia aguas profundas en donde no son objeto de la pesca de superficie. Este componente de la población, consecuentemente, constituye una reserva de progenitores que por sus hábitos se protege de los métodos que actualmente emplea la pesca comercial en esta región.

No se sabe por qué estos atunes prefieren permanecer en las capas profundas del océano. Puede ser que ello se relacione con sus hábitos alimentarios. A fin de obtener información que nos permita estudiar este asunto, se conservó el contenido estomacal de cierto número de especímenes para ser identificado en nuestro laboratorio. Los componentes principales de ese contenido resultaron ser macarela "fragata" (**Auxis**), calamares y cangrejos rojos.

Para ayudar a los estudios de la estructura de la población, se tomaron muestras de sangre de algunos de esos grandes atunes y se hicieron cromatogramas de los tejidos musculares (por medio del papel cromatográfico), así como medidas morfométricas de dichos peces.

Los datos hidrográficos recolectados en esta expedición, junto con otros informes, indican que las condiciones oceanográficas se presentaron anormales durante el período en que la jira se realizó. Según se expondrá adelante con más detalle, 1953 fué llamado el año de "El Niño," en que las aguas tibias de baja salinidad de la contracorriente ecuatorial se extendieron mucho más hacia el Sur que lo normal, sobrepasando las Islas Galápagos y aún más abajo de la costa peruana. Como resultado de esto, la distribución de los atunes fué también probablemente anormal, de modo que los resultados de la expedición "Longline" pueden dar un cuadro distribucional bastante diferente del que presenta un año promedio. Es deseable que se efectúen más investigaciones durante un año de más normalidad, así como en otras estaciones anuales, lo mismo que realizar mayores estudios para determinar las bases biológicas y la significación, para la dinámica de las poblaciones de atún, de la migración vertical de los grandes peces adultos.

Necesidades de investigaciones adicionales

Para interpretar propiamente los datos estadísticos de la pesquería,

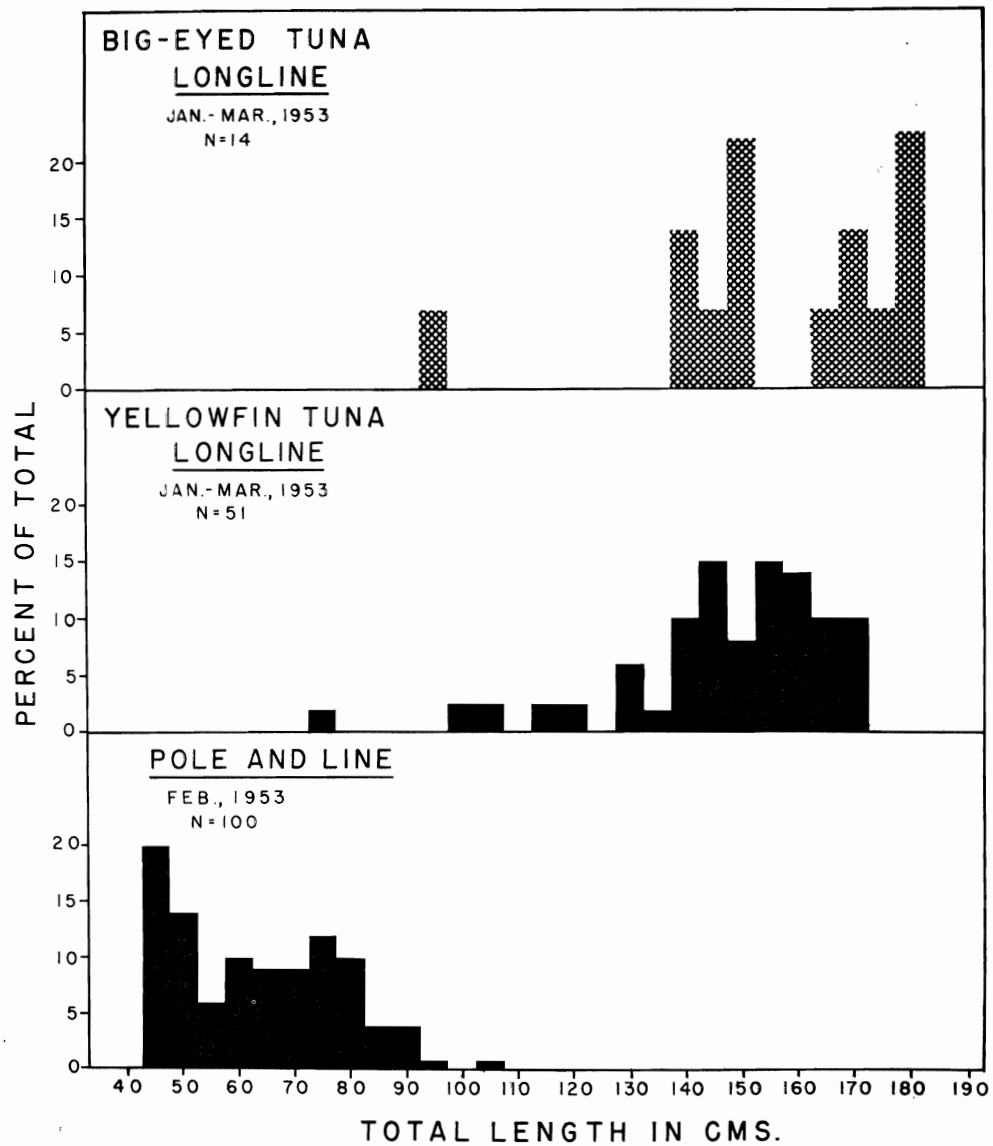


FIGURA 6. Distribución de la frecuencia de tamaño de los atunes "ojo grande" y "aleta amarilla" capturados con **línea larga submarina**, comparada con la distribución de la frecuencia de tamaño de "aleta amarilla" pescado por barcos atuneros comerciales (**clippers**).

excepto en la manera más general y aproximada, es esencial que conozcamos con mucho detalle los aspectos importantes de la historia natural del atún y de sus hábitos en los diferentes estados del desarrollo. Debemos también saber mucho más de lo que ahora sabemos, acerca de cómo estos peces están relacionados con los aspectos físicos, químicos y biológicos del ambiente en que viven. A pesar de que las especies tropicales de atún mantienen la más valiosa pesquería del Océano Pacífico Oriental, sabemos mucho menos de sus métodos de vida de lo que se conoce sobre cualquier otra especie de importancia comercial.

Obtener el conocimiento necesario acerca de los métodos de vida de los atunes, no es una fácil tarea, ni puede lograrse rápidamente. Esto requeriría costosas investigaciones científicas en el mar. Exigiría una paciente, cuidadosa determinación, paso a paso, de las complejas interrelaciones biológicas. Estamos al presente constreñidos a examinar, según se presente la oportunidad para hacerlo a un bajo costo, los fragmentos del "rompecabezas;" pero las investigaciones sistemáticas que se necesitan para solucionar del todo el problema, están mucho más allá de los recursos con que cuenta el personal científico de la Comisión.

5. Investigación sobre la oceanografía del Pacífico Oriental

Ya se ha mencionado anteriormente que el atún, siendo un pez que habita las aguas libres de alta mar, está relacionado primeramente en su conducta, métodos gregarios y abundancia, no con las características de la tierra, sino más bien con las características de las masas de agua en donde vive. Su relación con la topografía del fondo del mar es secundaria: tales características influyen a los atunes indirectamente al afectar las aguas subyacentes. Para poder entender propiamente la dinámica de la pesquería de atún, debemos saber y comprender las relaciones entre los peces y su medio ambiente. La medida de las básicas características físicas, químicas y biológicas del medio ambiente, a lo que colectivamente llamamos oceanografía, es indispensable para este conocimiento y comprensión.

Durante el verano de 1952, la expedición "Shellback" recogió una cantidad considerable de información concerniente a la oceanografía general de nuestra región de interés. Esta información se encuentra descrita en el último informe anual. Los datos obtenidos en esta expedición, están todavía en proceso de análisis e interpretación por el personal científico de la Institución Scripps de Oceanografía. Se espera que la amplia información obtenida en esta expedición y que cubre una sola estación de un año, ofrezca una base bastante adecuada para organizar futuros estudios más detallados que son necesarios para medir las variaciones de cada estación y de cada año en la circulación, y los consiguientes efectos en el régimen biológico con la correspondiente influencia en el atún.

Una ilustración de los cambios importantes que pueden influir en el éxito de la pesca de atún, como resultado de los cambios en el régimen

oceanográfico, se realizó en los primeros meses de 1953, que fué un período de efectos bastante pronunciados de "El Niño" en las áreas del mar al norte de Sudamérica. Este fenómeno ocurre, con intensidad variada, a intervalos irregulares de varios años. Lo que sucede es que, debido a condiciones meteorológicas anormales, se modifica el curso normal de las corrientes arrastradas por los vientos. Como resultado de esto, el agua tibia y de baja salinidad que es arrastrada hacia el este a través del Pacífico por la contracorriente ecuatorial, y que normalmente durante el invierno norteño se extiende hacia el sur solamente hasta las Islas Galápagos, y a lo largo de la costa del Perú hasta un poco más al sur de Cabo Blanco, es arrastrada mucho más hacia el sur, y reemplaza las aguas más frías de la Corriente del Perú más abajo de la costa de este país. Esto afecta profundamente no sólo la ecología de los organismos marinos fuera de la costa del Perú, sino que también tiene pronunciados efectos en el clima de tierra adentro. La extensión de esta invasión de agua tibia parece haber sido mayor en 1953 que en ningún otro año desde 1925. Por gran fortuna, varios grupos de investigadores obtuvieron observaciones concernientes a este fenómeno durante el año 1953. La expedición "Longline," a que se ha hecho referencia anteriormente, logró observaciones bastante lejos de la costa en la región al norte de la latitud 4° Sur en febrero y marzo. Durante los meses de marzo y abril, el Doctor Schweigger, de la Compañía Peruana de Guano, obtuvo datos de la temperatura de la superficie en las aguas a lo largo de la costa del Perú, los que ha publicado recientemente (Boletín Científico, Comp. Adm. del Guano, Vol. I, No. 1, págs. 1-18). La expedición "YASA" de la Institución Oceanográfica Bingham de la Universidad de Yale estaba también trabajando, muy oportunamente, en aguas del Ecuador y del Perú en esta misma estación, y recolectó datos físicos, químicos y biológicos que, cuando sean compilados y analizados, tendrán que ser de gran valor.

Coincidente con esta situación oceanográfica anormal, las áreas de pesca en que se acostumbra buscar el atún fuera de la costa norte de Sudamérica, fueron particularmente improductivas durante la primera parte del año. En contraste, con el retorno a condiciones de más normalidad, las pescas en enero y febrero de 1954 han sido bastante buenas. Parece claramente evidente que la escasa pesca de "aleta amarilla" en esta región durante la primera parte del año 1953, se debió en cierto modo a la anormal situación oceanográfica, a pesar de que no tenemos bastante conocimiento sobre la ecología de los atunes como para hacer algo más que especular acerca de los mecanismos que esto envuelve.

Las observaciones oceanográficas hechas en la expedición "Longline" han sido ya compiladas y están para publicarse pronto junto con los resultados biológicos.

6. Investigación sobre la biología, ecología y utilización de las especies de carnada

Como se ha demostrado anteriormente (Tabla 2), la mayor parte de la pesca de atún "aleta amarilla" y "barrilete" se efectúa por medio de cuerda y anzuelo, con el uso de peces vivos como carnada para atraer a los atunes hacia la embarcación e inducirlos a morder. La captura de peces-carnada es por sí misma una pesquería de consideración (Tabla No. 3). El mantenimiento de los stocks de dichos peces es, consecuentemente, un factor importante para sostener la producción de atún a niveles altos.

Las variedades importantes de peces de carnada pueden segregarse en tres categorías naturales: la primera está formada por las especies del área subtropical norte, que se extiende hasta aproximadamente la punta de Baja California y dentro del Golfo de California a lo largo de su orilla occidental. Las especies importantes aquí son la sardina de California y la anchova nórdica, que constituyen del veinte al treinta y cinco por ciento de la carnada que emplea la flota pesquera de atún. La segunda la forman las especies de las aguas tropicales, de las cuales sólo la "anchoveta," **Cetengraulis mysticetus**, se pesca en grandes cantidades. Esta especie, que es por cierto la más importante (Tabla 3) cuya pesca alcanza en algunos años a más de la mitad de toda la carnada usada por las flotas, se presenta en bahías y estuarios de los mares tropicales, desde Bahía Almejas en la costa oeste de Baja California y a lo largo de la orilla oriental del Golfo de California, y hacia el sur hasta alrededor de Cabo Blanco, Perú. La tercera la forman las especies de las aguas subtropicales del hemisferio sur; las más importantes de éstas son la sardina de las Islas Galápagos, la "salima" de la misma localidad y, en meses recientes, la anchova sureña, **Engraulis ringens**, que se pesca en aguas oceánicas fuera de la costa del Perú.

La sardina de California ha sido objeto de intenso estudio biológico y ecológico durante varios años, por las siguientes instituciones investigadoras que constituyen la "California Co-operative Oceanic Fishery Investigations" a saber: el Laboratorio de Pesquerías del Estado de California, la Institución Scripps de Oceanografía, el Servicio de Pesca y Conservación de la Fauna de Estados Unidos y la Academia de Ciencias de California. Estas instituciones han efectuado también avanzados estudios sobre la anchova nórdica. La biología y ecología de la anchova sureña están siendo objeto de investigaciones por parte de varios biólogos competentes en el Perú, bajo los auspicios de la Compañía del Guano. La historia natural, biología y ecología de las especies tropicales, incluyendo la anchoveta, han permanecido casi desconocidas hasta el comienzo de las investigaciones de la Comisión del Atún. Nuestros estudios biológicos sobre las especies tropicales de carnada se han concentrado principalmente en la anchoveta **C. mysticetus**, excepto en el Golfo de Nicoya, en donde también se hacen investigaciones sobre las especies tropicales "secundarias." También se están recolectando datos sobre otras especies mediante el programa de "muestreo" que se realiza con la ayuda de la flota pesquera.

Como ha sido expuesto en anteriores informes, algunos aspectos de

la historia natural de la anchoveta y de otras especies de carnada, pueden estudiarse por medio de muestras recolectadas por los pescadores en el curso de sus operaciones de pesca para proveerse de esa clase de peces. Se provee a los capitanes de los barcos con recipientes y etiquetas y se les pide que traigan muestras tomadas al azar de cada pesca de carnada. Las muestras son recibidas por nuestros científicos encargados de hacer contacto con los barcos atuneros que regresan al puerto, y examinadas en nuestro laboratorio principal. Todos los especímenes recolectados son medidos con el propósito de obtener información de los tamaños de cada especie usada como cebo. El examen sistemático de las muestras, recolectadas en la misma área de pesca en diferentes épocas del año, hace posible la determinación de la edad y la proporción del crecimiento, las épocas de desove y los hábitos de alimentación, así como la diferenciación racial de las especies dentro de stocks separados.

La recolección de anchovetas por este medio durante 1953 fué menos productiva que en el año precedente. Esto se debe en parte a la utilización proporcionalmente mayor de otras especies, y en parte a que algo se ha perdido el interés en recoger muestras para nosotros, ya que la novedad del asunto se ha disipado. Algunas áreas donde se encuentra carnada, tal como Panamá, son frecuentadas por la flota la mayor parte del año, en tanto que otras como la Bahía de Almejas solamente son visitadas durante parte del año por un apreciable número de embarcaciones. En estas últimas áreas resulta, pues, imposible el "muestreo" en todo el año mediante pescas de los barcos atuneros.

En 1953 se logró un buen "muestreo" de anchovetas en Panamá, gracias a que fueron utilizadas considerablemente por la flota mientras duró la estación de pesca (de febrero a octubre) y a que un experto técnico de una misión de la FAO en Panamá, que trabajó principalmente en la investigación sobre camarones, recolectó algunas muestras de anchovetas durante el tiempo de la veda. Miembros del personal científico de la Comisión hicieron también dos viajes, en mayo y en octubre, para hacer observaciones y recolecciones en el Golfo de Panamá.

Se hicieron estudios sobre algunos aspectos de la ecología de las anchovetas, de lo que trataremos más adelante en este informe. Esto fué posible gracias a un viaje a la Bahía de Almejas que realizó el barco de investigaciones de Scripps, el "Paolina T.," en el mes de julio.

Estudios sobre las "anchovetas"

Se han completado las investigaciones sobre diferencias raciales de las "anchovetas," según lo revelan los caracteres numéricos, en seis de las principales áreas en donde se encuentran dichos peces, a saber: Bahía de Almejas, Guaymas, Punta Ahome, el Golfo de Fonseca, el Golfo de Panamá y el Golfo de Guayaquil. Un informe al respecto ha sido preparado para su publicación. Se indica que cada localidad tiene una población

ción nativa (indígena) de "anchovetas" que se distingue de las otras por uno o más caracteres. De esto se deduce que la especie no emigra intensamente de un área a otra y que los **stocks** de cada área deben ser considerados como unidades biológicas separadas.

A fin de verificar estas conclusiones por la observación directa de los especímenes marcados, y para determinar también la extensión de los movimientos migratorios dentro de las áreas, tal como el de un lado a otro del Golfo de Panamá, es deseable efectuar experimentos de marcación en una escala adecuada. Esto requiere, por supuesto, en primer lugar, el desarrollo de una marca conveniente y de una técnica apropiada para colocar esa marca. Los experimentos en el acuario que se efectuaron en 1952, demostraron que una marca pequeña de material plástico flexible, aplicada a través del músculo en la parte anterior de la aleta dorsal por medio de un alambre de acero inoxidable, puede servir para este propósito. En mayo de 1953 se efectuaron experimentos en Guaymas y en Panamá, para probar esta marca y determinar la posibilidad de marcar en los barcos pesqueros de atún durante sus operaciones de pesca. Se encontró que es posible hacerlo, pero en áreas como en Panamá, en donde las embarcaciones están dispersas dentro de una gran extensión, resulta difícil de arreglar el traslado, de un barco a otro, del personal encargado de colocar estas marcas. En una zona como esa, el uso de una pequeña embarcación para el transporte de los clippers, aumentará grandemente la eficiencia de las operaciones de marcación.

Se comprobó que la marca, en sí misma, resulta menos satisfactoria de lo que indicaron las pruebas en el acuario. En Guaymas se marcaron 814 anchovetas, de las cuales se recobraron tres; dos de éstas un día después de la marcación, y la otra, pasados catorce días. En Panamá, 1,002 peces fueron marcados frente al Río Antón; se recobraron dos: uno, a corta distancia de las aguas frente al Río Hato, una semana después; el otro a veinte millas de Chepillo (a una distancia más o menos de cien millas del lugar en que se marcaron) doce días después de la operación. El examen de los especímenes marcados que se recobraron, indicó que el alambre de acero inoxidable había estado cortando el músculo del pez y probablemente se hubiera zafado en poco tiempo; se presume que este tipo de marca puede desprenderse del pez en pocos días o semanas. Otras pruebas de esta marca se hicieron a bordo del barco "Saratoga," cuando se efectuaba el trasplante de carnada de Panamá a Costa Rica en octubre. Mientras tanto una nueva marca, adaptada después de otra recientemente usada con éxito en las investigaciones del arenque (herring) escocés, había sido desarrollada. Esta nueva marca es de material plástico flexible y lleva un corto monofilamento de nylon y un pequeño cazonete de acero inoxidable. La marca se coloca en la parte anterior de la aleta dorsal de tal manera que el cazonete de acero quede de un lado del pez y la señal plástica del otro lado, conectados por el filamento de nylon a través de las fibras musculares del dorso. Esta marca se acomoda bien

contra el pez y el filamento de nylon evita la acción cortante del alambre usado anteriormente. Se marcaron aproximadamente mil anchovetas con esta nueva marca de cazonete, y otro tanto con el tipo viejo; se echaron todas en los tanques del "Saratoga." Se observó que estos peces, circulando rápidamente en masa compacta, perdieron una buena parte de las marcas del sistema viejo en pocos días; no se notó pérdida alguna de las marcas de cazonete. Se proyecta hacer más pruebas de esta última marca en Panamá durante la primavera de 1954 y, si se tiene buen éxito, se continuará una extensa marcación en varias partes del Golfo de Panamá y en otras áreas, con el objeto de determinar los movimientos migratorios y también obtener una base para medir la proporción de la explotación por la pesca.

El examen de las gónadas de las "anchovetas" recolectadas en el Golfo de Panamá durante el año, indica que el desove se efectúa desde mediados de octubre hasta noviembre y diciembre, y tal vez hasta enero, siendo probablemente el más alto nivel de desove en noviembre y diciembre. Los peces grandes parece que maduran y desovan más temprano que los pequeños, lo que es un fenómeno común entre los peces marinos. El primer desove se efectúa cuando el tamaño es de 120 a 130 milímetros, el cual nos parece ahora que corresponde a un año de edad. El análisis de datos menos completos, tomados de las poblaciones de anchoveta de otras áreas, indica que la época del desove no es la misma en todas las localidades. Hasta el día, solamente del área de Panamá se ha completado un examen cuidadoso del material que hemos logrado obtener.

Pareciera, por los datos sobre la frecuencia de tamaños, que en todas las localidades la "anchoveta" es una especie de crecimiento rápido y corta vida. Las anchovetas recolectadas por la flota atunera parecen ser, en su mayor parte, menores de uno y dos años. Si la pesca ha de depender en todo momento de las clases de uno y dos años solamente, es de esperar que cualquier variación en el éxito del desove producirá una fluctuación proporcional en el tamaño de las poblaciones.

Se ha observado que las grandes poblaciones de anchovetas se encuentran en la vecindad de la desembocadura de los ríos, en donde hay extensos bajos fangosos. La única excepción es la población de Bahía Almejas, en donde no desembocan ríos de gran tamaño; a pesar de ello, hay grandes bajos fangosos que se presume provienen de la boca de un antiguo río.

La restricción de esta especie a tan limitadas regiones, indica una especial adaptación de cierta clase. Durante el año pasado se presentó una oportunidad para comenzar a investigar este problema ecológico. En una expedición a bordo del barco-laboratorio de la Institución Scripps, el "Paolina T," en julio, se ocupó una serie de estaciones hidrográficas en la Bahía de Almejas y en la de Magdalena, con la que aquella está comunicada, y a pesar de lo cual en Almejas las anchovetas se encuentran rara vez. Se encontró que no hay evidencia de la entrada de agua dulce,

en cantidad apreciable, en la Bahía de Almejas, ciertamente caracterizada por más altas temperaturas y salinidad que la Bahía Magdalena, debido a que no se entremezclan sus aguas ni con las de esta bahía, ni con las de mar abierto, debido a las altas obstrucciones en las dos entradas de la Bahía de Almejas, y, consecuentemente, al calentamiento y evaporación por el sol. Al mismo tiempo, las muestras del fango tomado de los bajos de Bahía Almejas revelaron la existencia de una gran cantidad de diatomeas (diatoms) y de otras plantas microscópicas, lo que conduce a especular que ésta es la razón de la población de "anchovetas," al presumir que la especie se alimenta de la flora y tal vez del detrito orgánico en la superficie de los bajos fangosos. El examen del contenido estomacal de las anchovetas adultas de la Bahía Almejas, ha indicado que una gran parte del alimento de estos peces la constituyó la diatomea de la especie **Melosira** (sessile diatom), que es abundante en los bajos fangosos; y que otros componentes del contenido estomacal eran productos que pueden haberse radicado en el fango. También dió el mismo resultado el examen de anchovetas adultas recolectadas en otras áreas. En cada caso se encontraron en los estómagos grandes cantidades de diatomeas y detrito orgánico, así como partículas de arena fina, al parecer proveniente de los bajos fangosos de los alrededores. En consecuencia, debe deducirse que las anchovetas adultas se alimentan con la flora del fango. El examen del trayecto digestivo de la anchoveta, revela que está especialmente adaptado para esta clase de alimentación; tienen un estómago parecido a una molleja y un intestino muy largo, cerca de siete veces el tamaño del pez. En contraste, una especie muy allegada, la anchova de cuerpo ancho **A. macrolepidota**, que habita, como la anchoveta, en los mismos mares del trópico, pero que se alimenta de todos los organismos planctónicos tanto animales como vegetales, tiene un intestino muy corto, de menor tamaño que el del largo del cuerpo. Esta adaptación especial para el alimento, que poseen las anchovetas adultas, puede ser suficiente para explicar la restringida distribución de esta especie. Esto también cuenta en lo que respecta a la falta aparente de grandes movimientos migratorios entre las regiones (como se ha inferido en los estudios morfométricos). El examen del contenido estomacal de las anchovetas y de las muestras de fango, fué realizado por el Señor David K. Arthur, de la Institución Scripps de Oceanografía, a quien estamos en deuda de profunda gratitud.

Edades de las sardinas usadas en la pesca de atún

Las muestras de sardinas y de anchovas nórdicas recibidas de la flota pesquera, son medidas por nuestro personal científico y luego enviadas al Servicio de Pesca y Conservación de la Fauna de Estados Unidos, una de las entidades que efectúan intensivos estudios sobre estas especies como parte de la "Investigación Cooperativa de las Pesquerías Oceánicas de California" (California Co-operative Oceanic Fishery Investigation). De las escamas sacadas de estos peces, los científicos de la organización han de-

terminado la edad de las sardinas de Baja California y de las Islas Galápagos.

Dieciocho muestras provenientes de las Galápagos, con 1939 peces comprendidos entre 43 y 120 milímetros de largo, fueron recolectadas entre agosto de 1952 y enero de 1953. De acuerdo con los "standards" aplicados en el examen de las escamas de las sardinas de las aguas de California y México, estos peces estaban en su primer año de vida.

Del área de la Bahía Santa María Magdalena, en Baja California, han sido examinadas diecisiete muestras. La mitad de los peces se encontraban en su primer año de vida. De los mayores, el cincuenta y dos por ciento estaban en su segundo año, el treinta y siete por ciento en su tercer año, y el ocho por ciento en su quinto año. Siete muestras adicionales tomadas de puntos dispersos a lo largo de la costa de Baja California, eran en su mayor parte de peces en su primer año de vida.

Parece que las sardinas empleadas como carnada para el atún son principalmente peces jóvenes, la mayor parte en su primer año, con algunos peces de mayores edades.

Investigaciones en el Golfo de Nicoya

El Golfo de Nicoya, hasta 1947, proporcionó una pesca productiva de anchovetas **Cetengraulis mysticetus**, la más importante de las especies de carnada. Se informa que la población declinó abruptamente en el verano y en el otoño de 1947, lo que coincidió con una extensa aparición de "agua roja," según reportes. De acuerdo con el decir de varios pescadores de la flota atunera, no volvieron a pescarse anchovetas después de 1947. Sin embargo, los libros de a bordo recientemente adquiridos de dos embarcaciones, indican que unas pocas fueron pescadas en 1948: 50 scoops en abril, 140 en agosto y 1,700 en diciembre. Los diarios de dos barcos también registran pequeñas pescas en 1949: 271 scoops en febrero y 81 en mayo. Salvo que estas anotaciones sean erróneas, había por lo menos un remanente de la población de anchovetas en esos dos años.

Nuestros científicos no pudieron obtener especímenes de anchovetas, a pesar de la extensa recolección de peces que hicieron por diversos medios de pesca en todas partes del Golfo, entre febrero de 1952 y octubre de 1953, con excepción de unos pocos ejemplares capturados cerca de la zona donde anclan los barcos en Puntarenas, en tiempo en que barcos clippers con anchovetas a bordo se encontraban allí. Dichos ejemplares fueron fácilmente reconocidos, por sus "narices rojas," como especímenes enfermos que habían sido arrojados de los clippers. Las anchovetas enfermas o heridas en los tanques de carnada de los barcos muestran hemorragias típicas sobre la nariz y en la base de las aletas; de allí el término "narices rojas." Los peces débiles son constantemente sacados de los tanques y tirados al mar. Los especímenes encontrados eran sin duda alguna de esa categoría. Como una intensa observación y recolección fracasaron en el hallazgo de otros especímenes, parece ser bien cierto

que la población de anchovetas del Golfo de Nicoya había desaparecido completamente. Una repoblación experimental de la especie se intentó en octubre de 1953, según se dirá más adelante.

La investigación en el Golfo de Nicoya continuó durante 1953 en diversas líneas, a saber: (1) Estudios sobre los cambios estacionales y anuales en la hidrografía del Golfo; (2) estudios conectados con la desaparición de las anchovetas y posibilidades de rehabilitación; y (3) estudios de la historia natural y ecología de otras especies tropicales que son o pueden ser usadas como carnada.

Las investigaciones sobre la hidrografía del Golfo de Nicoya y sus cambios anuales y estacionales, son importantes para entender la distribución, historia natural y las fluctuaciones de la población de las especies de carnada que actualmente se encuentran en dicho Golfo. También son importantes como base para la posible elucidación de la catastrófica merma de la población de anchovetas. Durante todo el primer año de investigaciones se efectuaron observaciones sobre la salinidad y temperatura, con intervalos de aproximadamente un mes, a una serie de profundidades en nueve estaciones localizadas en diversos puntos del Golfo. En estas mismas estaciones se tomaron muestras cuantitativas de **plancton** para medir la producción existente de organismos alimenticios pelágicos, así como para determinar (por el método de muestreo) los estados de los huevos y larvas de los peces de carnada. A partir de agosto de 1953, teniendo a mano todo un año de observaciones hidrográficas, las observaciones sobre la temperatura y salinidad se redujeron a seis veces al año en cinco estaciones, lo que parece adecuado para apreciar los cambios estacionales y anuales. Se está instalando también un termógrafo en el muelle de Puntarenas para llevar un registro continuo de temperatura. De diversas estaciones meteorológicas en Costa Rica se obtienen corrientemente "records" sobre lluvias y otras observaciones; también se han recolectado datos meteorológicos correspondientes a años pasados.

Las variaciones en la temperatura y salinidad del Golfo de Nicoya están íntimamente relacionadas con los cambios meteorológicos locales. Durante la estación lluviosa, con el aumento del volumen de agua de los ríos que desembocan en el Golfo, se reduce la salinidad de las capas superficiales. Al mismo tiempo aumenta la salinidad de las aguas más profundas debido a la afluencia de agua de mar para reemplazar la sal que se lleva la salida de las aguas salobres de la superficie. Los grados verticales de temperatura y salinidad aumentan considerablemente durante la estación lluviosa. Estos cambios, desde luego, tienen influencia sobre los organismos en el Golfo. En junio y julio hay, por ejemplo, un aumento marcado de la producción existente de plancton en las partes más altas del Golfo, poco tiempo después de iniciarse la estación lluviosa.

Consecuentemente, puede suponerse que la declinación catastrófica de las anchovetas en el Golfo debe estar correlacionada con los "records" de las lluvias. Hemos examinado las anotaciones sobre la lluvia tanto en

Barranca, en el Golfo de Nicoya, como en San José. Ambas estadísticas revelan que de 1946 a 1948 fué un periodo de precipitación bajo lo normal, pero no significativamente más bajo que en años anteriores, cuando la población de anchovetas estaba floreciente.

El Golfo de Nicoya mantiene diversas especies de **anchovas** y **arenques** (herrings). De todas ellas, solamente dos o tres son de importancia como carnada para el atún. Las más útiles de éstas son dos especies de "arenques": **Opisthonema libertate** y **Sardinella stolifera**. Los pescadores de atún han pescado cantidades moderadas de esas especies en el Golfo de Nicoya, y son también de importancia, como especies secundarias para cebo, en otras partes de la región tropical. Una tercera especie que se encuentra en alguna cantidad es una anchova de cuerpo ancho, la **Anchovia macrolepidota**, semejable a la anchoveta en su apariencia, pero que no dura mucho en los tanques de carnada y por eso no se emplea a menudo para la pesca del atún. En nuestro laboratorio de Puntarenas se hacen estudios sobre la historia natural de todos estos peces. Se han recolectado series de varios tamaños de todas las especies de "arenques" y "anchovas" que se encuentran en el Golfo y están siendo identificadas cuidadosamente como base para la identificación exacta de las comercialmente útiles. La identificación de los estados menores de las especies importantes depende, por supuesto, de poder distinguir las de las otras. Estas investigaciones en el Golfo de Nicoya facilitarán los estudios de las mencionadas especies y de similares en otras áreas tropicales en donde se pesca carnada. Las recolecciones de especímenes se efectúan por medio de redes de playa, de arrastre, y de noche con una redcilla de mano y foco de luz eléctrica; también por medio de los estómagos de las aves y, en ocasiones, con explosivos y venenos para peces. Los huevos y larvas del plancton se recogen con la manga plactónica de medio metro.

El arenque juvenil **Opisthonema libertate**, de un tamaño entre 30 y 50 milímetros, se pesca durante el año en varias playas, en donde se efectúa un muestreo rutinario. Ello indica que esta especie se reproduce también en todo el año. Obtenemos mayor evidencia por medio del examen de las gónadas de los ejemplares adultos; en las recolecciones de estos adultos se encuentran siempre algunos especímenes sexualmente maduros. Sin embargo, no han sido suficientemente grandes en todos los meses del año las recolecciones de adultos, para determinar si hay o no un punto máximo estacional de desove. Han sido vistos en gran número adultos de esta especie en cardúmenes superficiales durante la estación lluviosa, cuando son, en consecuencia, más accesibles como carnada para el atún.

Las recolecciones de la **Anchovia macrolepidota** juvenil durante 1952 y 1953 han demostrado que estos peces generalmente aparecen primero en la red de playa, cuando alcanzan un tamaño de unos 30 milímetros, a pesar de que en contadas ocasiones han sido hallados especímenes tan pequeños como de 15 milímetros. Los peces más grandes que se han capturado con la red de playa son de cerca de 70 milímetros. Cuando alcan-

zan mayores tamaños, probablemente se alejan de las playas. Los adultos generalmente se pescan con la red de arrastre cuando tienen unos 115 milímetros. Los peces entre 70 y 115 milímetros son pescados ocasionalmente con redes de playa y de arrastre. Con base en las recolecciones de ejemplares juveniles en el año 1952, hubo una indicación de que esta especie desova en los meses de primavera. El intensivo muestreo de peces juveniles durante 1953 sugiere que puede operarse algún desove durante la mayor parte del año. Ejemplares muy jóvenes aparecen tanto en las tempranas recolecciones de mediados de abril, como en las de diciembre, lo que hace creer que el desove se efectúa por lo menos entre marzo y noviembre.

A pesar de que los bajos de la isla de Chira parecieran ser el centro de la abundancia de las anchovas de cuerpo ancho, la distribución de esta especie no se limita a la parte norte del Golfo, según puede apreciarse por las recolecciones hechas en 1952. Se han logrado consistentemente grandes recolecciones de ejemplares juveniles durante 1953, en el área de la isla Cedros (en la parte exterior del Golfo), y las pescas con red de arrastre demuestran la presencia de gran número de adultos en las vecindades del Río Barranca y aún tan al sur como frente al Río Grande.

La anchova de cuerpo ancho es, como decíamos, muy similar en apariencia a la anchoveta, y se encuentra en la misma área geográfica general. Se diferencia, sin embargo, no sólo en algunas características anatómicas, sino en que también tiene muy distintos hábitos de alimentación. El examen del contenido estomacal de las anchovetas indica que se alimentan en los bajos fangosos. Las anchovas de cuerpo ancho, por lo contrario, parece que se nutren del plancton. El análisis del contenido de los estómagos de especímenes pescados en el Golfo de Nicoya, han revelado una mezcla de plancton vegetal y animal. Como corresponde para esta clase de alimentación, el intestino de la anchova (de cuerpo ancho) es relativamente corto, más corto que el largo de su cuerpo.

Durante 1953, nuestro personal en Puntarenas ha estado ocupado principalmente en recolectar especímenes e informes; solamente ha dedicado una pequeña parte de su tiempo al examen, en el laboratorio, del material recogido. El año próximo se dará mayor énfasis al estudio e interpretación del material recolectado, sin perjuicio de las recolecciones correspondientes a 1954.

Entre todas las otras especies recolectadas, las únicas que se encuentran en alguna abundancia son otros dos arenques (**Opisthopterus dovii** y **O. equatorialis**) y una anchova, **Lycengraulis poeyi**. Las dos especies de arenques son pescadas en número considerable con la red de arrastre, pero nunca han sido vistas en cardúmenes. Probablemente no sirven como carnada para el atún. La anchova **Lycengraulis poeyi** cae generalmente en la red de arrastre, pero por lo general sólo uno o dos ejemplares se pescan a un tiempo. Los adultos alcanzan gran tamaño (225 milímetros o más de largo).

7. Repoblación experimental de anchovetas en el Golfo de Nicoya

Entre las anchovas y arenques que al presente habitan el Golfo de Nicoya, sólo unas pocas especies parecen ser suficientemente abundantes para mantener una pesquería de peces-cebo. De éstas, sólo dos especies de arenques son utilizados comúnmente por los barcos clippers, pero no con frecuencia. Con la desaparición de la anchoveta del Golfo de Nicoya, el valor de esta localidad como proveedora de peces-carnada vino a ser insignificante. Únicamente la rehabilitación de la población de anchoveta del Golfo, restablecerá la importancia de éste para las pesquerías de atún.

Como se informó anteriormente, es evidente que no existe una población de anchovetas en el Golfo que sirva como stock progenitor. Parece también que esta especie no emigra extensamente, de modo que es improbable una repoblación natural por elementos de otros centros de población. En consecuencia, la rehabilitación de la población de anchovetas puede depender del buen éxito de la reintroducción de la especie por otros medios. Y ese buen éxito depende a su vez, entre otras cosas, de que las condiciones ambientales sean favorables al pez en todos los estados de su vida. No podemos saber de modo inmediato si esto puede lograrse, ya que las necesidades fisiológicas de esta especie son bastante desconocidas, y la determinación de tales necesidades requeriría una investigación muy intensa durante muchos años. Sí sabemos que las más palpables condiciones físicas del Golfo de Nicoya son tan buenas como las que encontramos en Panamá y en el Golfo de Fonseca, en donde la especie es abundante; que no hay extensos brotes de organismos de "agua roja," y que otras especies de anchovas están florecientes en el Golfo de Nicoya. El medio más directo para determinar si la repoblación artificial de la especie resulta efectiva, es el de hacer la prueba.

Para el propósito de este experimento se trasplantaron cuatro mil scoops (más o menos medio millón de ejemplares), de anchovetas de la Bahía San Miguel, en el Golfo de Panamá, a los bajos del Golfo de Nicoya en los primeros días de octubre de 1953. Los peces se tomaron de Panamá porque es el área más cercana de Nicoya en donde puede conseguirse carnada con más seguridad. Se escogió el otoño para el trasplante porque en esa época los peces están próximos al desove en Panamá.

Las anchovetas fueron puestas a bordo del clipper "Saratoga" entre el 29 de septiembre y el 7 de octubre. Estas anchovetas se encontraban en muy temprano estado de maduración sexual. Fueron transportadas en buenas condiciones al Golfo de Nicoya y liberadas en la vecindad de la Isla Chira durante la noche del 9 de octubre. La operación se hizo de noche para evitar que las anchovetas fueran devoradas por las aves. Afortunadamente no se observó a ningún gran pez en acecho de las masas de anchovetas cuando se dejaban libres en las aguas del Golfo.

Algunos cardúmenes de peces, que nuestros observadores en Puntarenas creen que son anchovetas, han sido vistos cerca de la Isla Chira y también en el Estero, cerca de Puntarenas, durante octubre y noviembre.

Una pequeña mancha de arenques y anchovetas mezcladas fué capturada el 30 de octubre en los bajos de la Isla Chira con la red de arrastre, pero debido a rasgaduras de la red por tiburones, la mayor parte de los especímenes escaparon; una anchoveta macho, sin embargo, fué recobrada. El 3 de noviembre, entré una pesca con red de arrastre de anchovas de cuerpo ancho y arenques **Opisthonema libertate**, realizada en los bajos cercanos a la Isla Chira, se encontró una anchoveta hembra. Estas dos anchovetas se hallaban en un estado avanzado de madurez, pero no total. Ambas parecían saludables y sus estómagos estaban bien llenos de una diatomea, **Coscinodiscus**, que abundaba también en muestras de los bajos fangosos. Después de estos ejemplares de anchovetas, ningún otro de los adultos transplantados ha sido recapturado.

Se han hecho redadas de plancton cada semana en diversas localidades del Golfo, a fin de determinar si hay huevos y larvas de anchovetas. Sin embargo, como no se ha logrado aún la identificación de las características de los huevos y larvas de la anchoveta, el examen de este material debe esperar a que se completen los correspondientes estudios (con base en material recogido en Panamá).

Las anchovetas juveniles (fácilmente identificables) crías de las que fueron transplantadas de Panamá, no han sido todavía observadas en el Golfo de Nicoya.

En resumen, puede concluirse que los peces fueron transplantados satisfactoriamente y que por lo menos algunos de los adultos sobrevivieron y continuaron su proceso de maduración sexual después del trasplante. Si desovaron o no, y si el desove dió sus frutos, es todavía muy temprano para decirlo. Se prosiguen intensamente las recolecciones en todo el Golfo, a fin de dar con alguna cantidad significativa de anchovetas crías.

Se considera que este experimento debe ser evaluado enteramente y que deben efectuarse estudios complementarios en Panamá, sobre los primeros estados de la vida de esta especie, antes de efectuar cualquier otra prueba en esta dirección.
