

INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. 10, No. 4

**SIZE-COMPOSITION OF CATCHES OF YELLOWFIN TUNA IN THE
JAPANESE LONG-LINE FISHERY IN THE EASTERN TROPICAL
PACIFIC EAST OF 130°W**

**COMPOSICION DE TAMAÑOS DEL ATUN ALETA AMARILLA
CAPTURADO EN LA PESCA PALANGRERA JAPONESA
EN EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL,
AL ESTE DE LOS 130°W**

by — por

Akira Suda and/y Milner B. Schaefer

La Jolla, California

1965

CONTENTS — INDICE
ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	267
Acknowledgements.....	268
Previous investigations.....	268
COLLECTION AND PROCESSING OF DATA.....	268
OCCURRENCE OF MODAL SIZE GROUPS.....	270
Comparison of modal positions with the growth curve.....	271
Comparison of sexes.....	272
Sex ratios.....	273
TIME AND SPACE VARIABILITY OF SIZE-FREQUENCY SAMPLES.....	273
GROSS CHANGE BETWEEN YEARS IN SIZE-COMPOSITION OF CATCH.....	275
SEASONAL AND GEOGRAPHICAL DIFFERENCES IN SIZE COMPOSITION.....	276
Seasonal differences.....	276
Geographical differences.....	277
LONG TERM TRENDS IN SIZE-COMPOSITION AND IN ABUNDANCE OF SIZE-CATEGORIES.....	279
COMPARISON OF SIZE-COMPOSITION OF CATCHES IN THE LONG-LINE FISHERY AND THE NEAR-SURFACE FISHERY IN COASTAL WATERS.....	280
Comparison of size-frequencies in the catches.....	280
Comparison of modal series.....	282
—————	
FIGURES — FIGURAS.....	284
—————	
TABLES — TABLAS.....	302
—————	

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	311
Reconocimiento.....	312
Investigaciones anteriores.....	312
RECOLECCION Y COORDINACION DE LOS DATOS.....	312
PRESENCIA DE LOS GRUPOS DE TAMAÑOS MODALES.....	315
Comparación de las posiciones modales con la curva del crecimiento.....	315
Comparación de los sexos.....	315
Proporción de los sexos.....	318
VARIABILIDAD EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO DE LAS MUESTRAS DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO.....	318
CAMBIOS GENERALES ENTRE LOS AÑOS EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS DE LA PESCA.....	320
DIFERENCIAS ESTACIONALES Y GEOGRAFICAS EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS.....	321
Diferencias estacionales.....	321
Diferencias geográficas.....	323
TENDENCIAS DE LARGO TERMINO EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS Y EN LA ABUNDANCIA DE LAS CATEGORIAS DE TAMAÑOS.....	325
COMPARACION DE LA COMPOSICION DE TAMAÑOS DE LAS CAPTURAS EN LA PESQUERIA CON PALANGRE Y EN LA PESQUERIA CERCA DE LA SUPERFICIE EN AGUAS COSTERAS.....	326
Comparación de las frecuencias de tamaño en las capturas.....	326
Comparación de las series modales.....	328
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	330
—————	

**SIZE-COMPOSITION OF CATCHES OF YELLOWFIN
TUNA IN THE JAPANESE LONG-LINE FISHERY IN
THE EASTERN TROPICAL PACIFIC EAST OF 130°W¹**

by

Akira Suda^{2 3} and Milner B. Schaefer²

INTRODUCTION.

The distant-water fleet of Japanese long-line vessels, which had been fishing for a number of years in the Pacific Ocean further to the westward, initiated fishing in the eastern Pacific, eastward of longitude 130°W, near the western margin of this region, in late 1956 and early 1957. The fishery expanded fairly quickly eastward through 1962.

In the spring of 1963, the senior author, who is a member of the staff of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency, Japanese Government, came to the Institute of Marine Resources of the University of California as a visiting investigator, bringing with him catch-statistical data from the fishery in the eastern Pacific, which had been collected at the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (NRFRL) through September 1962, in order to conduct studies of these data in collaboration with the junior author, and with investigators of the Inter-American Tropical Tuna Commission. A general review of the long-line fishery, based on the catch statistics of the commercial fishing fleet has been published by Suda and Schaefer (1965). In this paper we present an analysis of data respecting the size-composition of yellowfin tuna taken on long-line gear throughout the eastern Pacific between 1958 and 1962, and make some comparisons with data on size-composition of yellowfin tuna taken in the near-surface fishery, by bait boats and purse-seiners, in waters adjacent to the American coast. As has been shown by Suda and Schaefer (1965), the long-line fishery in the eastern Pacific is primarily directed toward the capture of bigeye tuna. However, considerable quantities of yellowfin tuna are also taken on this gear, and, in addition, there are substantial catches of albacore and of several species of spearfishes in some parts of the range of this fishery. Information respecting the catch rates of yellowfin tuna, and information respecting the size-composition of the stock of yellowfin tuna being exploited by the long-line fishery, is of particular interest, because the yellowfin tuna population of the eastern Pacific is also subject to an intensive fishery by baitboats and purse-seiners which capture this species, together with skipjack, near the surface along the coast of the Americas, and around the outlying islands, in the region of California to northern Chile.

¹This research was supported by Atomic Energy Commission — Contract No. AT(11-1)-34, Project 99.

²Institute of Marine Resources, University of California at San Diego, La Jolla, California.

³*Present address:* Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Kochi, Japan.

Acknowledgements

We wish to express our gratitude to Dr. H. Nakamura, Director of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, who kindly made the arrangements whereby the senior author was permitted to join the staff of the Institute of Marine Resources as a visiting scientist, and for his permission to utilize the data collected by the staff of the NRFRL which are employed in this study. The investigations were also strongly supported by Dr. J. L. Kask, who replaced the junior author as Director of Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission in September 1963. Several members of the staff of the Inter-American Tropical Tuna Commission gave valuable assistance in the processing of the data, especially Mr. C. J. Orange and Mr. E. B. Davidoff. Mr. Davidoff, among other assistance, gave invaluable help in the use of computer programs for the analysis of the size-frequency data from the long-line fishery, and provided size-frequency data from the eastern Pacific surface fishery.

Previous investigations

Some earlier studies of the size-composition of yellowfin tuna catches by long-lines in portions of our own area of investigation were made by Murphy and Shomura (1953, 1955) based on experimental long-line fishing by the Pacific Oceanic Fishery Investigations of the U.S. Bureau of Commercial Fisheries conducted in 1952. Additional data from experimental fishing operations by POFI have been analyzed by Iversen and Yoshida (1956). The California Department of Fish and Game, in cooperation with the Inter-American Tropical Tuna Commission, made exploratory long-line fishing cruises in the area east of 110°W in 1953, 1955 and 1956; the results were examined by Wilson and Shimada (1955) and by Kenneth and Jow (1960). The first analyses of the size-composition of commercial long-line catches was made by Yabuta and Yukinawa (1958) who depended on information derived from examination of commercial catches unloaded in the fish markets in Japan up to 1957. A more detailed examination of size-composition of yellowfin tuna long-line catches, covering a wide area of the Eastern, Central, and Western Pacific, has been made by Kamimura and Honma (1963).

COLLECTION AND PROCESSING OF DATA

Many of the yellowfin tuna caught by long-line in our area of investigation (the eastern Pacific east of 130°W) are very large, and more than 50 percent of the catch is butchered aboard the fishing vessels and processed into fillets (Suda and Schaefer 1965), the larger fish tending to be filleted and the smaller fish landed whole, or with only gills and viscera removed. Thus, the size-composition of the unfileted fish unloaded at the fish markets in Japan by the commercial boats is not representative of the original catch on the fishing grounds. Therefore, to obtain representative

samples of the size-composition of catches of tunas made by commercial long-line fishing gear, it has been necessary to arrange for obtaining such samples on the fishing grounds.

To obtain information on the size-composition of catches, and other biological information required as a basis of scientific management of the tuna fisheries, a program has been developed, commencing in 1957, under cooperation among the Japanese Fishery Agency, the Association of Prefectural Governmental Experimental Boats, and the Association of Prefectural Governmental Training Boats. Under this arrangement, men aboard the experimental and training ships collect detailed scientific data in accordance with a program planned by the NRFRL and approved by the members of a Tuna Research Conference which is held each year under the sponsorship of the Fishery Agency. Size-composition data analyzed in this paper were collected as part of this program. The data were collected in the eastern tropical Pacific by several large experimental vessels during and subsequent to 1958. These vessels are: *Boso-maru*, *Dai Fuji-maru*, *Iwaki-maru*, *Iwate-maru*, *Nachi-maru*, *Sagami-maru*, and *Taisei-maru*. The original data were tabulated and checked by the staff of the NRFRL, and were kindly made available by the Director for our study.

Additional data, respecting the size-composition of catches by bait-boats and purse-seiners in the coastal, near-surface fishery were collected by the market measurement program of the Inter-American Tropical Tuna Commission. The collection, compilation and processing of these data have been described by Davidoff (1963).

Records of the size-composition of long-line catches made by the experimental fishing boats were obtained in the following manner: The fork lengths of all yellowfin caught by individual long-line sets were measured by slide calipers and recorded by centimeters, a fractional centimeter being rounded to the next higher whole centimeter. Sex was determined by the examination of gonads. Length frequencies were tabulated for each long-line set by sex and by length classes of 2 cm. The reporting form provided by NRFRL to the fishing vessels has provision for entries only for the length range from 83 cm (class 82 cm to 84 cm) to 183 cm (class 182 cm to 184 cm). Fish having lengths outside this range were sometimes recorded by individual lengths, but, in other cases, only the number of fish less than 82 cm and the number greater than 184 cm were recorded. Therefore, in this analysis we have eliminated the data respecting fish less than 82 cm and greater than 184 cm. As shown below, the percentage of fish thus eliminated is small, and the influence of this elimination on the analyses is believed to be negligible.

The data available for this study cover the period from January 1958 through September 1962. They arise from 870 long-line operations by the experimental vessels, which provided the following numbers of fish, tabulated by the first and second halves of each year and by *major areas*. (The

major fishing areas are the same as those employed by Suda and Schaefer (1965) and their boundaries are shown on Figure 1.)

Season	Major Area						
	N-1	N-2	N-3	E-1	E-2	E-3	S
1958 1st.				805			
2nd.				1,669	2,094		176
1959 1st.				1,277	30		
2nd.	507	218		1,201	441		10
1960 1st.	772			1,257	623		
2nd.				1,539			
1961 1st.	242			1,313			
2nd.	828	714		3,133			
1962 1st.	681		184	927	202		
2nd.	277	175	144	151	530		231
TOTAL	3,307	1,107	328	13,272	3,920	0	417

Ninety percent of the fish were recorded by sex. There were eliminated, as noted above, 21 fish less than 82 cm in length and 2 fish more than 184 cm in length. The length frequencies, by two centimeter classes, were combined for each sex individually, and for both sexes together, by each quarter of each year, and by geographical areas of 5° of longitude by 5° of latitude (referred to subsequently as "5° squares"). These data were placed on punch cards, recombined into larger time and area groupings, and analyzed in various ways, using electrical accounting machinery and the electronic computer at the University of California at San Diego. For certain of the analyses we required estimates of the average weight of the fish in the catch by major areas and six-month periods, as well as for larger aggregates. The average weights for each major area and six-month period (Table 4) were computed from the combined length-frequency sample for the major area and six-month interval, using the length-weight relationship for yellowfin tuna from Chatwin (1959), by the method of Hennemuth (1961). To obtain the average weight for the catch from a combination of these strata (major areas and six-month periods), the mean weights from the several strata were averaged, weighting each by the number of fish in the catch from that stratum.

OCCURRENCE OF MODAL SIZE GROUPS

In Figures 2a, 2b and 2c we show the results of aggregating the size-frequency data by quarters of each year for the region south of the Equator (major areas E-1, E-2 and S), the region north of the Equator (major areas N-1, N-2 and N-3), and for the entire region east of 130°W respectively. In each case, all samples for the given quarter and region were added together, and are expressed as the percentage occurring in each length class of the total number of fish.

In Figure 2a, for the region south of the Equator, which contains the most numerous data (mostly from area E-1), there is evident the occurrence of modal groups, the modal positions of which increase in fairly regular progression and which may be presumed to be age groups. We have labeled these series of modal groups by designators S-1, S-2, etc. Similar groups appear in the less abundant data from north of the Equator on Figure 2b, and the positions of the modal groups coincide rather well with those on Figure 2a. The combined data are shown in Figure 2c, with the modal groups labeled, and the positions of the modes indicated by arrows. In each case, the number of fish making up the samples for a given quarter, in Figure 2c, is shown after the designator for the quarter; where less than 300 fish are included we have put the year, quarter and number of fish in parentheses. The modal lengths are also tabulated in Table 1.

Because of the annual occurrence, and regular progression of the modal groups we may surmise that they represent individual year classes. However, it is desirable that this be verified by comparing the progression of these modes with the growth curve which has been previously derived for yellowfin tuna, and also to examine whether the males and females show any differences in size composition.

Comparison of modal positions with the growth curve

Because we are dealing with a relatively small number of individual samples, which are not necessarily evenly distributed within a quarter, and because of possible geographical differences, the modal progressions are not as regular as might otherwise have occurred. However, it is possible to compare them with the growth curve for yellowfin tuna obtained by Davidoff (1963) to see whether, in general, they seem to correspond with it. The growth curve for yellowfin tuna, derived from modal progressions in the samples of catches from the surface fishery in the eastern Pacific, published in Davidoff (1963) is reproduced on both panels of Figure 3. To compare the series S-1, S-2, S-3 and S-4 with this growth curve the following procedure was employed:

One pair of successive modal lengths was taken from the middle of each individual modal series, and the average length for this pair was calculated. The calculated average length of the pair was plotted on the growth curve, and the corresponding age in months was taken as the time base for the individual modal series. The observed modal lengths were then plotted as ordinates against the age in months corresponding to the difference in time between the time base and the time of occurrence of the given mode. The time of occurrence of the mode was taken, in each case, as the middle of the quarter in which it was observed, with the exception of the third quarter 1958 and the third quarter 1960, where the samples, in each instance, were taken only during September. In these two instances, the time of occurrence was taken as being one month later than the middle of the quarter.

The results of this comparison indicate that the progression of each of the four series of modes follows rather well the growth curve of yellowfin tuna previously derived. From this, it is evident that the modal series are indeed individual year classes. It will also be shown subsequently (Figure 15) that the individual modal series in the long-line length-frequencies correspond to some degree with the progressions of modal sizes of individual year classes in the surface fishery in IATTC areas 05, 06, and 07.

Since the average size of yellowfin tuna at 36 months is about 120 cm, and since the modal positions of each of our long-line series approximate this size in the fourth quarter of the year, the series S-1, S-2, S-3 and S-4 are evidently year classes originating in 1955, 1956, 1957, and 1958, respectively.

Comparison of sexes

We have prepared Figures 4a and 4b to compare the size-frequencies of males and females. Since the number of fish in the samples were too small to allow for quarterly comparisons, we have combined the data into six-month intervals for each year, for the region south of the Equator and the region north of the Equator, respectively. The numbers of fish of each sex for each region and semester are indicated on the graphs.

Examination of these figures reveals the following features: At lengths less than about 140 cm, with the possible exceptions of the first half 1962 south of the Equator, and second half 1962 north of the Equator, there is rather close coincidence of the occurrence of the modes in the frequencies of the two sexes. At lengths above 155 cm, the occurrence of females drops off markedly with respect to the occurrence of males. In the range from 140 cm to 155 cm, modal positions of the two sexes sometimes differ considerably. For these reasons, we did not attempt, in examining Figures 2 and 3, to trace modal series beyond 140 cm.

To compare more precisely and objectively the modal lengths of the two sexes, among fish less than 140 cm, shown in Figures 4a and 4b, we have applied a method due to Oka (1954). Oka's method is based on the fact that, if the frequency y as a function of length x follows the normal frequency function, $d \log y/dx$ decreases linearly with x , and its intercept on the x axis is at the position of the mode. Thus, one may plot the differences in logarithms of frequencies at successive length classes against the mid-points of the length classes, and from the intercepts of the lines fitting the descending series of points estimate the positions of modes.

This procedure is illustrated in Figure 5 for the data of males for the second half of 1958 (south of the Equator). In the upper panel are plotted the frequencies, by 2 cm size intervals, and in the lower panel the successive values of Δf , the differences of logarithms of frequencies.

In order rigorously to exclude modes which may be spurious, we used for the present purpose only those modes which: (1) are based on at least six successive Δf values, (2) no successive differences in Δf being greater than double or less than half the average difference for the series and (3) represent a number of fish in the range of continuous decrease of Δf , greater than 50. Under these criteria, modes at "a" and "c" in Figure 5 would be excluded.

In Table 2 are shown the modal lengths, less than 140 cm, of males and females for those instances in which both were acceptable under the above criteria, together with the differences between the modal lengths of the two sexes. The mean difference is only 0.33 cm and is not statistically significant ($t = 0.75$, $d.f. = 6$).

This analysis appears to confirm, at least to lengths of 140 cm, the conclusion of Davidoff (1963) that "male and female yellowfin tuna have essentially the same growth rate, at least up to about 130 cm."

Sex ratios

Although the growth rates of the two sexes seem to be the same, at least up to 140 cm, there are marked differences in proportion of the two sexes taken by the long-line fishery. In Table 3, we show by 10 cm length classes, the numbers of each sex in all of our samples, and the percentage of males. It may be seen that there is a moderate, but highly significant (as judged by a Chi-square test) excess of males up to about 150 cm. Above that length, 75% are males, and, among fish over 160 cm, the percentage of males is 91%. The unequal sex ratio among the smaller fish may be due either to differential availability to capture, or to a differential natural mortality rate. Among larger fish, differential growth is not excluded. In view of very similar results from study of sex ratios of yellowfin in the surface fishery, using different gear (Orange 1961), we doubt that differential availability is the most important element, although some sex-connected differences in behavior may be reflected in certain differences between the data of our Table 3 and comparable data in Orange (1961) from the coastal surface fishery, *viz.* (1) up to 130 cm, the surface fishery produces almost exactly 50% males, while in the long-line fishery it is significantly higher (57%), and (2) in the catch of the coastal surface fishery, the rapid increase in males commences at 130 cm, whereas it does not do so in the long-line fishery until about 150 cm.

TIME AND SPACE VARIABILITY OF SIZE-FREQUENCY SAMPLES

In the foregoing analysis, and in the examinations, which follow, of time and space changes in size-composition of long-line catches of yellowfin tuna, it has been necessary to combine the samples into larger aggregates than the quarter and 5° square, both because of the fewness of the samples and because of the need to summarize the data into larger ag-

gregates to reveal meaningful large-scale patterns. However, it is desirable to have some idea of the small-scale time and space variability to provide a basis for judging what larger-scale differences can be accepted as due to other than sampling variations.

To examine the variability of the samples, the size-frequencies, originally tabulated by 2 cm intervals, were retabulated into 8 length-classes: fish less than 100 cm, six equal 10 cm size-classes from 100 cm to 160 cm, and fish larger than 160 cm. Various sets and combinations of samples, thus tabulated, were compared to determine whether they are statistically homogeneous, that is whether they can be regarded as having been drawn at random from the same population, by the Chi-square test. The following results were obtained.

(1) Comparison of the two quarters for each half-year for the aggregate of all samples north and south of the Equator, respectively, revealed that they were, in most cases, heterogeneous.

(2) Comparison of the two quarters for each half-year for the aggregate of samples within major area E-1 (the only major area with sufficient data for such comparisons) indicated heterogeneity in all instances.

(3) Comparison of the two quarters, for each half-year, for the samples from individual 5° squares within major area E-1, revealed significant heterogeneity in almost all instances, although the magnitude of variability, as measured by Chi-square, was somewhat decreased from that observed for the entire major area.

(4) Comparison of samples from individual 5° squares, aggregated for half-years, revealed, in all cases, significant heterogeneity within the regions north and south of the Equator, and within major area E-1. Within major area E-1, even when the data were aggregated only by quarters, there still remained significant heterogeneity among 5° squares in almost all instances, although the Chi-square values are reduced from those obtained from the data aggregated by the half-year.

From these comparisons we may conclude that the changes from quarter to quarter, even within 5° squares, are significantly greater than could be expected by chance. These differences are undoubtedly due in part to growth of fish (progression of modes) between quarters, but also may be due to differential availability, and non-uniform sampling. It is also evident that, even within the same quarter, there are significant differences in the size-composition of samples from different 5° squares, even within the same major area. This can be due to differential geographical distribution of fish of different sizes and/or to differential catchability of different sizes in different areas.

In view of the demonstrated heterogeneity among the samples within various temporal and geographical strata, we also examined the magnitude of the variations in the following manner. For each comparison, we com-

puted the ratio of the percentage size-frequency in each sub-division of the data, for each size-class, to the percentage size-frequency in that size-class for all the data within the geographical stratum being examined. Thus, in the first three comparisons discussed above, the frequencies, for each size-class, for each quarter were compared to the frequencies for the half-year. Similarly, for the comparisons under (4) above, the frequencies of each size-class in each 5° square were compared to the frequency for all 5° squares in the geographical region combined. It was found that, in these various comparisons, where the size-class concerned contained at least 10% of the total number of fish, the ratios seldom exceeded 2.0 or fell below 0.5. Thus, the various sources of error due to non-random sampling and aggregation of heterogeneous elements into the larger time and area strata may be regarded, empirically, as falling within these limits.

Therefore, we should not accept as real differences in size-composition for various time and space strata unless the change, for individual 10 cm size-classes, is by at least a factor of two, or unless the changes show a clearly identifiable and persistent trend. To minimize further some of the sampling errors, we will, where appropriate, also aggregate the data into only three categories of fish size instead of 10 cm length-classes.

GROSS CHANGES BETWEEN YEARS IN SIZE-COMPOSITION OF CATCH

Estimates of the size-composition of the entire long-line catch from the eastern Pacific, for each year, by 10 cm size-classes, were made as follows: the percentage length-frequency distributions were compiled for each major area, for each half-year, weighted by the number of fish caught in the given major area and half-year (Suda and Schaefer 1965), and summed. Where a major area contained less than 5% of the total catch, it was ignored. If there were no size data for a given half-year, the data for the other half of the year were used. If no size data were available for a major area in the whole year, the size data from the adjacent major area to the westward were used. The numbers of fish estimated to have been caught each year, in each 10 cm size group, are shown in Table 6 and on Figure 6.

From this Figure, and from Figure 2c, it may be seen that, although fish as small as 83 cm are taken on long-line gear, the substantial recruitment to the stock catchable by long-line takes place between 110 cm and 130 cm, and it appears that the fish may not be fully available until about 140 cm. Decrease of number with length is rapid beyond 140 cm due in part to decreased rate of growth, but perhaps also because of increased mortality at larger sizes, especially among females. From Figure 2c there is a suggestion that some year-classes, such as S-3, are fully recruited at a smaller size than others, such as S-4.

In addition to the percentages by 10 cm size groups, shown in Figure 6, we have also computed the percentages by three more general categories, small (less than 130 cm) medium (130-150 cm) and large (over 150 cm), as follows:

Year	small	medium	large
1958	24.3%	39.5%	36.0%
1959	28.2	45.7	26.2
1960	21.6	53.9	24.6
1961	23.1	61.0	15.8
1962	30.4	42.4	27.1
Weighted average	25.6%	49.5%	24.7%

These data, and Figure 6, as well as the average weights in Table 4c, suggest some decrease over these years in the share of large fish and a corresponding increase in the smaller size categories, but the general picture is one of nearly constant size-composition over these years. This apparent stability of size-composition of the aggregate of the catch is somewhat misleading, due to the fishery having, during this period of years, tended to spread from south of the Equator to north of the Equator (Suda and Schaefer 1965), where the population of large fish tends to be somewhat greater, and also to increase toward the eastward where small fish are relatively fewer than to the westward (Figures 9 and 10). Examination of geographical differences in size-composition by areas, which will be made below, will further clarify this.

SEASONAL AND GEOGRAPHICAL DIFFERENCES IN SIZE-COMPOSITION

Seasonal differences

As we have already seen from Figure 2, the yellowfin stock supporting the long-line fishery is maintained by the recruitment and growth of successive year-classes. These year-classes first enter in substantial abundance in the fourth quarter (sometimes the third) of each year. The progression of these year-classes gives rise to the seasonal variations in size-composition reflected in the average weights of Table 4A, B.

To permit easy comparison of the size-composition of the catch by semi-annual periods, we have aggregated the quarterly data in two ways: first, by the half-years composed of the 1st and 2nd, and the 3rd and 4th quarters, respectively; and, secondly, by "summer" and "winter" seasons composed, respectively, of the 2nd and 3rd, and 4th and 1st (of the following year) quarters. The resulting percentage-frequency distributions are shown in Figures 7a and 7b for the whole region south of the Equator, for each year (since north of the Equator, we have data for only 2nd and 3rd quarters, the semi-annual plots are the same as the quarterly plots of

Figure 2b). In Table 4 are given the mean weights of fish composing these semi-annual frequencies, both by these larger regions and for individual major areas. In Table 5, in addition, we present, for these same semi-annual periods, the percentage-of-catch and the hook rate (number of fish per 100 hooks) for the two regions, and for major areas, by the size-categories small, medium and large as previously defined. Hook rates were calculated by applying the size-frequency information to the catch and effort data of Suda and Schaefer (1965).

The effect of the progression of successive year-classes in inducing a more or less regular seasonal oscillation in the size-composition is most clearly seen in Figure 7b. During the winter half, the catch tends to be dominated by smaller fish, with a mode near 125 cm. As these fish grow, they again dominate the summer half, but at a modal size near 138 cm. An exception is 1958-59, when there was a large share of very large fish, which may represent an accumulated stock of older fish that, once removed, no longer are important in later years. Also, in winter 1961-62, the incoming year-class S-4 was very weak, so that the previous class, S-3, remained dominant. Since the "small" and "medium" size categories of Table 5 correspond approximately to these two seasonal modal groups, one can then observe both their percentage contribution to the catch and their abundance (as estimated by hook rate). From Table 5 (II-A-b) it will be seen that year-class S-4, entering in winter 1961-62, remained at below-average abundance in summer 1962, although it appears large in the percentage of the catch, because of a concomitant decline in the hook rates of both the large and small categories.

Again, in Table 4 (B-2), the seasonal changes in size-composition, due to the factors discussed above, are clearly reflected in the changes in mean weight of the fish, calculated from the total catch and the size-composition samples as described earlier.

Most of the data of Figure 7b are from major area E-1, but sufficient samples were also obtained from E-2 to make possible a very crude examination as to whether the same general changes in size-composition are observable in both. In Figure 8, therefore, we have plotted the winter and summer data for each year for each of these major areas separately. Considering the paucity of data from E-2, the correspondence of the size-frequencies for the two areas is generally good. However, 1958-59 winter and 1959-60 winter show considerable discrepancies between the two areas, despite the fact that both were represented by a goodly number of fish in the samples during these periods. This shows, as we have noted before, that, because of such sampling variations, only major features and trends should be given much cognizance.

Geographical differences

To examine geographical differences in the size-composition of long-line-caught yellowfin, we have prepared Figures 9 and 10. In Figures 9a

and 9b are shown, for the "summer" and "winter", respectively, for the aggregate of all data during the period 2nd quarter 1958 through 3rd quarter 1960, for each 5° area from which samples were available, the percentage of fish in the size-categories small, medium and large. Similar charts for the period 4th quarter 1960 through 3rd quarter 1962 have been prepared as Figures 10a and 10b. Separate charts have been prepared for the two periods because, as we have noted above (Figures 2 and 7), there is a rather large change in the share of large fish, over 150 cm, between the earlier years and the later year. This is also shown in the hook rate data in Table 5 and in Figure 11, which will be discussed further subsequently.

With the data thus subdivided into two time periods, and into summer and winter seasons, there may be seen a fairly regular longitudinal gradient in size-composition in the same latitudinal zones, and also some differences, which we believe are real, with latitude within longitudinal zones.

West-east gradients

In the summer charts, Figures 9a and 10a, there appears in each latitudinal zone a fairly regular increase, going from west to east, in the percentage of large fish, and a decrease in the percentage of small fish. Exceptions are seen on Figure 10a, where in 5° areas 16 and 14 the increase in large fish, over the percentage in the same latitudinal zone further westward, is accompanied by a decrease in medium-sized fish, the small fish actually tending also to increase. Also, on the same figure, in latitude 10°—15°S, the large fish in areas 58 and 59 are relatively less than in area 63 to the westward, accompanied by an increase in the medium size-category. Data for the winter season, Figures 9b and 10b, cover a smaller region than the summer data, but show the same tendency for increase in share of large fish going from west to east.

The calculated average weights, by major areas, in Table 4a also reflect the increase in average size of yellowfin going from west to east.

Kamimura and Honma (1963) also have noted this latitudinal gradient in size-composition of yellowfin tuna in the equatorial zone of the Pacific, and show that it continues to the westward of our area of investigation, and Yabuta and Yukinawa (1959) have also remarked on such a gradient in the western Pacific. In view of the morphometric and other evidence of lack of rapid migration and mixing of yellowfin tuna along the Equator (Royce 1964), this gradient can scarcely be the result of migrations of yellowfin from west to east. It is tempting to speculate that the cause is differential availability to long-line of yellowfin of different sizes, related to the depth of the mixed layer. From the size-composition of catches by the near-surface fishery compared with those of the long-line fishery, which we will present below (Page 280, *et seq.*), there is some reason to believe that all sizes of yellowfin occur throughout the upper mixed layer and perhaps the upper part of the thermocline, but that the larger fish may be relatively

more prevalent nearer the bottom of the mixed layer and in the upper part of the thermocline. Since the long-lines fish through roughly the same stratum in all areas, and to a maximum depth of only about 170 meters (Suda and Schaefer 1965, table 2), the east-west deepening of the mixed layer in the Equatorial Pacific could account for the observed longitudinal gradient in size-composition of the long-line catch. This possibility needs, however, to be investigated more thoroughly.

Latitudinal differences

Examination of the summer charts, Figures 9a and 10a, which cover the more extensive range of latitudes, reveals the following general features: (1) Within the same longitudinal zones, there is no appreciable difference in size-composition of catches between 0° — 5° N and 5° — 10° N. (2) There appears to be a tendency for more large fish, within the same longitudinal zones, between latitudes 0° — 5° S than between 5° S — 10° S. (3) Size-composition, in the same longitudinal zones, is similar between 5° — 10° N, 0° — 5° N, and 0° — 5° S, while between 5° — 10° S a smaller share of large fish is encountered than at the foregoing more northerly latitudes. The sparse data for winter (Figures 9b and 10b) do not contradict these conclusions. South of 10° S, data are too scarce for useful comparison, but there may be some tendency toward increase in average size at these latitudes.

The resulting smaller average size of fish south of the Equator is also evident by comparison of mean weights between areas E-1 and N-1 and areas E-2 and N-2, as well as by the comparison of mean weights for all catches north and south of the Equator, in Table 4(A and B). In each case, for all such comparisons, for individual half-years, up to 1962, the fish north of the Equator are of larger average size than those south of the Equator. In 1962, however, the situation was reversed. It seems likely, therefore, that the observed latitudinal differences are not simply the result of differences in availability of different sizes of fish, but may be due, in some part at least, to the effects of the fishery on different components of the stock.

LONG TERM TRENDS IN SIZE-COMPOSITION AND IN ABUNDANCE OF SIZE-CATEGORIES

We have referred above to some apparent trends over the years from 1958 through 1962 in the mean weight of fish in the long-line catch, the relative abundance of size-categories, and to possible changes in strengths of year-classes entering the stock available to the long-line fishery. In order to examine some of these features in more detail, it is desirable to consider changes in abundance of fish of different sizes as measured by the hook rate. In Figure 11, for the regions south and north of the Equator, we have applied the percentage occurrence of large, medium and small fish, for each half-year, to the hook rate of each category. Similarly, in Figures

12a and 12b, for the regions south of the Equator and north of the Equator, respectively, we show the size-composition by half-years, by 2 cm categories, weighted by hook rate.

It is evident from Figure 11 that, in the area south of the Equator, the large fish were reduced in abundance very rapidly during the first two years of long-line fishing, and seem to exhibit some slow decline since then. This is also evident in Figure 12a where the mode of fish over 140 cm, which were very abundant at the beginning of the fishery, subsequently disappears. Likewise, north of the Equator (Figures 11 and 12b), when the fishery commenced on a substantial scale in late 1959 and early 1960, the large fish were abundant, but declined to a much lower level by 1961 and 1962. This, we believe, represents the diminution of the accumulated stock of older fish on these formerly unfished grounds.

Small and medium fish south of the Equator actually increased in apparent abundance from 1958 through 1960, due to the occurrence of the rather good year-classes (S-2 and S-3) originating in 1956 and 1957. It is noteworthy that these year-classes, together with S-1, entered the surface fishery during years when its intensity was lower than in later years, thus perhaps accounting for greater survival to the age of entry into the long-line fishery.

Both north and south of the Equator there is evident from Figure 11 a marked decline after 1960 in the abundance of small and medium fish; this corresponds to the poor showing of the year classes subsequent to S-3. We observe that these poor year-classes in the long-line fishery, most notably S-4, passed through the surface fishery at a period of high fishing intensity.

Although the series of data is not yet long enough for more than a tentative conclusion, it appears to us that, following the removal of the accumulated stock of old fish, the long-line fishery is dependent on the entering year-classes, the abundance of which in the long-line fishery may be largely determined by the removals by the surface fishery which commences operating on them a year or more prior to their substantial availability to long-line gear. The long-line fishery for yellowfin thus appears to be strongly influenced by the surface fishery operating on the same fish at younger ages.

COMPARISON OF SIZE-COMPOSITION OF CATCHES IN THE LONG-LINE FISHERY AND THE NEAR-SURFACE FISHERY IN COASTAL WATERS

Comparison of size-frequencies in the catches

It may be presumed that the long-line fishery in the eastern Pacific operates, at least in large part, on the same yellowfin tuna population as the near-surface fishery, by baitboats and purse-seiners, in waters nearer the coast. It is of interest, therefore, to compare the size-composition of the

catches of these two fisheries. For purposes of this comparison, we have used the size-composition information and catch-statistical data from IATTC areas 05, 06, and 07 (see Figure 1) which are immediately adjacent to, and partially overlap, the region of the long-line fishery from which our data are drawn.

In Figure 13 is shown the percentage size-composition of the near-surface catch (by baitboat and seiners) reflected in the market measurement samples of the IATTC, together with the percentage size-composition of the long-line catch as shown by our data, for each year 1958-1962. It may be seen that the greatest number of fish captured by the near-surface fishery are of sizes smaller than those available to the long-line fishery, although some large fish, encompassing most of the sizes taken by long-line are also available to the surface fishery.

Because of the large difference in total numbers of fish taken by the surface fishery and the long-line fishery, these percentage frequency graphs may be misleading; to obtain a better representation of the magnitude of catches of fish of over 85 cm by the two fisheries, we have therefore, in Figure 14, shown the size-frequencies in terms of estimated total numbers of fish captured by the long-line fishery, and by the surface fishery in IATTC areas 05, 06 and 07. Estimated numbers of fish of all sizes caught by the surface fishery and by the long-line fishery, by 10 cm length categories, are also tabulated in Table 6. The estimates for the long-line fishery were calculated from our size-frequency data and the total catch estimates of Suda and Schaefer (1965). Similar estimates were made for the surface fishery, with the kind assistance of Mr. E. B. Davidoff of the IATTC staff, as follows:

The percentage length frequencies for bait-boats and purse-seiners for each area 05, 06 and 07 were already available for quarters of each year from the routine market measurement program of the IATTC. The total numbers of fish caught by gear, area, and quarter of the year were estimated by dividing the total weight of the catch by the average weight for each stratum, estimated from the size-frequency samples. (The total weight of catch was estimated from logbook records, corrected for coverage factors of 80%, 76%, 92%, 86%, and 79% for the years 1958, 1959, 1960, 1961, and 1962 respectively.) The percentage length frequencies for each stratum were weighted by the estimated total catch, in numbers of fish, and summed over all strata.

From the resulting comparative data shown in Table 6 and Figure 14 it may be seen that, although fish over 85 cm constitute a rather minor *share* of the number of fish taken in the surface fishery (as we have seen in Figure 13), the surface fishery takes larger *total numbers* of fish of almost all sizes than the long-line fishery. The purse-seiners, however, tend to capture a larger share of the larger fish than baitboats. This is reflected in Figure 14 where it may be seen that as the share of the seiner catch has

increased, the relative numbers of large fish in the catch by the surface fishery has generally increased. During 1958 and 1959 the surface fishery, mostly by baitboat, took more fish of all sizes than long-line up to about 130 cm. Since then, the surface catch has been equal to or greater than the long-line catch for all sizes.

It may thus be seen that the stock of yellowfin of large sizes is harvested by both the surface fishery and by the deep long-line gear, the surface fishery capturing the large fish in addition to the much more numerous catches of smaller sizes. It may not, therefore, be assumed that the long-line fishery is operating on a completely different size-component of the stock than the surface fishery. Also it is evident that the yellowfin taken by long-line are not from a size-component confined to the deeper layers. It would appear that even the largest yellowfin occur throughout the mixed layers of the eastern tropical Pacific Ocean and are available in substantial numbers near the surface as well as deeper.

Comparison of modal series

We have shown above that the progressions of the modal series S-1, S-2, etc., correspond well with the growth curve for yellowfin tuna of the eastern Pacific developed in earlier studies, and that these series are evidently year-classes which originated in 1955, 1956, etc., respectively.

The progression of the major modes of individual year-classes occurring in the near-surface fishery have been published by Davidoff (1963) for individual areas and groups of areas. It is of interest to see to what extent the modal series observed in the long-line fishery may correspond to the modal series in the surface fishery.

In the upper panel of Figure 15 are plotted the progressions of the major modes, denoted the X-series by Davidoff, for areas 01-04 and 08. On this same graph are plotted the modal progressions from our Japanese long-line data. Similarly, in the lower panel, are plotted the modal progressions of the X-series in the surface fishery for areas 05, 06, 07, together with the modal progressions exhibited by our Japanese long-line data.

Since our modal series S-1, S-2, etc., are presumed to have originated in 1955, 1956, etc., respectively, they should correspond to series X-56, X-57, etc., respectively. It may be seen from the upper panel of Figure 15 that the correspondence of these modes in the surface fishery and in the long-line fishery is very poor. The modal series for the long-line fishery, in general, fall between the series of major modes in the surface fishery in these northern areas, and follow in time the occurrence of the major mode of the surface fishery originating in the year when the corresponding mode in the long-line fishery was presumed to have originated. The modes in the long-line fishery could, of course, possibly be identified with the modes of Davidoff's Y-series in these northern areas, which fall intermediate between the modes of the X-series. However, this seems to us to be a some-

what unlikely explanation, because this would leave open the question as to why the long-line fishery captures only fish from the sub-dominant modes.

Although, unfortunately, the modal series in the more southerly areas, 05, 06, and 07, disappear too rapidly to provide overlap with the modes in the long-line fishery, the correspondence seems to be somewhat better. Our modal series S-1 and S-2 seem to be reasonable extrapolations of the surface fishery modal series X-56 and X-57 respectively. Our series S-3 corresponds well enough with the extrapolation of modal series X-58 for areas 06 and 07, although it does not agree well with this series for area 05. Our series S-4 is also a reasonable extrapolation of the surface fishery modal series X-59. The correspondence between S-5 and X-60 is, however, poor.

One may sum up these observations by saying that there is some evidence that the modal series in the long-line fishery correspond with the dominant modal series in the surface fishery in adjacent coastal areas, but that this conclusion is uncertain. There is large sampling variability, as noted earlier, in our long-line data, due both to the fewness of our samples and to gradients in the size-composition of catches in different regions. There is also considerable sampling variability at the larger sizes in the data from the surface fishery. It will be desirable to re-examine the possible correspondence of modal series in the two fisheries at such time as more extensive and more adequate data become available.

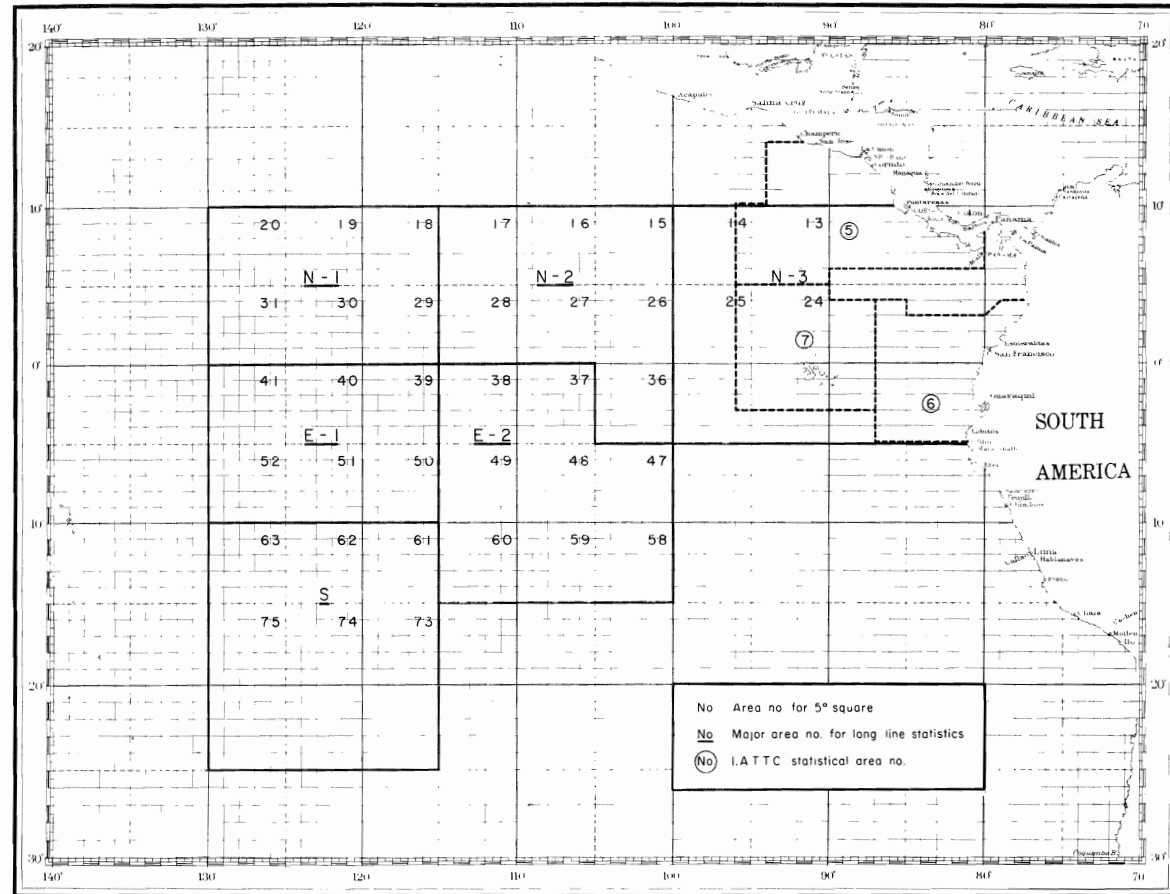


FIGURE 1. Designation of areas. Solid lines show boundaries of "major areas". Broken lines show boundaries of IATTC statistical areas.

FIGURA 1. Localización de las áreas. Las líneas continuas indican los límites de las "áreas principales". Las líneas a guiones indican los límites de las áreas estadísticas de la CIAT.

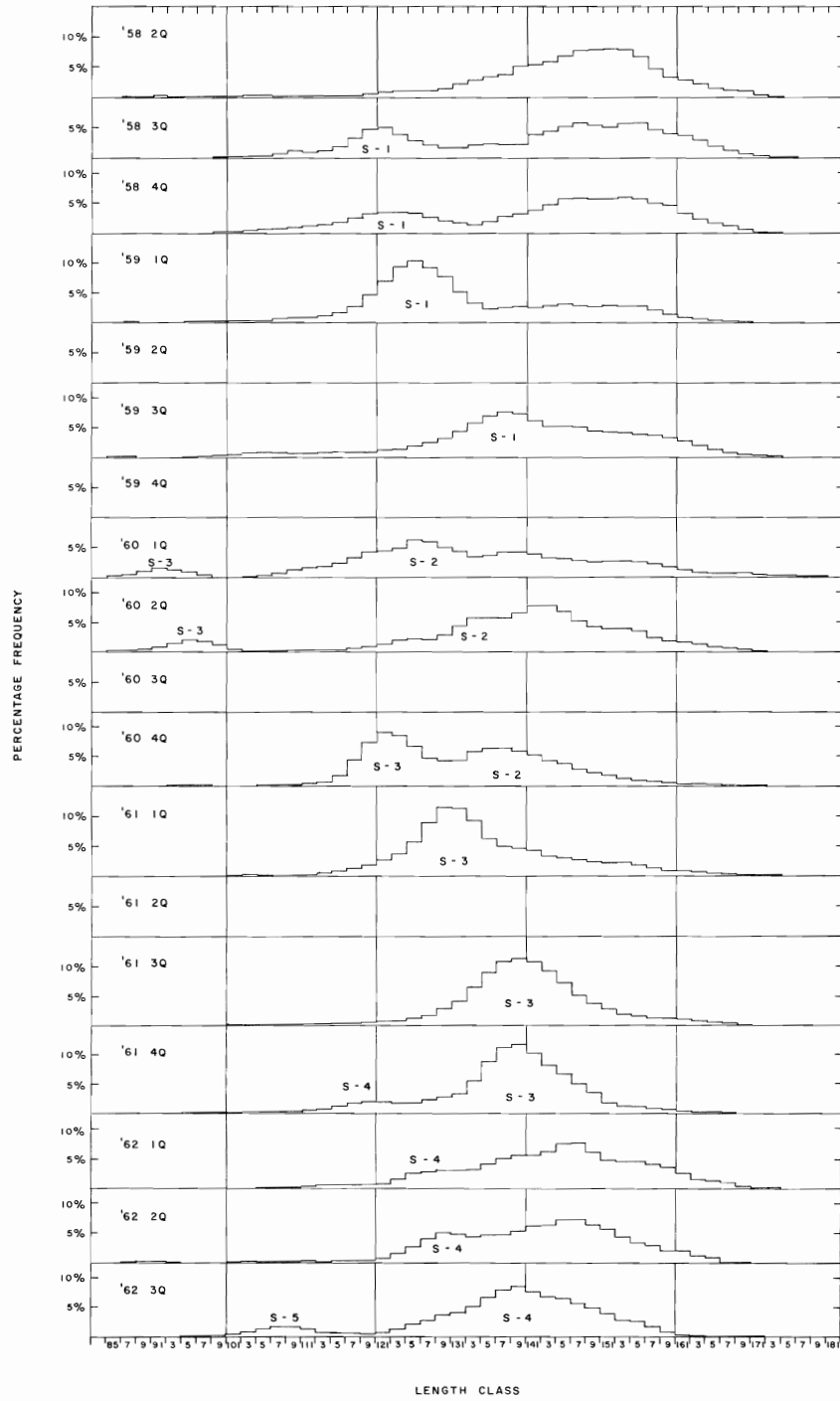


FIGURE 2a. Quarterly length-frequency distribution of long-line caught yellowfin (south of the Equator and east of 130°W).
 FIGURA 2a. Distribución trimestral de las frecuencias de longitud correspondientes al atún aleta amarilla capturado con palangre (al sur del ecuador y al este de los 130°W).

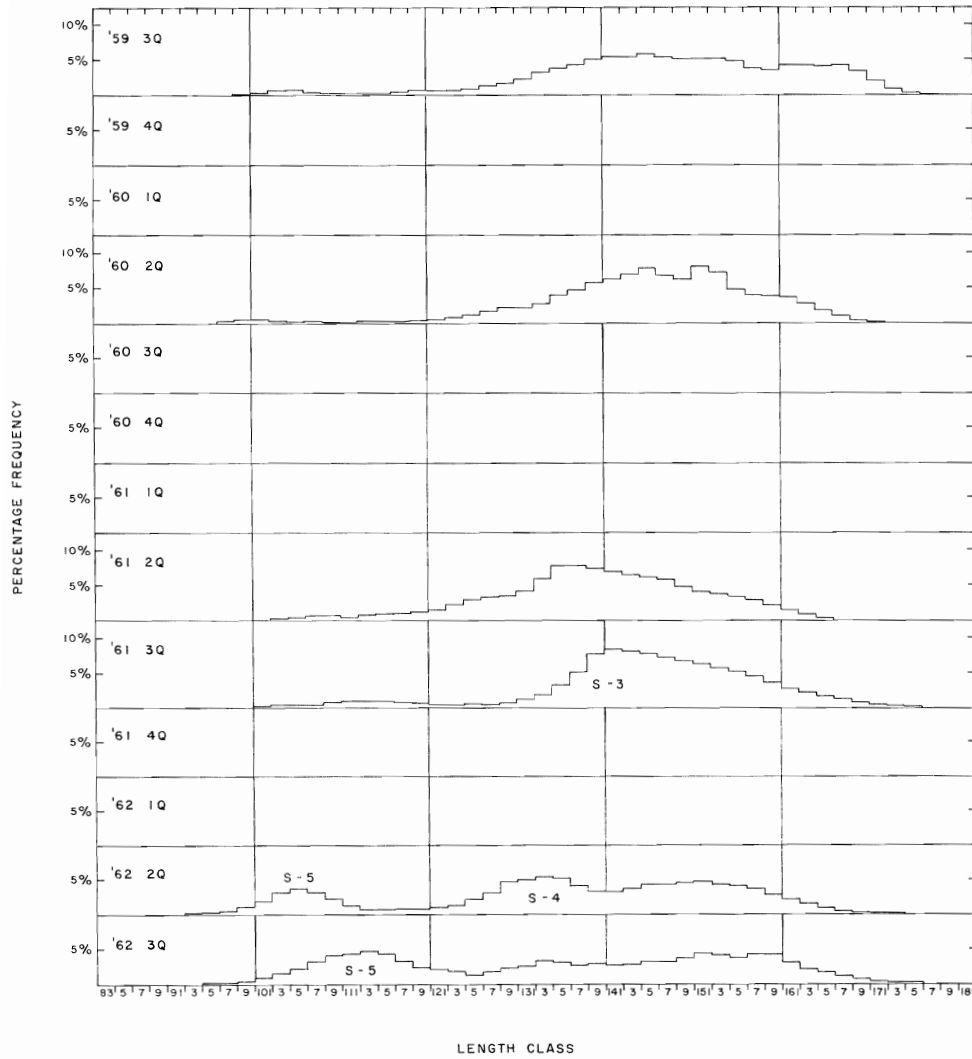


FIGURE 2b. Quarterly length-frequency distribution of long-line caught yellowfin (north of the Equator and east of 130°W).
 FIGURA 2b. Distribución trimestral de las frecuencias de longitud correspondientes al atún aleta amarilla capturado con palangre (al norte del ecuador y al este de los 130°W).

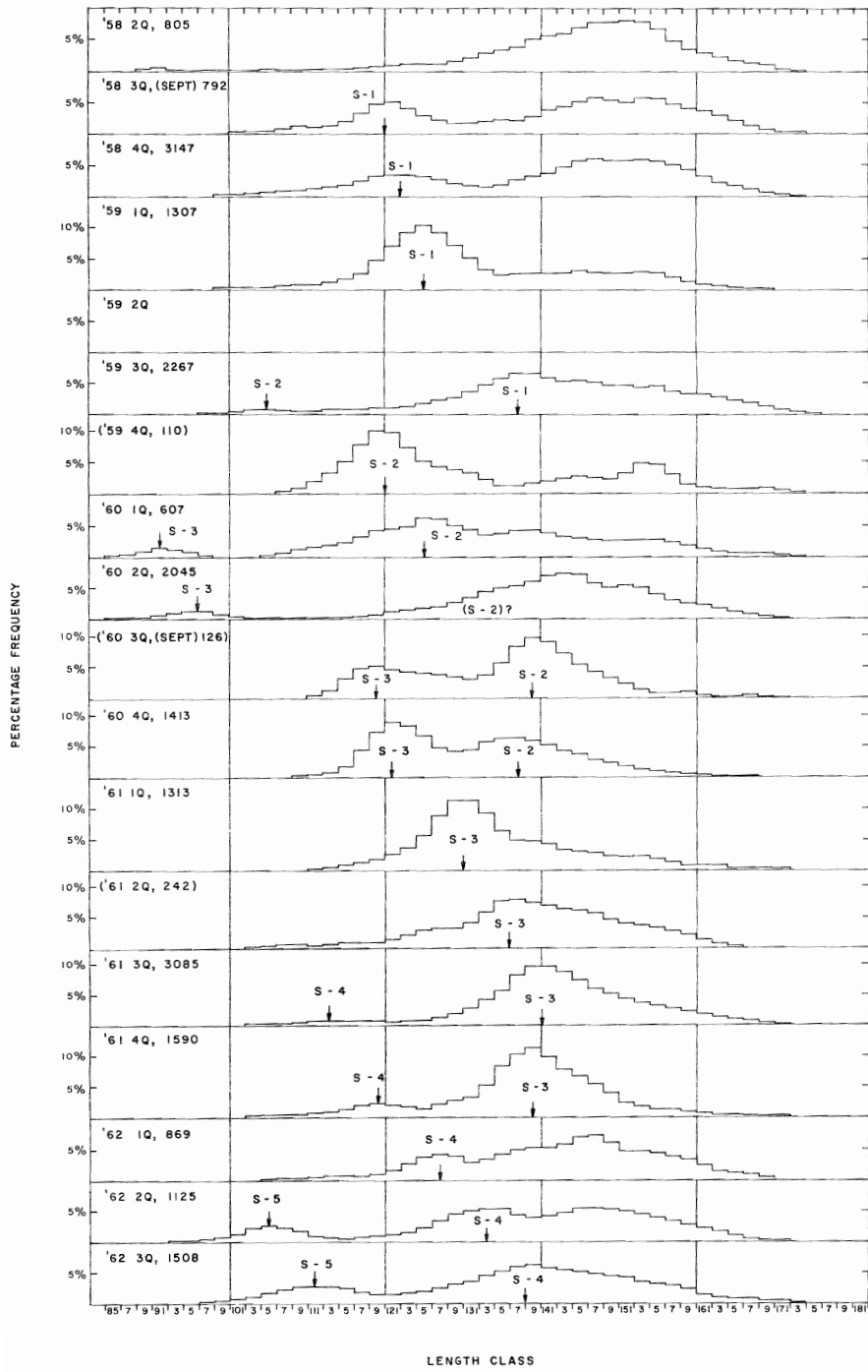


FIGURE 2c. Quarterly length-frequency distribution of long-line caught yellowfin (whole area east of 130°W).

FIGURA 2c. Distribución trimestral de las frecuencias de longitud correspondientes al atún aleta amarilla capturado con palangre (área completa al este de los 130°W).

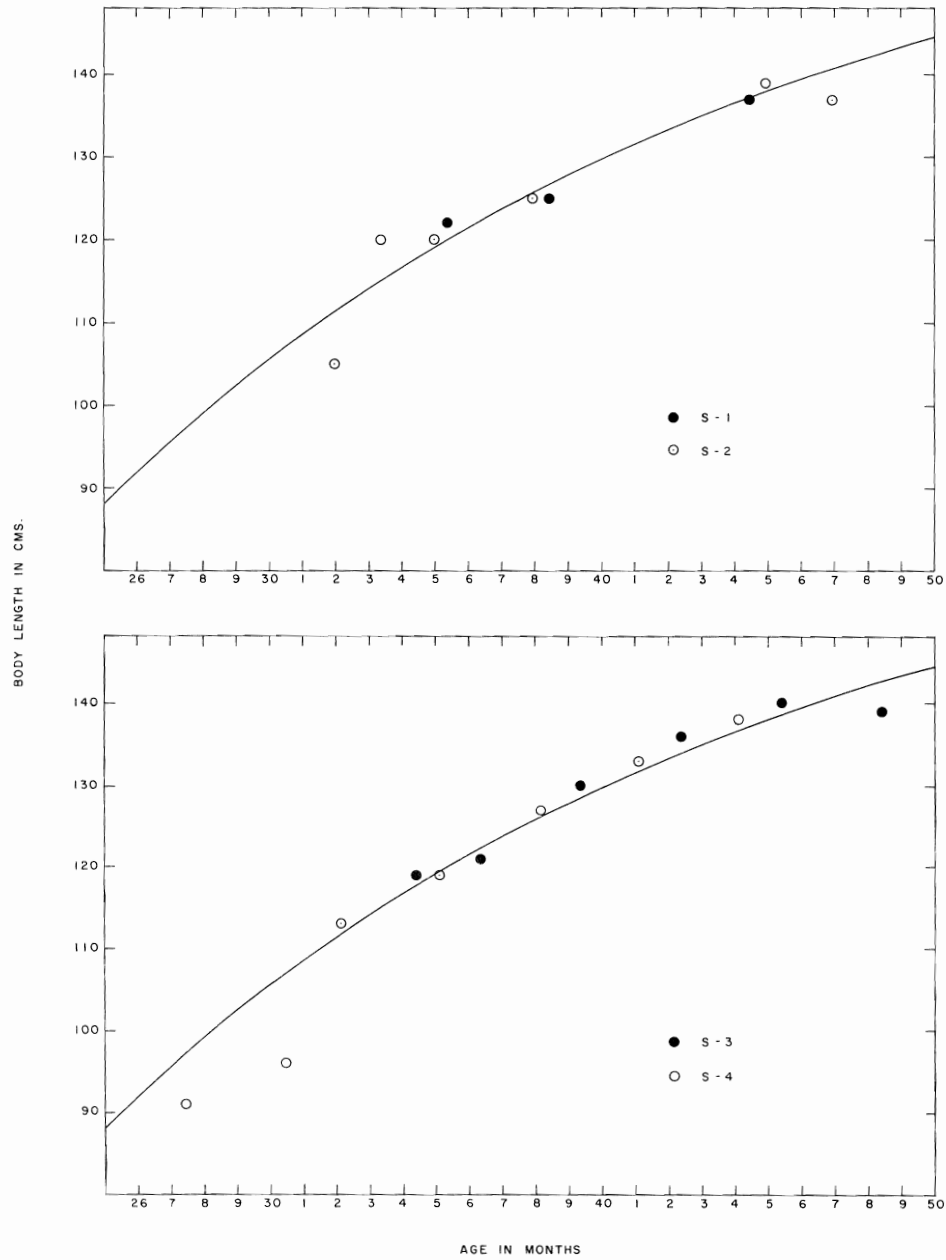


FIGURE 3. Observed modal lengths in the long-line catch plotted with the growth curve calculated by Davidoff 1963.

FIGURA 3. Longitudes modales observadas en la captura con palangre, graficadas con la curva del crecimiento calculada por Davidoff 1963.

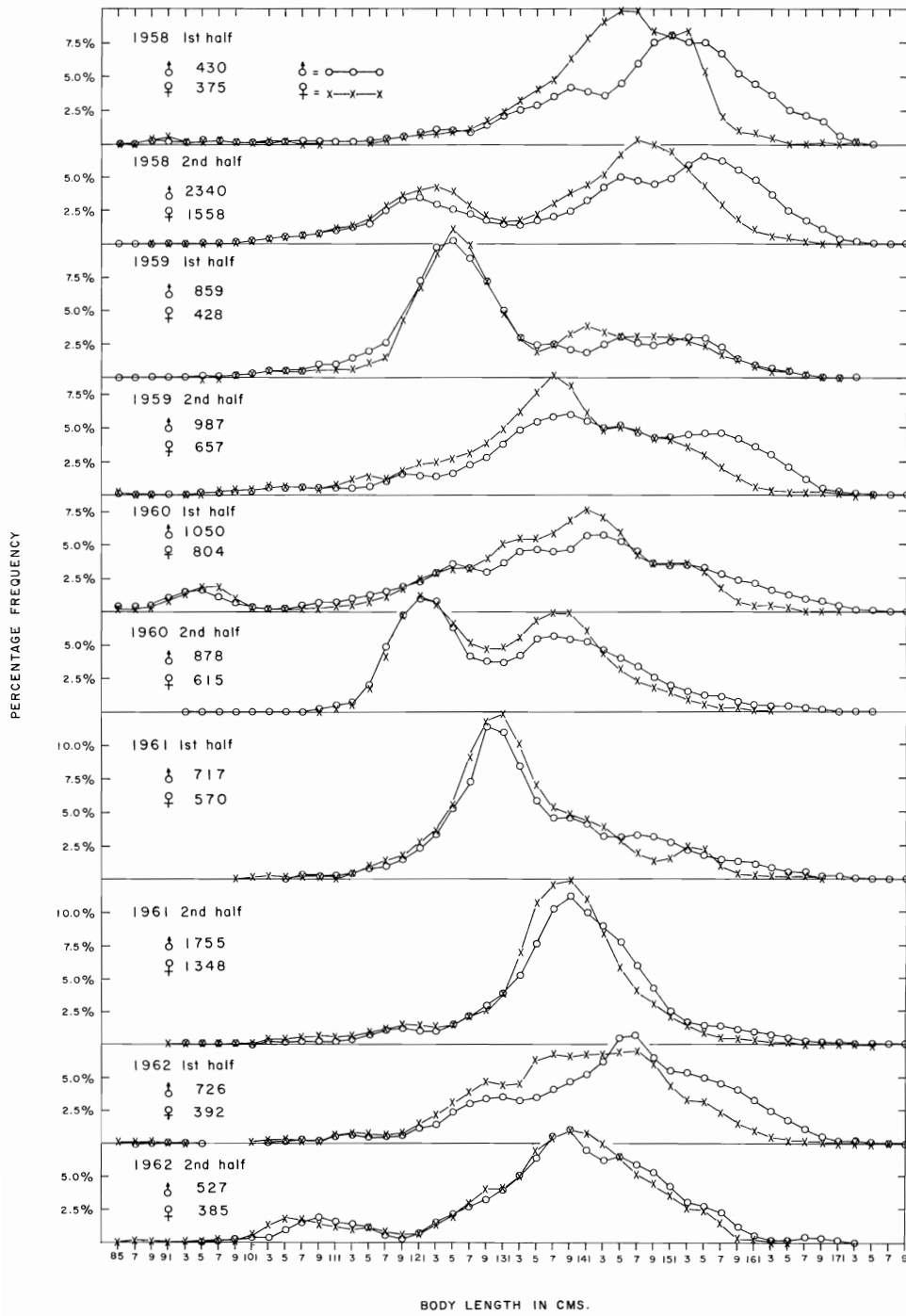


FIGURE 4a. Comparison of length-frequency distributions of males and females (south of the Equator and east of 130°W).
 FIGURA 4a. Comparación de la distribución de las frecuencias de longitud en los machos y en las hembras (al sur del ecuador y al este de los 130°W).

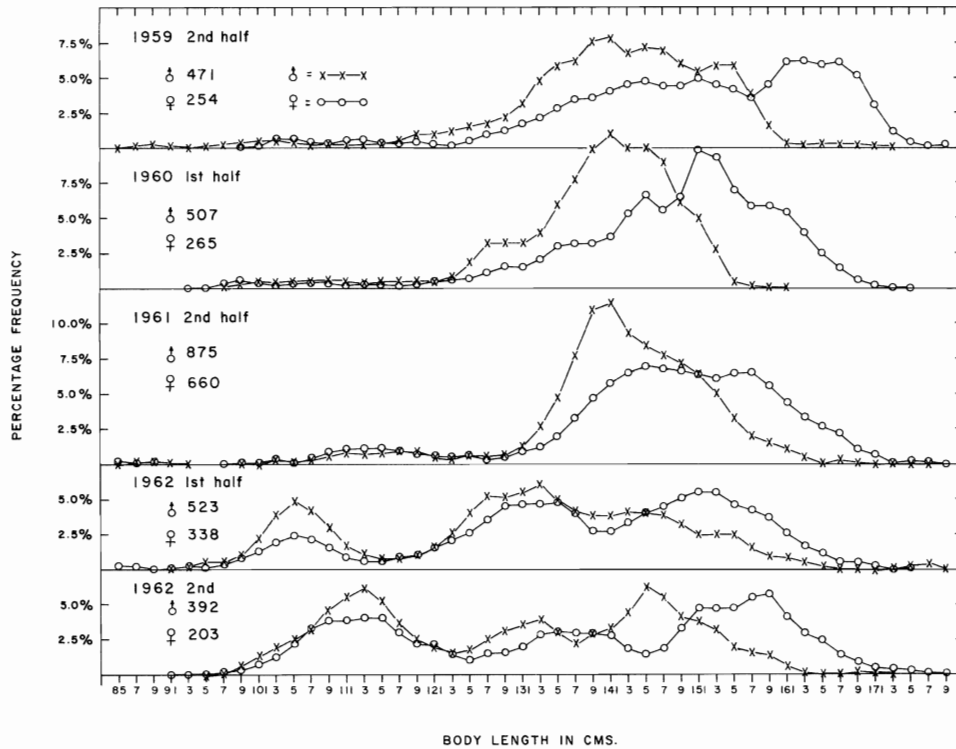


FIGURE 4b. Comparison of length-frequency distributions of males and females (north of the Equator and east of 130°W).
 FIGURA 4b. Comparación de la distribución de las frecuencias de longitud en los machos y en las hembras (al norte del ecuador y al este de los 130°W).

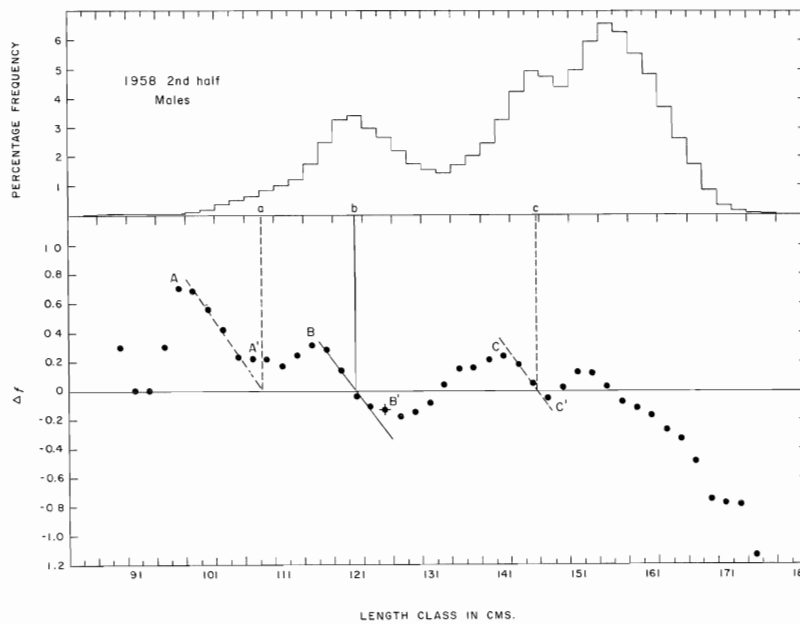


FIGURE 5. An example of estimation of modal lengths, following Oka 1954.
 FIGURA 5. Un ejemplo de la estimación de las longitudes modales, según el procedimiento de Oka 1954.

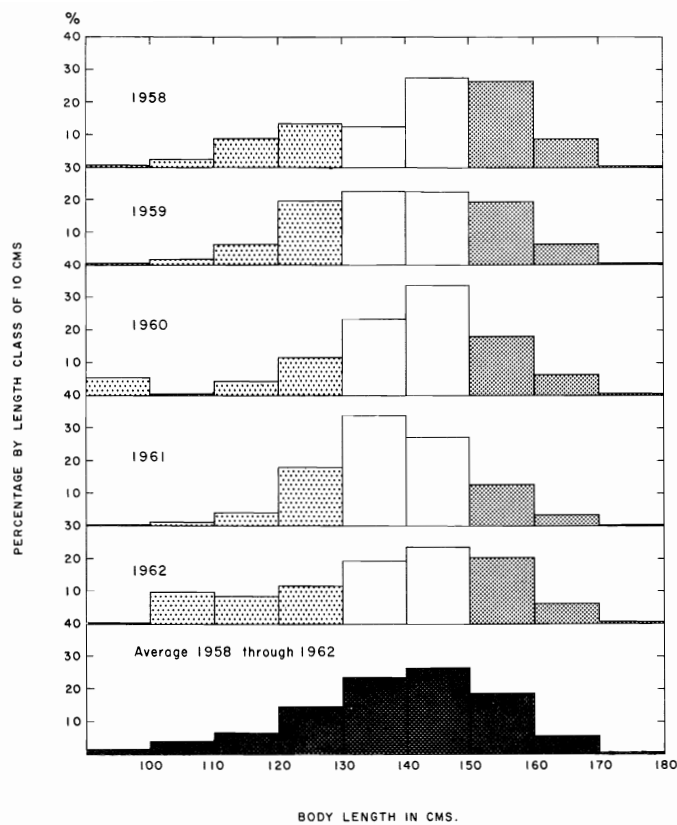


FIGURE 6. Annual length composition of yellowfin caught by long-line from the whole area east of 130°W, by 10 cm length classes.

FIGURA 6. Composición anual de longitud del atún aleta amarilla capturado con palangre en toda el área al este de los 130°W, por clases de longitud de 10 cm.

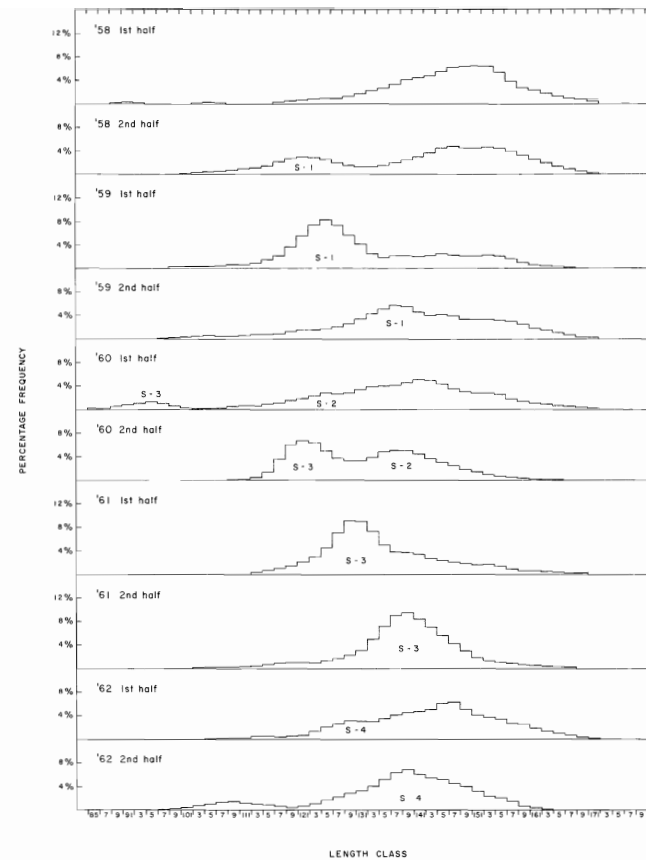


FIGURE 7a. Smoothed length-frequency distributions, in percentage, in the long-line catch south of the Equator by half-year (1st. and 2nd. half of each year).

FIGURA 7a. Distribución suavizada de las frecuencias de longitud, en porcentaje, en la pesca con palangre al sur del ecuador por semestres (semestres 1º y 2º de cada año).

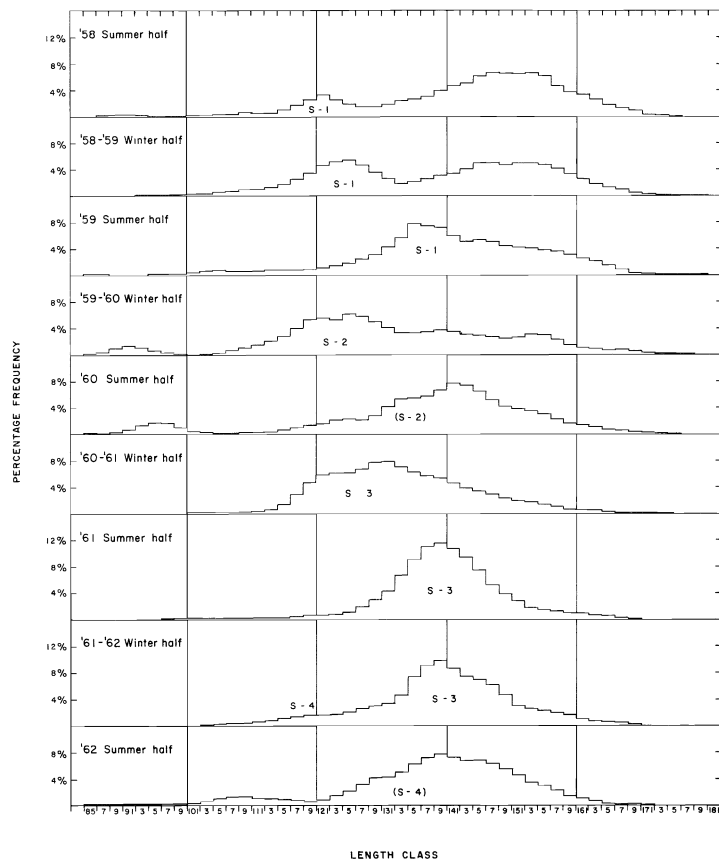


FIGURE 7b. Smoothed length-frequency distributions, in percentage, in the long-line catch south of the Equator by half-year ("summer" and "winter").

FIGURA 7b. Distribución suavizada de las frecuencias de longitud, en porcentaje, en la pesca con palangre al sur del ecuador por semestres ("verano" e "invierno").

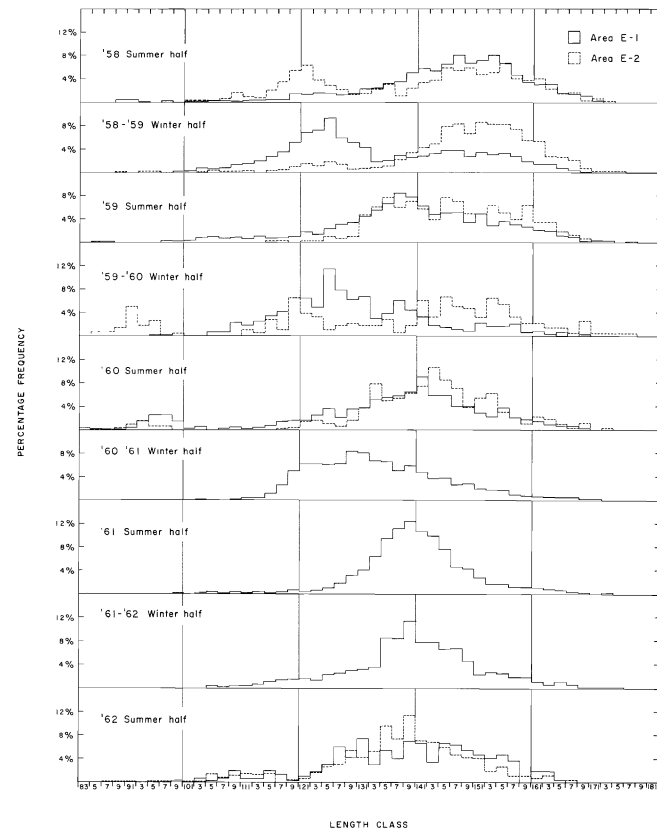


FIGURE 8. Length-frequency distributions, in percentage, in the long-line caught yellowfin from major area E-1 and E-2, "summer" and "winter".

FIGURA 8. Distribución de las frecuencias de longitud, en porcentajes, del atún aleta amarilla capturado con palangre en el área principal E-1 y en la E-2, "verano" e "invierno".

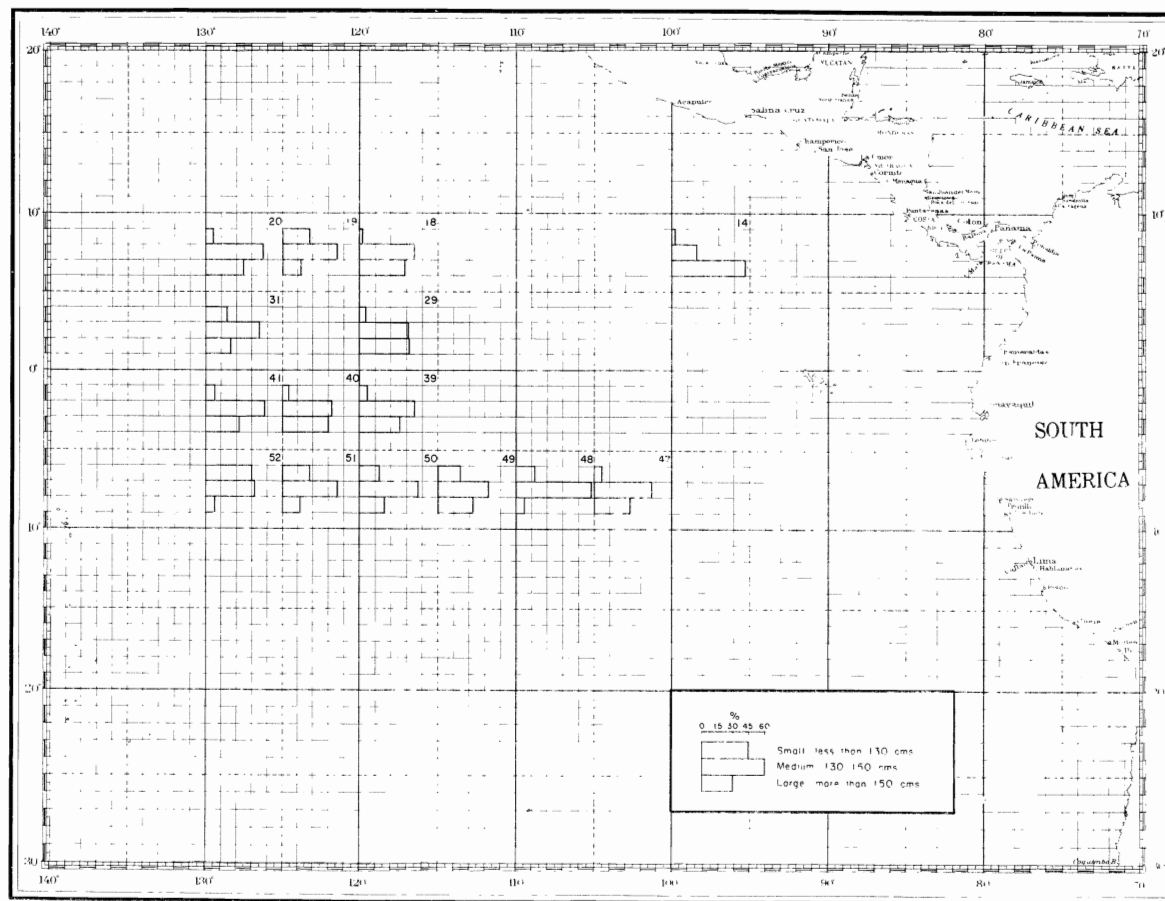


FIGURE 9a. Size-composition of long-line caught yellowfin for the period 2nd. quarter 1958 through 3rd. quarter 1960, by 5° squares and 3 fish-size categories ("summer").

FIGURA 9a. Composición de tamaños del atún aleta amarilla capturado con palangre, correspondiente al período del 2° trimestre de 1958 hasta el 3° trimestre de 1960, por cuadrados de 5° y en peces de tres categorías de tamaño ("verano").

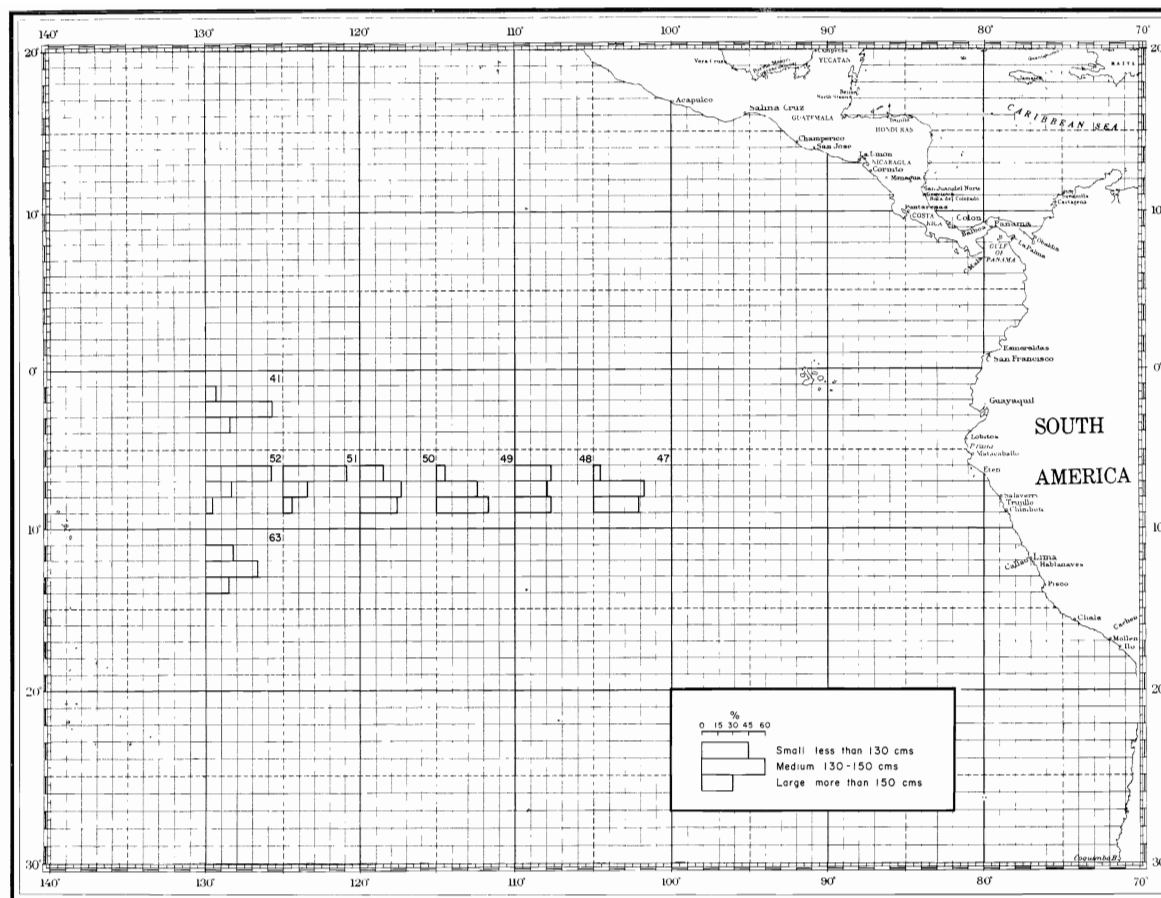


FIGURE 9b. Size-composition of long-line caught yellowfin for the period 2nd. quarter 1958 through 3rd. quarter 1960, by 5° squares and 3 fish-size categories ("winter").

FIGURA 9b. Composición de tamaños del atún aleta amarilla capturado con palangre, correspondiente al período del 2º trimestre de 1958 hasta el 3º trimestre de 1960, por cuadrados de 5° y en peces de tres categorías de tamaño ("invierno").

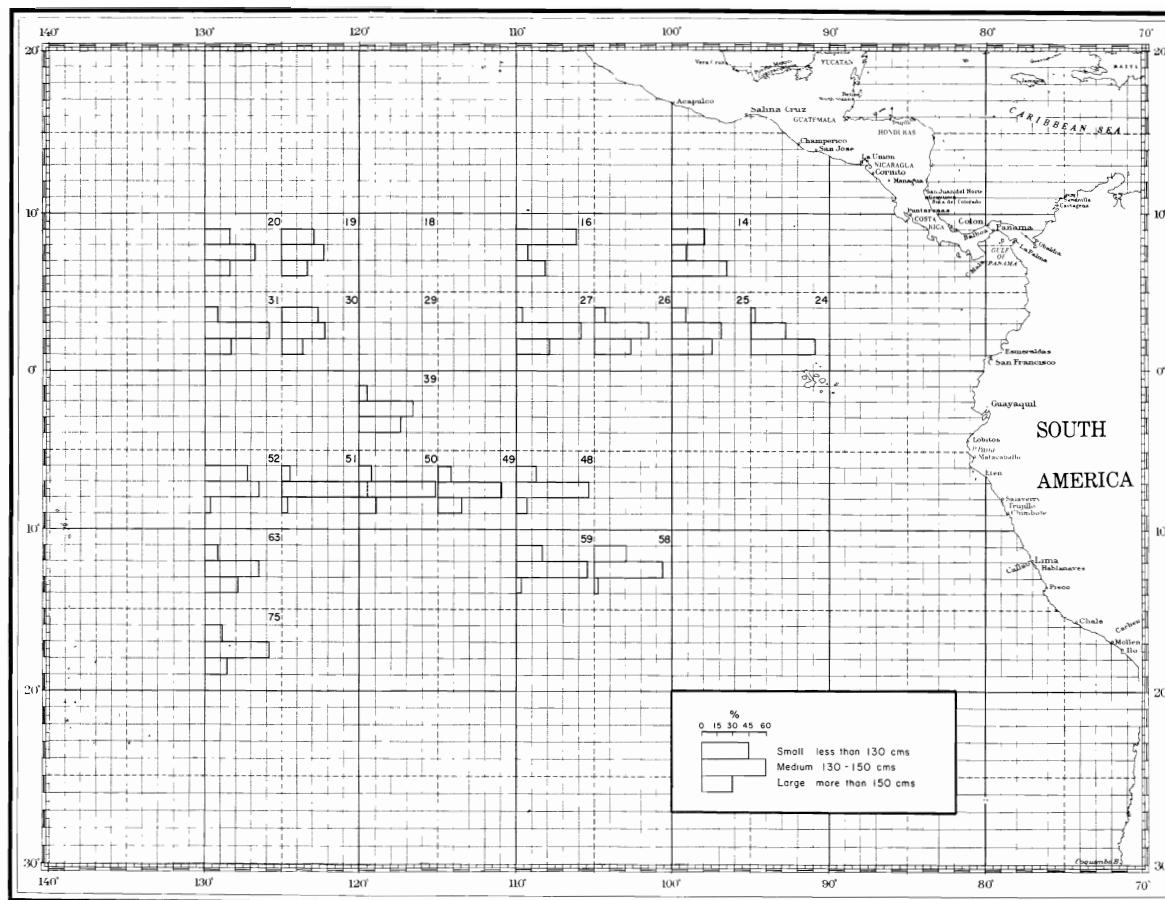


FIGURE 10a. Size-composition of long-line caught yellowfin for the period 4th quarter 1960 through 3rd. quarter 1962, by 5° squares and 3 fish-size categories ("summer").

FIGURA 10a. Composición de tamaños del atún aleta amarilla pescado con palangre, correspondiente al período del 4° trimestre de 1960 hasta el 3° trimestre de 1962, por cuadrados de 5° y en peces de tres categorías de tamaño ("verano").

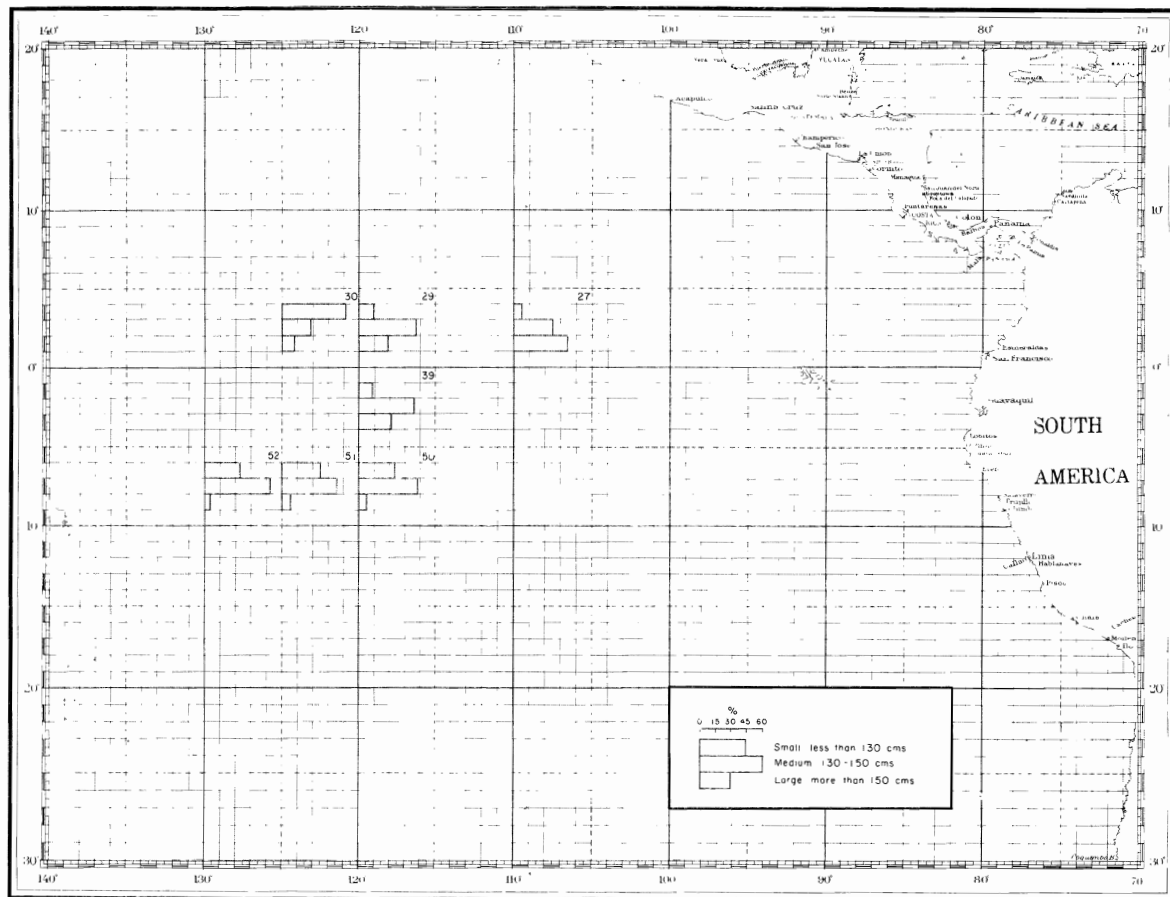


FIGURE 10b. Size-composition of long-line caught yellowfin for the period 4th quarter 1960 through 3rd. quarter 1962, by 5° squares and 3 fish-size categories ("winter").

FIGURA 10b. Composición de tamaños del atún aleta amarilla pescado con palangre, correspondiente al período del 4° trimestre de 1960 hasta el 3° trimestre de 1962, por cuadrados de 5° y en peces de tres categorías de tamaño ("invierno").

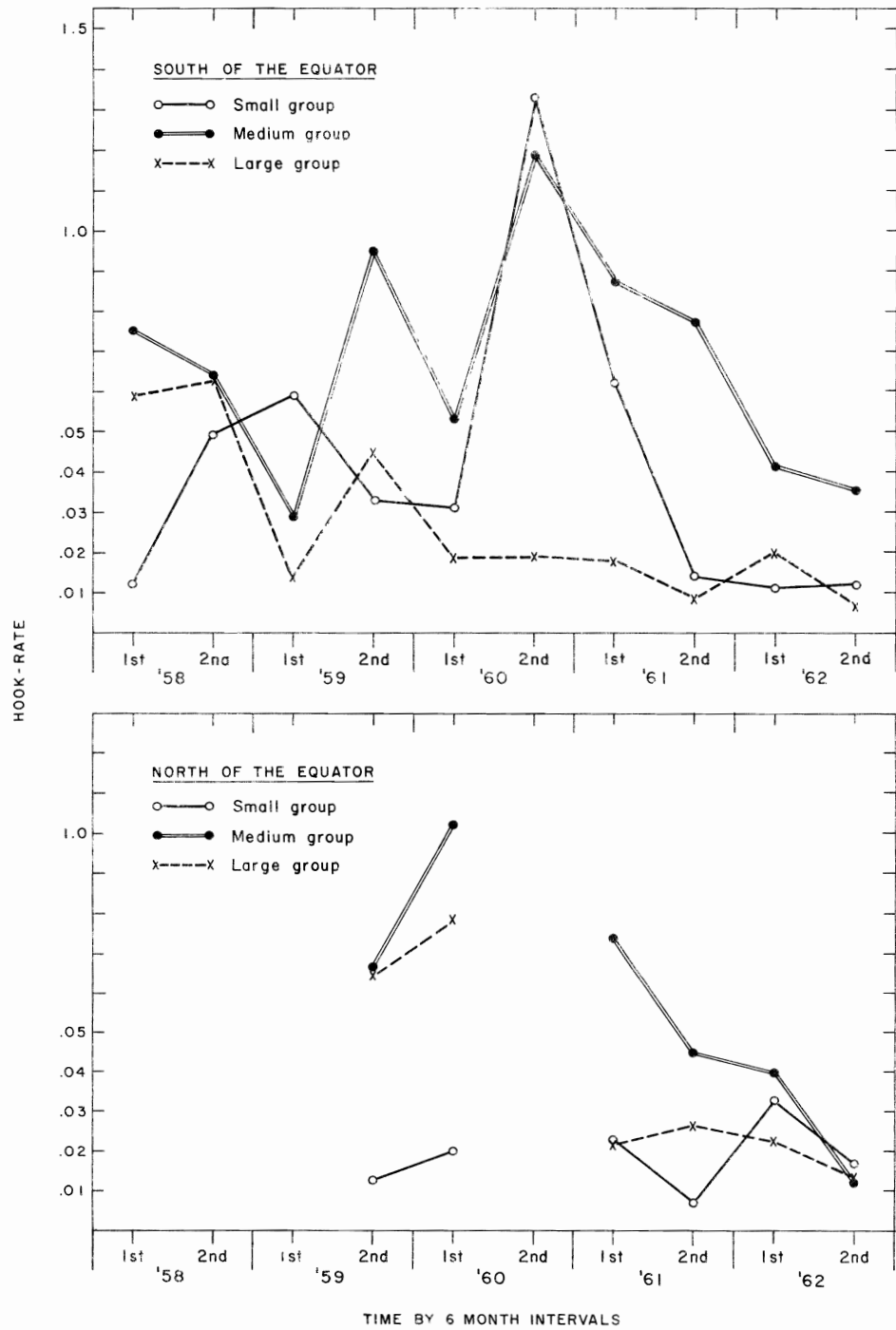


FIGURE 11. Temporal change in the hook rate of yellowfin by 3 fish-size categories.
 FIGURA 11. Cambio temporal en la tasa de captura por anzuelos del atún aleta amarilla, por categorías de tres tamaños.

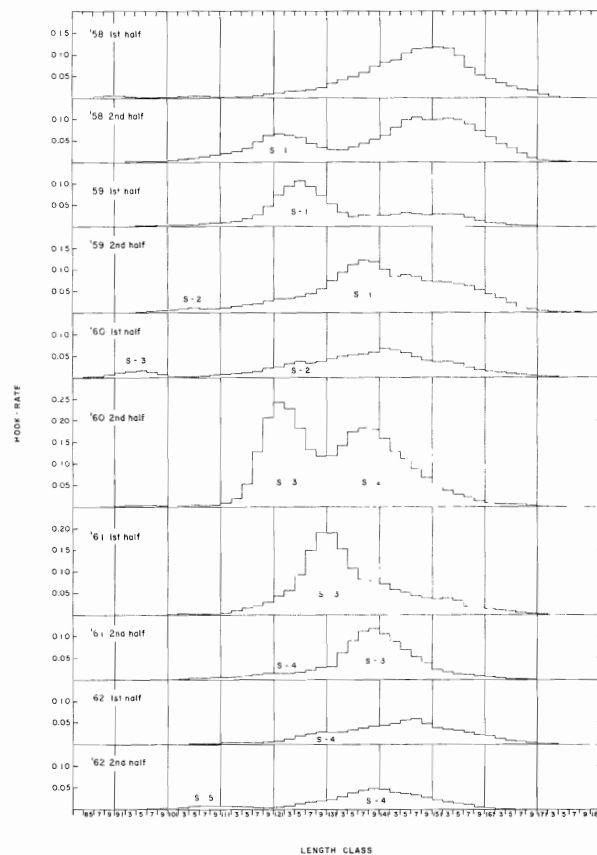


FIGURE 12a. Half-year's length-frequency distributions in long-line caught yellowfin weighted by hook rate (south of the Equator and east of 130°W).

FIGURA 12a. Distribución de las frecuencias de longitud por semestres, del atún aleta amarilla capturado con palangre, ponderado por la tasa de captura por anzuelos (al sur del ecuador y al este de los 130°W).

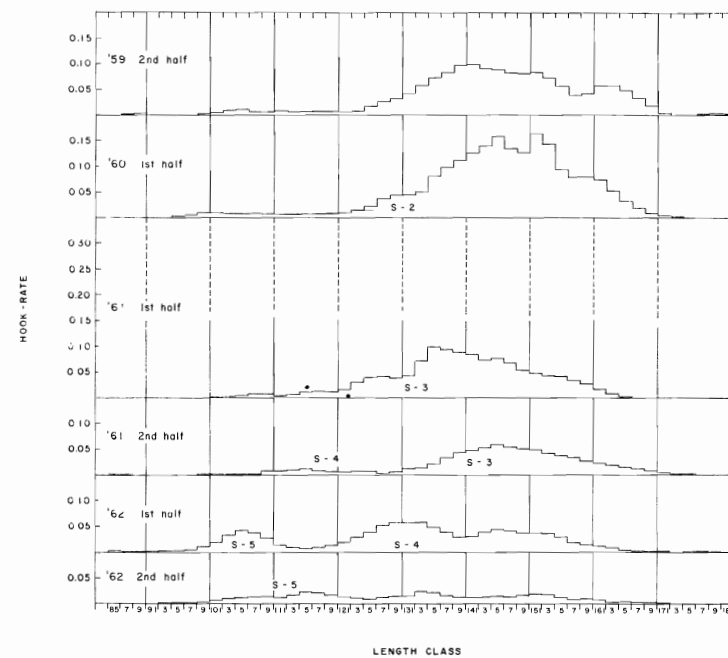


FIGURE 12b. Half-year's length-frequency distributions in long-line caught yellowfin weighted by hook rate (north of the Equator and east of 130°W).

FIGURA 12b. Distribución de las frecuencias de longitud por semestres, del atún aleta amarilla capturado con palangre, ponderado por la tasa de captura por anzuelos (al norte del ecuador y al este de los 130°W).

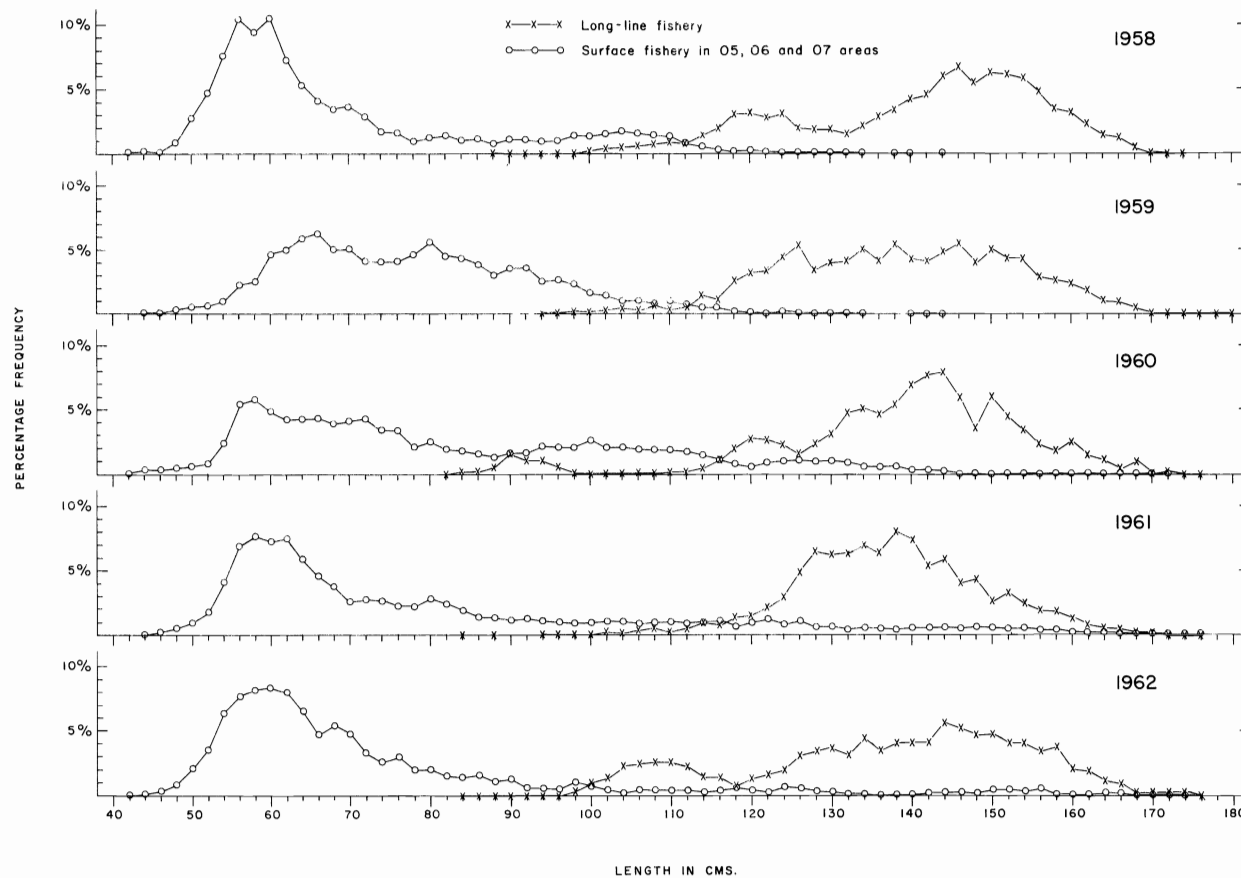


FIGURE 13. Comparison of percentage length-frequency distribution in the catch by the surface fishery in IATTC areas 05, 06 and 07 and by the long-line fishery east of 130°W.

FIGURA 13. Comparación del porcentaje de la distribución de las frecuencias de longitud en la captura por la pesquería de superficie en las áreas 05, 06 y 07 de la CIAT y en la captura por la pesquería con palangre al este de los 130°W.

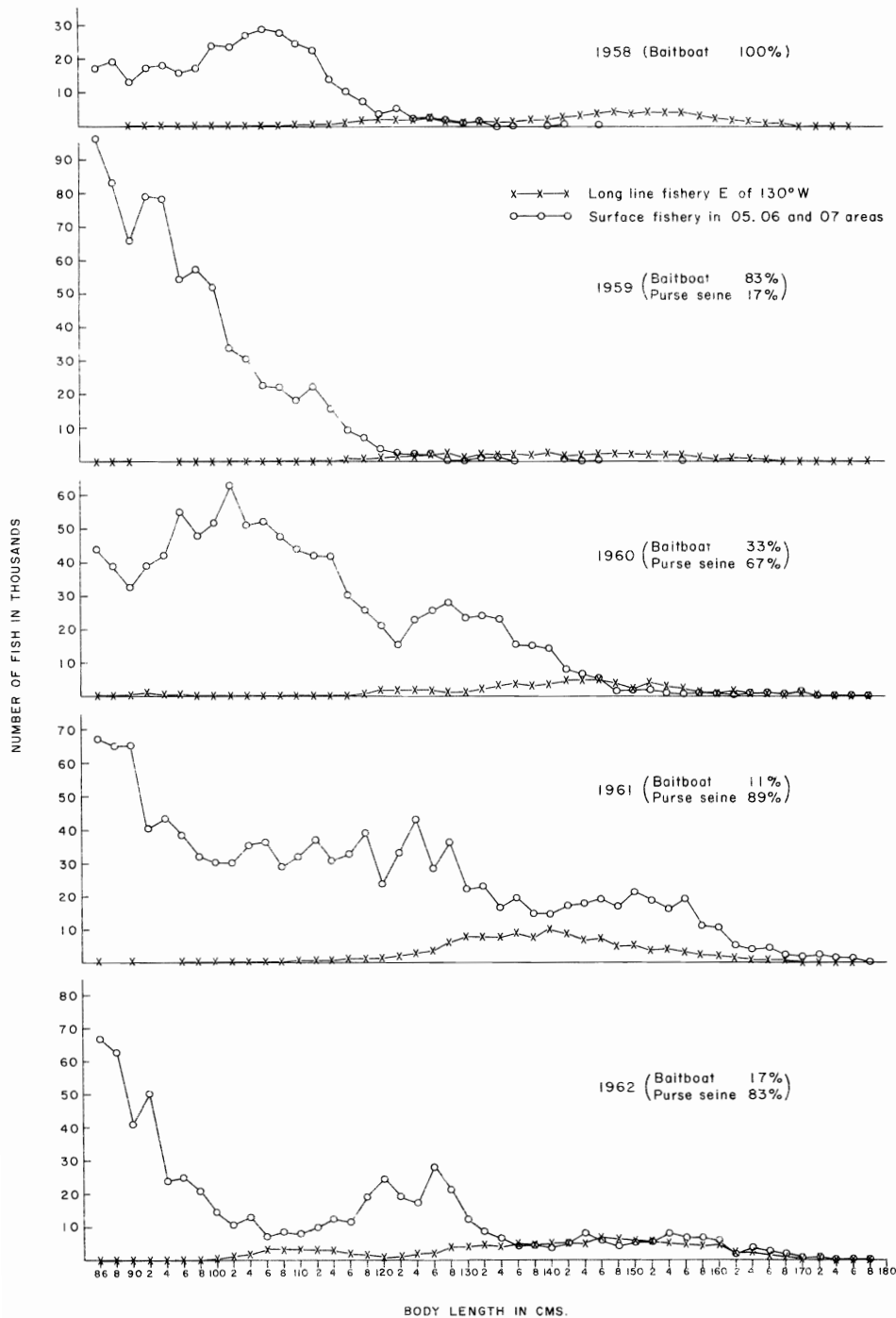


FIGURE 14. Comparison of estimated number of yellowfin caught, by size, by surface fisheries in IATTC areas 05, 06 and 07 and by the long-line fishery east of 130°W.

FIGURA 14. Comparación de las cantidades estimadas de atún aleta amarilla capturado, por tamaños por las pesquerías de superficie en las áreas 05, 06 y 07 de la CIAT y por la pesquería con palangre al este de los 130°W.

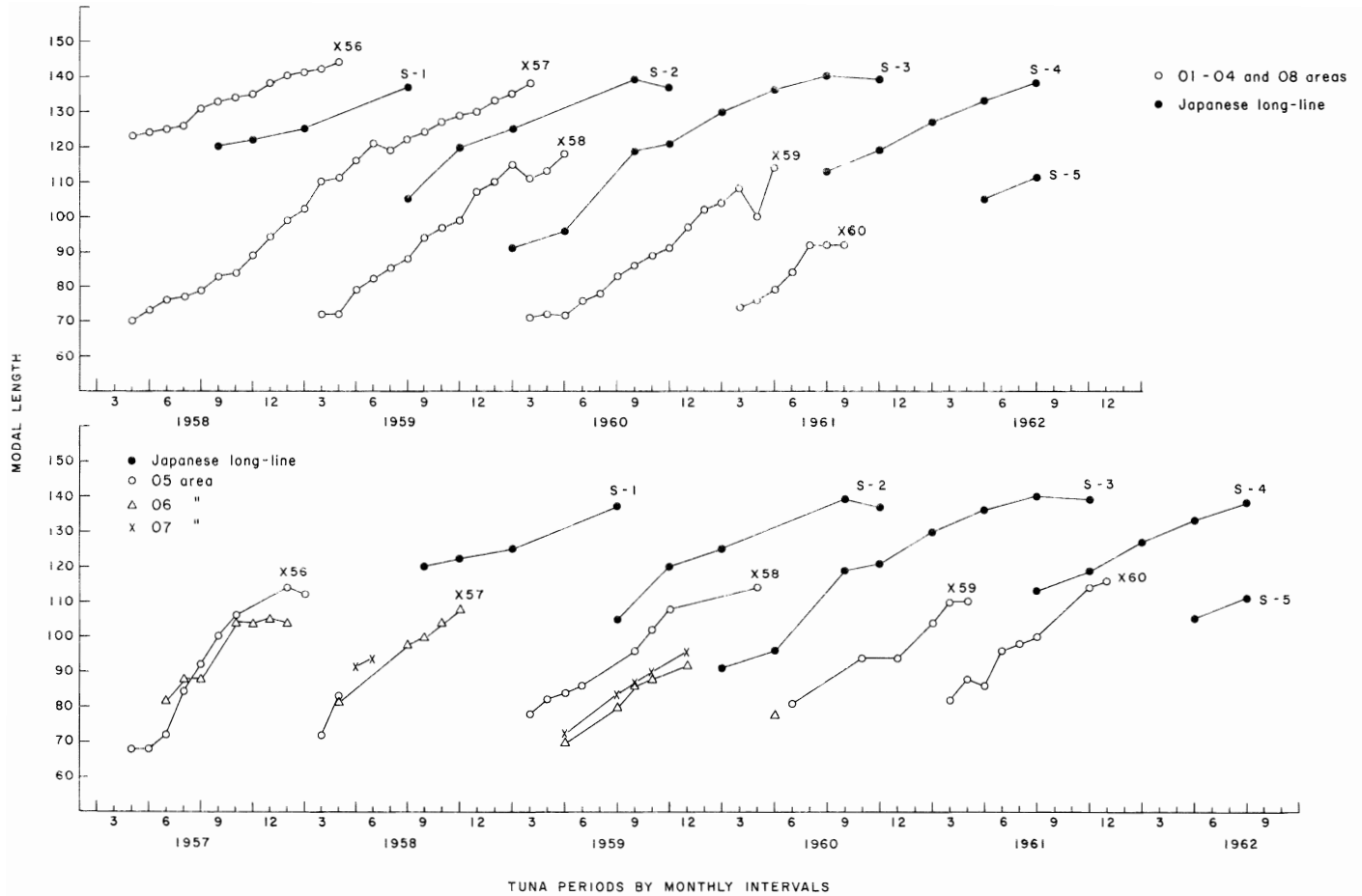


FIGURE 15. Comparison of modal progression of the S-series in the long-line catch and the X-series in the surface catch.
 FIGURA 15. Comparación de la progresión modal de la serie S, en la pesca con palangre, y la serie X en la pesca de superficie.

TABLE 1. Quarterly modal lengths in each year, derived from Figure 2c, in which modal lengths are shown by arrows

TABLA 1. Longitudes modales trimestrales en cada año, derivadas de la Figura 2c, en la cuál la longitud modal es indicada por medio de flechas

Year Año	Quarter Trimestre	Size group - Grupos de tamaño				
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5
1958	2					
	3 (Sep.)	120				
	4	122				
1959	1	125				
	2	—				
	3	137	105			
1960	4		120			
	1		125	91		
	2		—	96		
	3 (Sep.)		139	119		
1961	4		137	121		
	1			130		
	2			136		
				140	113	
1962	4			139	119	
	1				127	
	2				133	105
	3				138	111

TABLE 2. Comparison of modal lengths between males and females

TABLA 2. Comparación de las longitudes modales entre machos y hembras

Area	Season	Modal length		Difference of modal length
		male	female	
Area	Epoca	Longitud modal macho	Longitud modal hembra	Diferencia de la longitud modal
South of the equator Al sur del ecuador	1958, 2nd half 2ª parte	121.0	122.2	-1.2
	1959, 1st half 1ª parte	125.1	125.1	0.0
	1960, 1st half 1ª parte	94.1	95.5	-1.4
	1960, 2nd half 2ª parte	121.6	121.7	-0.1
	1961, 1st half 1ª parte	130.1	130.3	-0.2
	1962, 2nd half 2ª parte	139.2	138.4	+0.8
	1962, 1st half 1ª parte	105.2	105.4	-0.2

TABLE 3. Sex-ratio of yellowfin caught by the long-line fishery in the eastern tropical Pacific by 10 cm classes

TABLA 3. Proporción de sexos del atún aleta amarilla capturado por la pesquería con palangre en el Pacífico oriental tropical por clases de 10 cm

Length-class	Number of fish observed		Percent male	chi-square
	male	female		
- 89cm	21	12	63.6	2.455
91cm - 99cm	98	84	53.8	1.210
101cm - 109cm	311	243	56.1	8.347**
111cm - 119cm	834	588	58.6	42.557**
121cm - 129cm	1915	1479	56.4	56.009**
131cm - 139cm	2800	2595	51.9	7.790**
141cm - 149cm	3294	2618	55.7	77.296**
151cm - 159cm	2714	1162	70.0	621.441**
161cm - 169cm	1163	120	90.6	847.895**
171cm -	73	7	91.3	54.450**
Total	13223	8908	67.4	841.316**
Sub-total*	3950	1289	75.4	1351.578**

*Sub-total for fish over 150 cm
 Sub-total para peces de más de 150 cm

TABLE 4. Average weight, in kilograms, of the catch, by half-year, for each major area*

TABLA 4. Peso promedio de la captura, en kilogramos, por semestres, para cada área principal*

A: Average for each major area — Promedio para cada área principal

Season† Semestre †	E-1	E-2	S	N-1	N-2	N-3
1958 1st 1°	64.9					
2nd 2°	52.6	65.7	55.5			
1959 1st 1°	48.3					
2nd 2°	57.1	60.5		63.3	78.7	
1960 1st 1°	50.4	58.9		63.5		
2nd 2°	48.1					
1961 1st 1°	50.9			56.4		
2nd 2°	55.2			63.7	64.1	
1962 1st 1°	60.6	61.8		49.3		67.7
2nd 2°	55.6	51.1	58.9	49.2	52.7	63.1

TABLE 4. (Continued)

B: Average for areas south of the equator (E-1, E-2 and S combined) and north of the equator (N-1, N-2 and N-3 combined)
 Promedio para las áreas al sur del ecuador (E-1, E-2 y S combinados) y al norte del ecuador (N-1, N-2 y N-3 combinados)

B-1: For 1st and 2nd half of a year — para el 1º y 2º semestres de un año.

Season† Semestre‡	South of the equator Al sur del ecuador	North of the equator Al norte del ecuador
1958 1st 1º	64.9	
2nd 2º	59.7	
1959 1st 1º	48.3	
2nd 2º	58.1	68.0
1960 1st 1º	53.2	63.5
2nd 2º	48.1	
1961 1st 1º	50.9	56.4
2nd 2º	55.3	63.9
1962 1st 1º	60.8	53.2
2nd 2º	53.7	53.6

B-2: For the summer and winter half of a year
 Para los semestres de verano e invierno de un año

Season† Semestre‡	South of the equator Al sur del ecuador	North of the equator Al norte del ecuador
1958 Summ. - Verano	63.8	
1958-59 Wint. - Invierno	57.9	
1959 Summ. - Verano	60.1	68.0
1959-60 Wint. - Invierno	50.4	
1960 Summ. - Verano	56.3	63.5
1960-61 Wint. - Invierno	50.5	
1961 Summ. - Verano	57.6	63.6
1961-62 Wint. - Invierno	57.2	54.0
1962 Summ. - Verano	56.5	50.8

C: Average values for whole year and all major areas combined
 Valores promedio para todo el año y todas las áreas principales combinadas

1958	60.5
1959	57.1
1960	57.0
1961	55.2
1962	55.6

*Weights are for whole fish, not gilled or gutted.
 Los pesos corresponden a pescados enteros, no deviscerado o debranquiado.

†1st half-year is January-June; 2nd half year is July-December.
 El primer semestre comprende de enero a junio; el segundo semestre de julio a diciembre.

'Summer' is April-September; 'winter' is October-March
 "Verano" comprende de abril a septiembre; "invierno" de octubre a marzo.

TABLE 5. Percentage and hook-rate of large, medium and small categories* for each half year, by areas

TABLA 5. Porcentaje y tasa de captura por anzuelo de peces categorizados como grandes, medianos y pequeños* para cada semestre, por áreas

I: For 1st and 2nd half — Para el 1º y 2º semestres

I-A: For regions north of the equator (N-1, N-2 and N-3 combined) and south of the equator (E-1, E-2 and S combined)
Para regiones al norte del ecuador (N-1, N-2 y N-3 combinadas) y al sur del ecuador (E-1, E-2 y S combinadas)

I-A-a: Percentage of each category of fish size
Porcentaje de cada categoría de tamaño del pez

Season	North of the equator			South of the equator		
	S	M	L	S	M	L
Semestre	Al norte del ecuador			Al sur del ecuador		
	P	M	G	P	M	G
1958 1st 1º				8.3	51.3	40.4
2nd 2º				28.1	36.1	35.9
1959 1st 1º				57.1	28.9	14.0
2nd 2º	8.8	45.7	45.5	19.2	54.7	26.2
1960 1st 1º	9.8	50.7	39.5	30.2	51.1	18.7
2nd 2º				46.6	46.9	6.6
1961 1st 1º	19.4	62.4	18.2	37.0	52.3	10.7
2nd 2º	8.5	56.7	34.8	14.0	77.3	8.7
1962 1st 1º	34.5	41.5	24.1	15.5	56.6	27.9
2nd 2º	40.3	28.7	31.0	22.5	64.0	13.5

I-A-b: Hook-rate of each category of fish size
Tasa de captura por anzuelo de cada categoría de tamaño del pez

Season	North of the equator				South of the equator			
	S	M	L	Total	S	M	L	Total
Semestre	Al norte del ecuador				Al sur del ecuador			
	P	M	G	Total	P	M	G	Total
1958 1st 1º					0.12	0.75	0.59	1.46
2nd 2º					0.49	0.64	0.63	1.76
1959 1st 1º					0.59	0.29	0.14	1.01
2nd 2º	0.13	0.67	0.66	1.46	0.33	0.95	0.45	1.73
1960 1st 1º	0.20	1.02	0.79	2.01	0.31	0.53	0.19	1.03
2nd 2º					1.33	1.34	0.19	2.86
1961 1st 1º	0.23	0.74	0.22	1.19	0.62	0.87	0.18	1.67
2nd 2º	0.07	0.45	0.27	0.79	0.14	0.77	0.09	1.00
1962 1st 1º	0.33	0.40	0.23	0.97	0.11	0.41	0.20	0.73
2nd 2º	0.17	0.12	0.13	0.42	0.12	0.35	0.07	0.54

TABLE 5. (Continued)

I-B: By major area — Por área principal

I-B-a: Percentage and hook-rate of each size-category of fish for major area N-1
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo de cada categoría de tamaño de pez para el área principal N-1

Season	S	Percentage M	L	S	Hook-rate M	L	Total
Semestre	P	Porcentaje M	G	P	Tasa de captura por anzuelo M	G	Total
1959 2nd 2°	10.5	54.6	34.9	0.15	0.79	0.51	1.45
1960 1st 1°	9.8	50.7	39.5	0.20	1.02	0.79	2.01
2nd 2°							
1961 1st 1°	19.4	62.4	18.2	0.23	0.76	0.22	1.21
2nd 2°	11.1	52.1	36.8	0.08	0.39	0.27	0.74
1962 1st 1°	41.7	42.0	16.3	0.42	0.42	0.16	1.01
2nd 2°	44.0	36.5	19.5	0.20	0.16	0.09	0.45

I-B-b: Percentage and hook-rate of each size-category of fish for major area E-1
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo de cada categoría de tamaño de pez por el área principal E-1

Season	S	Percentage M	L	S	Hook-rate M	L	Total
Semestre	P	Porcentaje M	G	P	Tasa de captura por anzuelo M	G	Total
1958 1st 1°	8.3	51.3	40.4	0.12	0.75	0.59	1.47
2nd 2°	44.6	32.1	23.3	0.71	0.51	0.37	1.59
1959 1st 1°	57.8	28.2	14.0	0.60	0.29	0.15	1.04
2nd 2°	20.0	56.6	23.4	0.34	0.96	0.40	1.70
1960 1st 1°	38.2	47.2	14.6	0.39	0.49	0.15	1.03
2nd 2°	46.6	46.9	6.6	1.11	1.12	0.16	2.38
1961 1st 1°	37.0	52.3	10.7	0.66	0.92	0.19	1.77
2nd 2°	14.0	77.3	8.7	0.13	0.70	0.08	0.90
1962 1st 1°	17.2	54.6	28.3	0.14	0.43	0.22	0.79
2nd 2°	19.9	61.6	18.5	0.16	0.49	0.15	0.79

I-B-c: Percentage and hook-rate of each size-category of fish for major area E-2
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo de cada categoría de tamaño de pez para el área principal E-2

Season	S	Percentage M	L	S	Hook-rate M	L	Total
Semestre	P	Porcentaje M	G	P	Tasa de captura por anzuelo M	G	Total
1958 2nd 2°	14.9	38.1	47.0	0.31	0.79	0.98	2.08
1959 1st 1°	26.7	60.0	13.3	0.24	0.54	0.12	0.90
2nd 2°	17.5	49.7	32.9	0.32	0.90	0.60	1.81
1960 1st 1°	14.1	58.9	27.0	0.20	0.82	0.38	1.40
2nd 2°							
1961 1st 1°							
2nd 2°							
1962 1st 1°	7.9	65.8	26.2	0.07	0.57	0.23	0.86
2nd 2°	26.2	66.4	7.4	0.14	0.36	0.04	0.54

TABLE 5. (Continued)

II: For summer and winter half — Para los semestres del verano e invierno
II-A: For region north of the equator (areas N-1, N-2 and N-3) and south of the equator (areas E-1, E-2 and S)
 Para la región al norte del ecuador (áreas N-1, N-2 y N-3) y al sur del ecuador (áreas E-1, E-2 y S)

II-A-a: Percentage of each fish size-category
 Porcentaje de cada categoría de tamaño de pez

Season	North of the equator			South of the equator		
	S	M	L	S	M	L
Semestre	Al norte del ecuador			Al sur del ecuador		
	P	M	G	P	M	G
1958 S V				18.7	43.4	37.9
1958-59 W I				36.3	34.2	29.5
1959 S V	8.6	45.9	45.5	16.2	57.3	26.5
1959-60 W I				50.2	32.7	17.1
1960 S V	9.7	50.5	39.8	23.0	58.5	18.5
1960-61 W I				42.5	49.0	8.5
1961 S V	8.9	59.1	32.0	9.6	79.7	10.7
1961-62 W I	36.1	39.1	24.8	17.6	68.2	14.2
1962 S V	35.2	36.9	27.9	21.0	62.4	16.6

II-A-b: Hook-rate by fish size-category
 Tasa de captura por anzuelo por categoría de tamaño de pez

Season	North of the equator			Total	South of the equator			Total
	S	M	L		S	M	L	
Semestre	Al norte del ecuador			Total	Al sur del ecuador			
	P	M	G		P	M	G	
1958 S V					0.31	0.72	0.63	1.67
1958-59 W I					0.50	0.47	0.41	1.38
1959 S V	0.18	0.95	0.94	2.07	0.25	0.88	0.41	1.54
1959-60 W I					0.56	0.36	0.19	1.11
1960 S V	0.14	0.73	0.57	1.44	0.39	0.99	0.31	1.69
1960-61 W I					0.90	1.04	0.18	2.12
1961 S V	0.10	0.65	0.35	1.10	0.14	1.14	0.15	1.43
1961-62 W I	0.25	0.27	0.17	0.70	0.14	0.55	0.12	0.81
1962 S V	0.27	0.28	0.21	0.77	0.13	0.37	0.10	0.60

II-B: By major area — Por área principal

II-B-a: Percentage and hook-rate by fish size-category for major area N-1
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo por categoría de tamaño de pez para el área principal N-1

Season	S	Percentage		S	Hook-rate		Total
		M	L		M	L	
Semestre	P	Porcentaje		Tasa de captura por anzuelo	Tasa de captura por anzuelo		
		M	G		P	M	G
1958-59 W I	10.3	54.8	34.9	0.22	1.18	0.75	2.15
1959 S V							
1959-60 W I							
1960 S V	9.9	50.6	39.5	0.14	0.73	0.57	1.44
1960-61 W I							
1961 S V	13.0	54.2	32.8	0.15	0.61	0.37	1.12
1961-62 W I	43.7	38.9	17.4	0.40	0.35	0.16	0.91
1962 S V	40.4	41.7	17.9	0.34	0.35	0.15	0.85

TABLE 5. (Continued)

II-B-b: Percentage and hook-rate by fish size-category for major area E-1
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo por categoría de tamaño de pez para el área mayor E-1

Season		S	Percentage M	L	S	Hook-rate M	L	Total
Semestre		P	Porcentaje M	G	P	Tasa de captura por anzuelo M	G	Total
1958	S V	11.6	48.5	39.9	0.18	0.74	0.61	1.52
1958-59	W I	52.6	29.7	17.7	0.69	0.39	0.23	1.32
1959	S V	19.9	56.7	23.4	0.27	0.78	0.32	1.37
1959-60	W I	58.5	32.0	9.5	0.68	0.37	0.11	1.16
1960	S V	28.5	55.6	15.9	0.34	0.67	0.19	1.20
1960-61	W I	42.5	49.0	8.5	0.87	1.00	0.17	2.04
1961	S V	9.6	79.7	10.7	0.12	0.99	0.13	1.24
1961-62	W I	17.6	68.2	14.2	0.14	0.55	0.11	0.80
1962	S V	24.9	54.7	20.4	0.12	0.27	0.10	0.49

II-B-c: Percentage and hook-rate by fish size-category for major area E-2
 Porcentaje y tasa de captura por anzuelo por categoría de tamaño de pez para el área principal E-2

Season		S	Percentage M	L	S	Hook-rate M	L	Total
Semestre		P	Porcentaje M	G	P	Tasa de captura por anzuelo M	G	Total
1958	S V	32.0	34.0	34.0	0.60	0.64	0.64	1.89
1958-59	W I	8.9	40.0	51.1	0.14	0.65	0.83	1.62
1959	S V	4.1	59.3	36.6	0.08	1.14	0.71	1.93
1959-60	W I	36.3	34.1	29.6	0.46	0.44	0.38	1.28
1960	S V	11.1	65.0	23.9	0.26	1.51	0.55	2.32
1960-61	W I							
1961	S V							
1961-62	W I							
1962	S V	21.2	66.2	12.6	0.16	0.50	0.10	0.76

*Small—below 130 cm
 Medium—130-150 cm
 Large—over 150 cm

*Pequeño—menos de 130 cm
 Mediano—130-150 cm
 Grande—más de 150 cm

TABLE 6. Comparison between estimated number (in thousands) of yellowfin caught in IATTC areas 05, 06 and 07 by the surface fishery, and caught in the whole area east of 130°W by the long-line fishery

TABLA 6. Comparación entre el número estimado de atunes aleta amarilla (en miles) capturados por la pesquería de superficie en las áreas 05, 06 y 07 de la CIAT, y el número capturado en toda el área al oriente de los 130°W por la pesquería de palangre

Length Longitud	1958		1959		1960		1961		1962	
	S. F.	L. F.	S. F.	L. F.	S. F.	L. F.	S. F.	L. F.	S. F.	L. F.
	P. S.	P. P.	P. S.	P. P.	P. S.	P. P.	P. S.	P. P.	P. S.	P. P.
41- 50	16.9		4.9		23.5		13.9		62.9	
51- 60	574.3		142.2		362.7		754.6		1,025.5	
61- 70	501.5		585.1		527.2		1,026.8		1,867.3	
71- 80	172.6		488.0		418.9		442.1		740.2	
81- 90	91.1	0.1	465.9		222.1	0.6	380.1		332.8	0.2
91-100	91.6	0.2	321.0	0.1	234.4	2.9	183.2		132.3	0.7
101-110	130.8	1.5	126.4	0.7	256.9	0.4	162.5	1.2	45.2	11.8
111-120	56.9	5.7	56.7	2.5	159.7	2.7	163.1	4.8	74.4	10.1
121-130	11.7	8.6	7.3	7.9	112.1	7.7	162.7	21.7	94.3	13.6
131-140	1.9	8.1	2.7	9.2	90.9	15.3	87.8	40.9	25.3	22.8
141-150	0.8	17.9	0.5	9.2	21.9	20.4	92.2	32.6	26.3	28.0
151-160		17.6	0.2	7.8	3.9	11.9	75.0	14.9	29.9	24.1
161-170		5.9		2.6	3.4	4.1	16.3	3.9	9.5	7.5
171-180		0.2		0.1	0.4	0.3	4.3	0.3	0.9	1.0
TOTAL	1,650	66	2,201	40	2,438	66	3,564	120	4,467	120

**COMPOSICION DE TAMAÑOS DEL ATUN ALETA AMARILLA
CAPTURADO EN LA PESCA PALANGRERA JAPONESA EN EL
PACIFICO ORIENTAL TROPICAL, AL ESTE DE LOS 130°W¹**

por

Akira Suda^{2 3} y Milner B. Schaefer²

INTRODUCCION

La flota de largo alcance de barcos palangreros japoneses, que había estado dedicada a la pesca por algunos años al oeste del Océano Pacífico, comenzó a pescar en el Pacífico oriental a fines de 1956 y principios de 1957, hacia el este de los 130°W de longitud, cerca del margen occidental de esta región. La pesquería se extendió con bastante rapidez hacia el este durante 1962.

En la primavera de 1963, el autor principal, quien es miembro del personal del Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Fisheries Agency del gobierno japonés, vino al Institute of Marine Resources de la Universidad de California en calidad de investigador visitante y trajo consigo datos estadísticos de las capturas de la pesquería en el Pacífico oriental, que habían sido recolectados en el Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (NRFRL) hasta septiembre de 1962, con el fin de hacer estudios de esos datos en colaboración con el coautor y con investigadores de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. Una revisión general de la pesquería con palangre, basada sobre las estadísticas de captura de la flota pesquera comercial, ha sido publicada por Suda y Schaefer (1965). En este trabajo presentamos un análisis de los datos correspondientes a la composición de tamaños del atún aleta amarilla capturado con equipo palangrero en todo el Pacífico oriental, entre 1958 y 1962, y hacemos algunas comparaciones con los datos sobre la composición de tamaños del atún aleta amarilla cogido en la pesquería superficial cercana, por barcos de carnada y rederos en aguas adyacentes a la costa americana. Como ha sido demostrado por Suda y Schaefer (1965) la pesquería con palangre en el Pacífico oriental tiene como principal objeto la captura del atún ojo grande. Sin embargo, considerables cantidades de atún aleta amarilla son capturadas también por este equipo y, además, hay también considerables capturas de albacora y de diversas especies de peces-espada en algunas partes de la región que abarca esta pesquería. La información respecto a las tasas de captura del atún aleta amarilla, y la relativa a la composición de tamaños del stock de esta especie que explota la pesquería con palangre, es de particular interés, a causa de que la población de atún aleta amarilla

¹ Esta investigación fue sufragada por la Comisión de Energía Atómica—Contrato No. AT(11-1)-34, Proyecto 99.

² Institute of Marine Resources, Universidad de California en San Diego, La Jolla, California.

³ Dirección actual: Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, Kochi, Japón.

del Pacífico oriental es también objeto de una pesca intensiva por barcos de carnada y rederos que capturan esta especie, junto con el barrilete, cerca de la superficie a lo largo de la costa de las Américas y alrededor de las islas mar afuera, en la región desde California hasta el norte de Chile.

Reconocimiento

Deseamos expresar nuestra gratitud al Dr. H. Nakamura, Director del Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, quién gentilmente hizo los arreglos en virtud de los cuales se permitió al autor principal asociarse al personal del Institute of Marine Resources como científico visitante, y con cuyo permiso se utilizaron los datos recolectados por el personal del NRFRL, que son empleados en este estudio. Las investigaciones recibieron también el decidido apoyo del Dr. J. L. Kask, quien reemplazó al coautor como Director de Investigaciones de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, en septiembre de 1963. Varios miembros del personal de la CIAT proporcionaron valiosa ayuda en la coordinación de los datos, especialmente los Señores C. J. Orange y E. B. Davidoff. El Sr. Davidoff, entre otras colaboraciones, prestó inestimable ayuda en el uso de los programas de computación para el análisis de los datos de las frecuencias de tamaño de la pesquería con palangre, y proporcionó datos sobre las frecuencias de tamaño de la pesquería de superficie del Pacífico oriental.

Investigaciones anteriores

Algunos de los estudios iniciales sobre la composición de tamaños de las capturas con palangre de atún aleta amarilla, fueron realizados en sectores de nuestra área de investigación, por Murphy y Shomura (1953, 1955) basados sobre la pesca experimental con palangre del Pacific Oceanic Fishery Investigations del U.S. Bureau of Commercial Fisheries, efectuada en 1952. Datos adicionales de las operaciones de pesca experimental realizadas por POFI han sido analizados por Iversen y Yoshida (1956). El California Department of Fish and Game en cooperación con la Comisión Interamericana del Atún Tropical, efectuó cruceros exploratorios de la pesca con palangre en el área al este de los 110°W, en 1953, 1955 y 1956; los resultados fueron examinados por Wilson y Shimada (1955) y por Kenneth y Jow (1960). Los primeros análisis de la composición de tamaños de las capturas comerciales con palangre, fueron hechos por Yabuta y Yukinawa (1958), quienes se fundamentaron en la información derivada del examen de las pescas comerciales descargadas en los mercados japoneses de pescado, hasta 1957. Un examen más detallado que comprende una amplia área del Pacífico oriental, central y occidental, ha sido hecho por Kamimura y Honma (1963), sobre la composición de tamaños del atún aleta amarilla proveniente de las capturas con palangre.

RECOLECCION Y COORDINACION DE LOS DATOS

Muchos de los atunes aleta amarilla pescados con palangre en nuestra área de investigación (el Pacífico oriental, al este de los 130°W) son de

gran tamaño, y más del 50 por ciento de los peces son destazados a bordo de los barcos pesqueros y reducidos a filetes (Suda y Schaefer 1965); se tiende a filetear los peces más grandes, y se descargan enteros los pequeños o solamente habiéndoles sacado las agallas y las vísceras. Con este procedimiento, la composición de tamaños de los peces no fileteados que los barcos comerciales descargan en los mercados japoneses de pescado, no es representativa de la captura original de las localidades de pesca. En consecuencia, para obtener muestras representativas de la composición de tamaños del atún en las capturas hechas por el sistema comercial de palangre, ha sido necesario efectuar arreglos para conseguir dichas muestras en las localidades de pesca.

Para obtener información sobre la composición de tamaños de las capturas y otros datos biológicos requeridos como base para una administración científica de las pesquerías de atún, se ha desarrollado a partir de 1957, un programa de cooperación, entre el Japan Fishery Agency, la Association of Prefectural Governmental Experimental Boats, y la Association of Prefectural Governmental Training Boats. Bajo este arreglo, hombres a bordo de los barcos experimentales y de entrenamiento recopilan datos científicos detallados, de acuerdo a un programa planeado por el NRFRL y aprobado por los miembros de una Conferencia para la Investigación del Atún, que se efectúa cada año bajo los auspicios del Fishery Agency. Los datos de la composición de tamaños analizados en el presente estudio fueron recolectados como parte de ese programa. Los datos fueron recopilados en el Pacífico oriental tropical por varios barcos grandes experimentales durante 1958 y posteriormente. Dichos barcos son: *Boso-maru*, *Daijuji-maru*, *Iwaki-maru*, *Iwate-maru*, *Nachi-maru*, *Sagami-maru*, y *Taisei-maru*. Los datos originales fueron tabulados y verificados por el personal del NRFRL, y fueron puestos gentilmente a nuestra disposición por el Director, para nuestro estudio.

Otros datos con respecto a la composición de tamaños de las capturas hechas por los barcos de carnada y rederos en la pesquería cerca a la superficie en aguas costeras, fueron recolectados para el programa de mediciones en los mercados de la Comisión Interamericana del Atún Tropical. La recolección, compilación y coordinación de estos datos han sido descritas por Davidoff (1963).

Los registros de la composición de tamaños de las capturas con palangre hechas por los barcos pesqueros de experimentación fueron obtenidos de la siguiente manera: La longitud de horquilla de todos los atunes aleta amarilla capturados por lances individuales de palangre, fue medida por medio de calibradores de cálculo y registrada en centímetros; la fracción de centímetro se aproximó al centímetro inmediatamente superior. El sexo se determinó mediante el examen de las gónadas. Las frecuencias de longitud fueron tabuladas en cada lance palangrero, por

sexos y por clases de longitud de 2 cm. La forma para reportes que proporcionó el NRFRL a los barcos pesqueros solo provee entradas para un margen de longitudes entre los 83 cm (de la clase de 82 cm a la de 84 cm) y los 183 cm (de la clase de 182 cm a la de 184 cm). Los peces con una longitud fuera de ese margen fueron algunas veces registrados por su longitud individual, pero en otros casos solamente se anotó el número de peces menores de 82 cm y el número de peces de más de 184 cm. Por lo tanto, en este análisis hemos eliminado los datos referentes a peces con una longitud menor de 82 cm y mayor de 184 cm. Como se demostrará luego, el porcentaje de peces así eliminado es pequeño, y la influencia de esta eliminación en los análisis se considera insignificante.

Los datos disponibles para este estudio corresponden al período comprendido desde enero de 1958 a septiembre de 1962. Estos datos provienen de 870 operaciones con palangre efectuadas por los barcos experimentales, las que dieron las siguientes cifras de peces, tabuladas para el primero y segundo semestre de cada año *áreas principales*. (Las áreas principales de pesca son las mismas empleadas por Suda y Schaefer (1965) y sus límites se exhiben en la Figura 1.)

Semestres	Áreas Principales						
	N-1	N-2	N-3	E-1	E-2	E-3	S
1958 1 ^{er}				805			
2 ^{do}				1,669	2,094		176
1959 1 ^{er}				1,277	30		
2 ^{do}	507	218		1,201	441		10
1960 1 ^{er}	772			1,257	623		
2 ^{do}				1,539			
1961 1 ^{er}	242			1,313			
2 ^{do}	828	714		3,133			
1962 1 ^{er}	681		184	927	202		
2 ^{do}	277	175	144	151	530		231
TOTAL	3,307	1,107	328	13,272	3,920	0	417

El noventa por ciento de los peces fue registrado por sexos. Fueron eliminados, como se anotó antes, 21 peces con menos de 82 cm de longitud y 2 peces con más de 184 cm de longitud. Las frecuencias de longitud, por clases de 2 centímetros, fueron combinadas para cada sexo individualmente y para ambos sexos en conjunto, por cada trimestre del año y por áreas geográficas de 5° de longitud por 5° de latitud (que en adelante serán llamadas "cuadrados de 5°"). Estos datos fueron anotados en tarjetas perforadas, recombinados en grupos de tiempo y área más grandes, y analizados de diversos modos con el empleo de una máquina eléctrica de contabilidad y del computador electrónico de la Universidad de California en San Diego. Para ciertos análisis tuvimos necesidad de las estimaciones del peso promedio de los peces en la pesca, por áreas principales y períodos de seis meses, así como para conjuntos mayores. El promedio de los pesos

en cada área principal y período de seis meses (Tabla 4) fue computado según la muestra combinada frecuencia-longitud correspondiente al área mayor y al intervalo de seis meses, con el empleo de la relación longitud-peso para el atún aleta amarilla, de Chatwin (1959), por el método de Hennemuth (1961). Para obtener el peso promedio correspondiente a la pesca, de una combinación de estos estratos (áreas principales y períodos de seis meses), los pesos medios de los diversos estratos fueron promediados ponderando cada uno por el número de peces obtenido en la pesca de dicho estrato.

PRESENCIA DE LOS GRUPOS DE TAMAÑOS MODALES

En las Figuras 2a, 2b y 2c presentamos los resultados del agrupamiento de los datos frecuencia-longitud por trimestres de cada año para la región al sur del ecuador (áreas mayores E-1, E-2 y S), para la región al norte del ecuador (áreas mayores N-1, N-2 y N-3) y para la región entera al este de los 130°W, respectivamente. En cada caso, todas las muestras correspondientes al trimestre dado y a la región determinada fueron sumadas y son expresadas como el porcentaje que aparece en cada clase de longitud del número total de peces.

En la Figura 2a, correspondiente a la región al sur del ecuador, de la que se tienen los datos más numerosos (en su mayor parte del área E-1), es evidente la presencia de grupos modales, cuyas posiciones modales aumentan en progresión bastante regular y puede presumirse que sean grupos de edad. Hemos identificado estas series de grupos modales con las designaciones S-1, S-2, etc. Grupos similares aparecen en los datos menos abundantes, procedentes del norte del ecuador en la Figura 2b, y las posiciones de los grupos modales coincide bastante bien con las de la Figura 2a. Los datos combinados se presentan en la Figura 2c, con los grupos modales marcados y las posiciones de los modos indicadas por flechas. En cada caso, el número de peces que forma las muestras correspondientes a un trimestre dado, en la Figura 2c, se muestra según el indicativo correspondiente al trimestre; en donde se han incluido menos de 300 peces, hemos puesto el año, el trimestre y el número de peces en paréntesis. Las longitudes modales han sido también tabuladas en la Tabla 1.

Por su presentación anual y por la progresión regular de los grupos modales, podemos suponer que representan clases anuales individuales. Sin embargo, se desea que ésto sea verificado mediante la comparación de la progresión de estos modos con la curva del crecimiento que ha sido previamente deducida para el atún aleta amarilla, y también para examinar si los machos y las hembras muestran algunas diferencias en la composición de tamaños.

Comparación de las posiciones modales con la curva del crecimiento

Como nos estamos ocupando de un número relativamente pequeño de muestras individuales, que no están necesariamente distribuidas igual-

mente dentro de un trimestre, y debido a posibles diferencias geográficas, las progresiones modales no son tan regulares como podría haber ocurrido de otro modo. Sin embargo, es posible compararlas con la curva del crecimiento correspondiente al atún aleta amarilla, obtenida por Davidoff (1963) para ver si, en general pudieran estar de acuerdo con ella. La curva del crecimiento del atún aleta amarilla, deducida de las progresiones modales en las muestras de las capturas de la pesca superficial en el Pacífico oriental y que se publicó en el estudio de Davidoff (1963), se reproduce en los dos recuadros de la Figura 3. Para comparar las series S-1, S-2, S-3 y S-4 con esta curva de crecimiento se procedió como sigue:

Se tomó un par de longitudes modales sucesivas de la mitad de cada serie modal individual, y se calculó la longitud promedio de ese par. La longitud promedio del par, calculada, se graficó sobre la curva del crecimiento y se tomó la edad correspondiente en meses como base de tiempo para la serie modal individual. Las longitudes modales observadas fueron entonces graficadas como ordenadas contra la edad, en los meses, correspondientes a la diferencia en tiempo contra la base de tiempo tomada y el tiempo en que ocurrió el modo dado. El tiempo de aparición del modo fue tomado en cada caso, como la mitad del trimestre en que fue observado, con la excepción del tercer trimestre de 1958 y del tercer trimestre de 1960, en que las muestras en cada caso, fueron tomadas solamente durante septiembre. En estos dos casos, el tiempo de aparición fue considerado como si fuese un mes después, de la mitad del trimestre.

Los resultados de esta comparación indican que la progresión de cada una de las cuatro series de modos sigue bastante bien la curva del crecimiento del atún aleta amarilla, previamente deducida. Según esto, es evidente que las series modales son realmente clases anuales individuales. También será demostrado más adelante (Figura 15) que las series modales individuales en las frecuencias de longitud de la pesca con palangre corresponden hasta cierto punto con las progresiones de los tamaños modales de las clases anuales individuales en la pesquería de superficie en las áreas de la CIAT 05, 06, y 07.

Como el tamaño promedio del atún aleta amarilla, a los 36 meses, es de unos 120 cm y como las posiciones modales de cada una de nuestras series correspondientes a la pesca con palangre se aproxima a ese tamaño en el cuarto trimestre del año, las series S-1, S-2, S-3 y S-4 son evidentemente clases anuales originadas en 1955, 1956, 1957 y 1958, respectivamente.

Comparación de los sexos

Hemos preparado las Figuras 4a y 4b para comparar las frecuencias de tamaño de los machos y las hembras, Como las cantidades de peces en las muestras fueron demasiado pequeñas para permitir las comparaciones trimestrales, hemos combinado los datos dentro de intervalos de seis meses en cada año, para la región al sur del ecuador y para la región al norte del

ecuador, respectivamente. Las cantidades de peces de cada sexo correspondientes a cada región y semestre están indicadas en los gráficos.

El examen de estas figuras revela las siguientes características: cuando las longitudes son más o menos menores de 140 cm, con la posible excepción del primer semestre de 1962, al sur del ecuador, y del segundo semestre de 1962, al norte del ecuador, hay una coincidencia bastante cercana de la presencia de los modos en las frecuencias de los dos sexos. En longitudes de más de 155 cm, la presencia de hembras decae notoriamente con respecto a la de los machos. En el margen de 140 cm a 155 cm, las posiciones modales de los dos sexos difieren algunas veces considerablemente. Por estas razones no intentamos, al examinar las Figuras 2 y 3 de trazar las series modales más allá de los 140 cm.

Para comparar con más precisión y objetividad las longitudes modales de los dos sexos, entre los peces de una talla de menos de 140 cm, indicados en las Figuras 4a y 4b, hemos aplicado un método que se debe a Oka (1954). El método de Oka está basado en el hecho de que, si la frecuencia y como una función de la longitud x sigue la función de una frecuencia normal, $d \log y/dx$ disminuye linealmente con x , y su intercepción sobre el eje x está en la posición del modo. Según esto, se pueden graficar las diferencias en logaritmos de frecuencias en clases sucesivas de longitud contra los puntos medios de las clases de longitud, y con base en la intercepción de las líneas que ajustan las series de puntos descendentes, estimar las posiciones de los modos.

Este procedimiento está ilustrado en la Figura 5 respecto a los datos de los machos correspondientes al segundo semestre de 1958 (sur del ecuador). En el recuadro superior han sido graficadas las frecuencias por intervalos de tamaño de 2 cm; y en el recuadro inferior, los valores sucesivos de Δf , las diferencias de los logaritmos de frecuencias.

A fin de excluir rigurosamente los modos que pueden ser falsos, usamos, para el proyecto actual, solamente aquellos modos que: (1) estén basados por lo menos en seis valores sucesivos de Δf ; (2) las *diferencias* sucesivas en Δf no sean mayores del doble o menores que la mitad de la diferencia promedio correspondiente a la series; y (3) que representen una cantidad de peces, en el margen de la continua disminución de Δf , mayor de 50. Según este concepto, los modos en los puntos "a" y "c" de la Figura 5 serían excluidos.

En la Tabla 2 aparecen los tamaños modales, menores de 140 cm, de machos y hembras en los casos en que ambos eran aceptables bajo el concepto anterior, junto con las diferencias entre las longitudes modales de los dos sexos. La diferencia media es solamente de 0.33 cm, y no es estadísticamente significativa ($t = 0.75$, *g.l.* = 6).

Este análisis parece confirmar, por lo menos hasta las longitudes de

los 140 cm, la conclusión de Davidoff (1963) de que "el macho y la hembra en el atún aleta amarilla tienen esencialmente la misma tasa de crecimiento, por lo menos hasta cerca de los 130 cm."

Proporción de los sexos

A pesar de que las tasas de crecimiento de los dos sexos parecen ser las mismas, por lo menos hasta los 140 cm, hay notables diferencias en la proporción encontrada entre los dos sexos por la pesquería de palangre. En la Tabla 3 presentamos, por clases de longitud de 10 cm, las cantidades de cada sexo en todas nuestras muestras y el porcentaje de machos. Puede observarse que hay un exceso de machos hasta los 150 cm, que es moderado pero altamente significativo (según se juzga a través de una prueba de Ji cuadrado). Al exceder esa longitud, el 75% son machos y, entre los peces superando los 160 cm, el porcentaje de machos es del 91%. La razón desigual de los sexos entre los peces más pequeños puede ser debida, ya sea a la disposición diferencial para la captura, o bien a la tasa diferencial de mortalidad natural. Entre los peces más grandes, no se excluye el crecimiento diferencial. En vista de resultados muy similares en el estudio de las proporciones de los sexos del atún aleta amarilla en la pesquería de superficie, con el empleo de diferentes aparejos (Orange 1961) dudamos que la disponibilidad diferencial sea el elemento más importante, aun cuando algunas diferencias en el comportamiento de los atunes, en conexión con el sexo, pueden estar reflejadas en ciertas diferencias entre los datos de nuestra Tabla 3 y los datos comparables que proporciona Orange (1961) de la pesquería de superficie en aguas costeras, o sea (1) hasta los 130 cm, la pesquería de superficie produce casi exactamente el 50% de machos, mientras que en la pesquería con palangre, el porcentaje es significativamente más alto (57%); y (2) que en la captura que realiza la pesquería de superficie en aguas costeras, el aumento rápido en los machos comienza al llegar a los 130 cm, lo que no ocurre en la pesquería con palangre hasta por ahí los 150 cm.

VARIABILIDAD EN EL TIEMPO Y EN EL ESPACIO DE LAS MUESTRAS DE FRECUENCIAS DE TAMAÑO

En el análisis anterior y en el examen que sigue, de los cambios en el tiempo y en el espacio en la composición de tamaños del atún aleta amarilla capturado con palangre, ha sido necesario combinar las muestras en agregados más grandes que el trimestre y el cuadrado de los 5°, tanto por la escasez de muestras como por la necesidad de sumarizar los datos dentro de conjuntos mayores que revelen pautas significativas de gran escala. Sin embargo, se desea tener alguna idea de la variabilidad en pequeña escala del tiempo y el espacio, a fin de tener una base para juzgar que otras diferencias en gran escala pueden aceptarse como debidas a otras variaciones que no sean las del muestreo.

Para examinar la variabilidad de las muestras, las frecuencias de tamaño, originalmente tabuladas por intervalos de 2 cm, fueron re-tabuladas dentro de 8 clases de longitud: peces menores de 100 cm, seis equivalen a clases de tamaño de 10 cm, de los 100 cm a los 160 cm, y peces mayores de 160 cm. Varios conjuntos y combinaciones de muestras tabulados así, fueron comparados para determinar si son estadísticamente homogéneos, o sea, si pueden considerarse que han sido extraídos aleatoriamente de la misma población, por la prueba del Ji cuadrado. Se obtuvieron los resultados siguientes:

(1) La comparación de los dos trimestres de cada semestre, correspondientes al conjunto de todas las muestras del norte y del sur del ecuador, respectivamente, revelaron que eran, en la mayoría de los casos, heterogéneos.

(2) La comparación de los dos trimestres de cada semestre, correspondientes al conjunto de muestras dentro del área mayor E-1 (la única de las áreas principales con suficientes datos para tales comparaciones) indicó heterogeneidad en todos los casos.

(3) La comparación de los dos trimestres de cada semestre, en cuanto a las muestras de cada uno de los cuadrados de 5° dentro del área mayor E-1, reveló una heterogeneidad significativa en casi todos los casos, a pesar de que la magnitud de la variabilidad, según fue medida por el Ji cuadrado estaba algo reducida, comparada con la que se observó en toda el área mayor.

(4) La comparación de muestras de cada uno de los cuadrados de 5° , agrupadas por semestres, reveló en todos los casos, una heterogeneidad significativa dentro de las regiones al norte y al sur del ecuador, y dentro del área mayor E-1. Dentro del área mayor E-1, aun cuando los datos fueron agrupados solamente por trimestres, se mantuvo aún una heterogeneidad significativa entre los cuadrados de 5° en casi todos los casos, a pesar de que los valores del Ji cuadrado se redujeron de los obtenidos de los datos agrupados por semestre.

Según estas comparaciones podemos llegar a la conclusión de que los cambios de un trimestre a otro, aun dentro de los cuadrados de 5° , son significativamente mayores de lo que podría ser esperado por azar. Estas diferencias son debidas indudablemente, en parte al crecimiento de los peces (progresión de los modos) entre trimestres, pero también a la disponibilidad diferencial para la pesca y al muestreo sin uniformidad. También es evidente que, aún dentro del mismo trimestre, hay diferencias significativas en la composición de tamaños de las muestras de diferentes cuadrados de 5° , aún dentro de la mismo área principal. Esto puede ser debido a la distribución geográfica diferencial de los peces de diferentes tamaños y/o a la capturabilidad diferencial de los diferentes tamaños en áreas diferentes.

En vista de la heterogeneidad demostrada, entre las muestras dentro de diversos estratos temporales y geográficos, examinamos la magnitud de las variaciones, de la siguiente manera: Para cada comparación, computamos la razón del porcentaje de las frecuencias de tamaño en cada subdivisión de los datos, para cada clase de tamaño, con respecto al porcentaje de las frecuencias de tamaño en aquella clase de tamaño correspondiente a todos los datos dentro del estrato geográfico que era examinado. En esta forma, en las tres primeras comparaciones a que se hizo referencia antes, las frecuencias correspondientes a cada clase de tamaño y a cada trimestre, fueron comparadas con las frecuencias correspondientes al semestre. Similarmente, para la comparación indicada antes bajo el número (4), las frecuencias de cada clase de tamaño, en cada cuadrado de 5°, fueron comparadas con la frecuencia correspondiente a todos los cuadrados de 5° en la región geográfica combinada. Se encontró, en estas diversas comparaciones, en las que la clase de tamaño en cuestión comprendía por lo menos el 10% del número total de peces, que las razones rara vez excedieron de 2.0 o cayeron por debajo de 0.5. Así, las diversas fuentes de error debidas al muestreo no aleatorio y a la agrupación de elementos heterogéneos dentro de estratos más grandes de tiempo y área, pueden ser consideradas, empíricamente, como comprendidas dentro de estos límites.

En consecuencia, no debemos aceptar como reales las diferencias en la composición de tamaños correspondiente a los diversos estratos de tiempo y espacio, solamente que el cambio, para las clases de tamaño individual de 10 cm, sea por lo menos un factor de dos, o solo que los cambios demuestren una tendencia claramente identificable y persistente. Para reducir más algunos de los errores del muestreo, agruparemos también los datos cuando se considere apropiado, únicamente dentro de tres categorías de tamaño de peces, en vez de usar las clases de longitud de 10 cm.

CAMBIOS GENERALES ENTRE LOS AÑOS EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS DE LA PESCA

Las estimaciones de la composición de tamaños de la totalidad de la pesca con palangre en el Pacífico oriental, correspondientes a cada año por clases de tamaño de 10 cm, fueron hechas como sigue: el porcentaje de la distribución de las frecuencias de longitud fue compilado en cada área principal, por cada semestre, ponderado por el número de peces capturados en el área mayor y semestre dados (Suda y Schaefer 1965) y luego sumado. Si una área mayor arrojaba menos del 5% de la pesca total, era ignorada. Si no había datos sobre tamaños en un semestre determinado, eran usados los datos correspondientes al otro semestre del año. Si no se disponía de datos sobre tamaños de una área mayor en todo el año, eran usados los datos sobre tamaños del área mayor adyacente al oeste. Las cantidades de peces que se estimó habían sido pescadas cada año, en cada grupo de tamaño de 10 cm, aparecen en la Tabla 6 y en la Figura 6.

En esta Figura, los mismo que en la Figura 2c, puede observarse que aún cuando peces tan pequeños como de 83 cm son capturados por el sistema de palangre, el reclutamiento substancial para el stock capturable por el sistema de palangre se hace efectivo entre los 110 cm y los 130 cm, y parece que los peces no pueden estar disponibles por completo hasta cerca de los 140 cm. La disminución del número con el aumento de longitud, es rápida después de alcanzados los 140 cm, debido en parte a la tasa de disminución del crecimiento, pero quizás también por la mortalidad creciente en tamaños mayores, especialmente entre las hembras. La Figura 2c sugiere que algunas clases anuales, tales como la S-3, son reclutadas totalmente a tamaños más pequeños que otras, tales como la S-4.

Además de los porcentajes por grupos de tamaño de 10 cm presentados en la Figura 6, hemos computado también los porcentajes en tres categorías más generales, a saber: pequeña (menos de 130 cm), mediana (de 130 a 150 cm) y grande (sobre los 150 cm), como sigue:

Año	Pequeña	Mediana	Grande
1958	24.3%	39.5%	36.0%
1959	28.2	45.7	26.2
1960	21.6	53.9	24.6
1961	23.1	61.0	15.8
1962	30.4	42.4	27.1
Promedio ponderado	25.6%	49.5%	24.7%

Estos datos y la Figura 6, así como los pesos promedio en la Tabla 4c, sugieren alguna disminución, en estos años, en la categoría de los peces grandes, y el correspondiente aumento en las categorías de tamaños menores, pero el cuadro general es el de una composición de tamaños casi constante en estos años. Esta aparente estabilidad de la composición de tamaños del conjunto de pesca es algo engañosa, debido a que la pesquería, durante este período de años, ha tenido la tendencia a esparcirse del sur al norte del Ecuador (Suda y Schaefer 1965), donde la población de peces grandes tiende a ser algo mayor, y también a aumentar hacia el este, donde los peces pequeños son relativamente más escasos que hacia el oeste (Figuras 9 y 10). El examen de las diferencias geográficas en la composición de tamaños por áreas, que será hecho a continuación ilustrará mejor esto.

DIFERENCIAS ESTACIONALES Y GEOGRAFICAS EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS

Diferencias estacionales

Como hemos visto ya en la Figura 2, el stock de atún aleta amarilla que sostiene la pesquería con palangre es mantenido por el reclutamiento y el crecimiento de las sucesivas clases anuales. Estas clases anuales entran primero en abundancia considerable en el cuarto trimestre (algunas veces

en el tercero) de cada año. La progresión de estas clases anuales da origen a las variaciones estacionales en la composición de tamaños reflejada en los pesos promedio de la Tabla 4A, B.

Para permitir una comparación fácil de la composición de tamaños de la pesca por períodos semianuales, hemos agrupado los datos trimestrales de dos maneras: primera, por semestres compuestos del 1º y 2º trimestres, y del 3º y 4º, respectivamente; y segunda, por estaciones de "verano" e "invierno" compuestas, respectivamente, de los trimestres 2º y 3º, y de los trimestres 4º y 1º (del siguiente año). La distribución resultante del porcentaje de frecuencias se presenta en las Figuras 7a y 7b para toda la región al sur del ecuador, en cada año (ya que para el norte del ecuador solo tenemos los datos correspondientes a los trimestres 2º y 3º y los gráficos semianuales son lo mismo que los gráficos trimestrales de la Figura 2b). En la Tabla 4 se indican los pesos medios de los peces que componen estas frecuencias semianuales, correspondientes tanto a estas grandes regiones como a cada una de las áreas mayores. En la Tabla 5, además, presentamos, para estos mismos períodos semianuales, el porcentaje de captura y la tasa de captura (número de peces por cada 100 anzuelos) para estas dos regiones y para las áreas principales, por categorías de tamaño, pequeña, mediana y grande, como fueron definidas anteriormente. Las tasas de captura por anzuelos fueron calculadas mediante la aplicación de los datos sobre la frecuencia de tamaño a los datos sobre pesca y esfuerzo de Suda y Schaefer (1965).

El efecto de la progresión de las clases anuales sucesivas en la inducción de una oscilación estacional más o menos regular en la composición de tamaños, se aprecia más claramente en la Figura 7b. Durante la mitad invernal, la pesca viene a estar dominada por peces más pequeños, con un modo cercano a los 125 cm. Conforme crecen estos peces, dominan de nuevo la mitad correspondiente al verano, pero a un tamaño modal cercano a los 138 cm. Hay una excepción y es en 1958-59, cuando hubo una gran parte de peces muy grandes que pueden representar un stock acumulado de peces más viejos los cuales, una vez removidos, no tienen ya importancia en los últimos años. También en el invierno de 1961-62, la clase anual entrante S-4 era muy débil, así que la clase anterior (S-3) se mantuvo dominante. Como las categorías de tamaño "pequeña" y "mediana" de la Tabla 5 corresponden aproximadamente a estos dos grupos modales estacionales, se puede observar tanto su porcentaje de contribución a la pesca como su abundancia (según es estimada por la tasa de captura por anzuelos). En la Tabla 5 (II-A-b) se verá que la clase anual S-4, que entró en el invierno de 1961-62, permaneció por debajo del promedio de la abundancia en el verano de 1962, aun cuando parece ser grande en el porcentaje de la pesca, a causa de una disminución concomitante de las tasas de captura por anzuelos, tanto en la categoría de tamaños grandes como en la categoría de tamaños pequeños.

Nuevamente en la Tabla 4 (B-2), los cambios estacionales en la composición de tamaños, debidos a los factores a que se ha hecho referencia anteriormente, son reflejados claramente en los cambios en el peso medio de los peces, calculado según la pesca total y las muestras de la composición de tamaños de acuerdo a lo descrito antes.

La mayoría de los datos de la Figura 7b, proceden del área mayor E-1, pero también fueron obtenidas suficientes muestras de la E-2 para hacer posible un examen muy crudo con el objeto de determinar si son observables en ambos grupos de datos los mismos cambios generales en la composición de tamaños. En la Figura 8, hemos graficado por lo tanto, los datos del invierno y del verano de cada año, correspondientes a cada una de estas áreas principales, separadamente. Considerando la insuficiencia de datos del área E-2, la concordancia de las frecuencias de tamaño para las dos áreas es generalmente buena. Sin embargo, el invierno de 1958-59 y el invierno de 1959-60 exhiben discrepancias considerables entre las dos áreas, a pesar del hecho de que ambas estaban representadas por un buen número de peces en las muestras obtenidas durante esos períodos. Esto demuestra, como lo hemos anotado antes, que a causa de tales variaciones en el muestreo, solamente se le debe dar mayor reconocimiento a las principales características y tendencias.

Diferencias geográficas

Para examinar las diferencias geográficas en la composición de tamaños de la pesca del atún aleta amarilla con palangre, hemos preparado las Figuras 9 y 10. En las Figuras 9a y 9b se presentan, para el "verano" y el "invierno", respectivamente, con respecto al conjunto de todos los datos durante el período del 2^{do} trimestre de 1958 al 3^{er} trimestre de 1960, en cada área de 5° de las que se pudieron obtener muestras, los porcentajes de peces en las categorías de tamaño, pequeña, mediana y grande. Cartas geográficas similares, correspondientes al período del 4^o trimestre de 1960, al 3^{er} trimestre de 1962, han sido preparadas y se presentan como Figuras 10a y 10b. Se han preparado también cartas separadas para los dos períodos porque, como lo hemos anotado anteriormente (Figuras 2 y 7), hay un cambio bastante grande en la parte de la pesca constituida por peces grandes, de más de 150 cm, entre los primeros años y el último. Esto también se comprueba con los datos sobre tasas de captura con anzuelos en la Tabla 5 y en la Figura 11, de lo que se tratará luego con más amplitud.

Con los datos subdivididos así en dos períodos de tiempo, y entre las estaciones de verano e invierno, puede observarse una gradiente longitudinal bastante regular en la composición de tamaños en las mismas zonas latitudinales, así como algunas diferencias, que creemos son reales, con latitud dentro de las zonas longitudinales.

Gradientes de oeste a este

En las cartas geográficas del verano (Figuras 9a y 10a) aparece en cada

zona latitudinal un aumento bastante regular, que va de oeste a este, en el porcentaje de peces grandes, y una disminución en el porcentaje de peces pequeños. Las excepciones pueden verse en la Figura 10a, en la que se exhibe el aumento en los peces grandes, en las áreas 16 y 14 de 5°, sobre el porcentaje en la misma zona latitudinal, más al oeste, aumento que está acompañado por una disminución en los peces de tamaño mediano, mientras que los peces pequeños realmente tienden a aumentar también. Además en la misma Figura, en la latitud de los 10°-15°S, hay relativamente menos peces grandes en las áreas 58 y 59 que en el área 63 hacia el oeste, y al mismo tiempo hay un aumento en la categoría de tamaño mediano. Los datos correspondientes a la estación invernal (Figuras 9b y 10b) abarcan una región más pequeña que la de los datos del verano, pero exhiben la misma tendencia al aumento en la categoría de los peces grandes que van de oeste a este.

Los pesos promedios calculados por áreas mayores reflejan también, en la Tabla 4a, el aumento en el tamaño promedio del atún aleta amarilla que se dirige de oeste a este.

Kamimura y Honma (1963) también han observado esta gradiente latitudinal en la composición de tamaños del atún aleta amarilla, en la zona ecuatorial del Pacífico, y demuestran que dicha gradiente continúa hacia el oeste de nuestra área de investigación; y Yabuta y Yukinawa (1959) también han hecho notar esa gradiente en el Pacífico occidental. En vista de la comprobación morfométrica y de otras pruebas de que no hay una rápida migración y mezcla del atún aleta amarilla a lo largo del ecuador (Royce 1964), esta gradiente escasamente puede ser el resultado de migraciones del atún aleta amarilla de oeste a este. Es un incentivo especular que la causa es la disponibilidad diferencial del atún aleta amarilla de diferentes tamaños a la pesca con palangre, con relación a la profundidad de la capa mezclada. De acuerdo a la composición de tamaños de las capturas hechas por la pesquería cerca de la superficie, comparadas con las capturas de la pesquería con palangre, lo que presentaremos luego (pag. 280 y siguientes), hay alguna razón para creer que todos los tamaños del atún aleta amarilla aparecen en toda la capa superior mezclada y tal vez en la parte superior de la termoclina, pero que los peces de tamaños más grandes pueden ser relativamente más predominantes más cerca del fondo de la capa mezclada y en la capa superior de la termoclina. Como los barcos palangreros pescan generalmente en el mismo estrato en todas las áreas, y hasta una profundidad máxima de unos 170 metros solamente (Suda y Schaefer 1965, tabla 2), la profundización este-oeste de la capa mixta en el Pacífico ecuatorial podría influir en la gradiente longitudinal, observada en la composición de tamaños de la pesca con palangre. Esta posibilidad, sin embargo, necesita ser investigada en forma más completa.

Diferencias latitudinales

El examen de las cartas geográficas correspondientes al verano

(Figuras 9a y 10a, que comprenden el margen más extenso de latitudes), revela las siguientes características generales: (1) Dentro de las mismas zonas longitudinales, no hay apreciable diferencia en la composición de tamaños de las capturas entre los 0° - 5° N y los 5° - 10° N. (2) Parece que hay una tendencia para más peces grandes dentro de las mismas zonas longitudinales, entre las latitudes 0° - 5° S, que entre las 5° S- 10° S. (3) La composición de tamaños, en las mismas zonas longitudinales es similar entre los 5° - 10° N, 0° - 5° N y 0° - 5° S, mientras que entre los 5° - 10° S se encuentra una porción más pequeña de peces grandes que en las latitudes precedentes más al norte. Los datos dispersos del invierno (Figuras 9b y 10b) no contradicen estas conclusiones. Al sur de los 10° S, los datos son demasiado escasos como para una comparación útil, pero puede haber alguna tendencia hacia un aumento en el tamaño promedio a estas latitudes.

El tamaño promedio más pequeño resultante de los peces al sur del ecuador es también evidente, si se comparan los pesos medios entre las áreas E-1, y N-1, y áreas E-2 y N-2, así como si se comparan los pesos medios correspondientes a todas las capturas al norte y al sur del ecuador, en la Tabla 4 (A y B).

En cada caso según todas estas comparaciones por cada semestre, hasta 1962, los peces al norte del ecuador son de un tamaño promedio más grande que los encontrados al sur del ecuador. Sin embargo, en 1962 la situación fue a la inversa. Parece, en consecuencia, que las diferencias latitudinales observadas no son simplemente el resultado de las diferencias en la disponibilidad de los diferentes tamaños de los peces, sino que pueden ser debidas, en parte por lo menos, a los efectos de la pesquería sobre los diferentes componentes del stock.

TENDENCIAS DE LARGO TERMINO EN LA COMPOSICION DE TAMAÑOS Y EN LA ABUNDANCIA DE LAS CATEGORIAS DE TAMAÑOS

Nos hemos referido antes a algunas tendencias aparentes, en el curso de los años desde el periodo de 1958 a 1962, en el peso medio de los peces de las capturas con palangre, en la abundancia relativa de las categorías de tamaños y en los posibles cambios en la fuerza de las clases anuales que entran en el stock disponible a la pesquería palangrera. A fin de examinar algunas de estas características más detalladamente, es conveniente considerar los cambios en la abundancia de los peces de diferentes tamaños, según han sido medidos por la tasa de captura por anzuelos. En la Figura 11, con respecto a las regiones al sur y al norte del ecuador, hemos aplicado a la tasa de captura de cada categoría, el porcentaje de aparición de los peces grandes, medianos y pequeños, en cada semestre. Similarmente, en las Figuras 12a y 12b, que corresponden a las regiones al sur del ecuador y al norte del ecuador, respectivamente, presentamos la composición de tamaños por semestres y por categorías de 2 cm, según ha sido ponderada por la tasa de captura por anzuelos.

Es evidente, según la Figura 11, que en el área al sur del ecuador, la abundancia de los peces grandes se redujo muy rápidamente, durante los dos primeros años de la pesca con palangre, y parece exhibir una lenta declinación desde entonces. Esto también es evidente en la Figura 12a, en la que el modo correspondiente a los peces de más de 140 cm, que fueron muy abundantes al comenzar la pesquería, desaparece después. Asimismo, al norte del ecuador (Figuras 11 y 12b), cuando la pesquería comenzó en escala considerable a fines de 1959 y a principios de 1960, los peces grandes fueron abundantes, pero declinaron hasta un nivel mucho más bajo en 1961 y 1962. Esto creemos, representa la disminución del stock acumulado, de peces más viejos, en estas localidades de pesca inexplotadas anteriormente.

Los peces pequeños y medianos, al sur del ecuador, actualmente aumentaron en abundancia aparente desde 1958 a 1960, debido a la presencia de clases anuales bastante buenas (S-2 y S-3) que tuvieron su origen en 1956 y 1957. Es digno de notar que estas clases anuales, junto con la S-1, entraron en la pesquería de superficie durante los años en que su intensidad era menor que en años recientes, lo que tal vez contribuyó para una supervivencia mayor a la edad de entrada en la pesquería con palangre.

Tanto al norte como al sur del ecuador, es evidente en la Figura 11 una marcada declinación después de 1960, en la abundancia de los peces pequeños y medianos; esto corresponde a la presencia escasa de las clases anuales subsiguientes a la S-3. Hemos observado que estas clases anuales escasas en la pesquería palangrera, principalmente la S-4, pasaron a través de la pesquería de superficie en un período de alta intensidad pesquera.

A pesar de que la serie de datos no es todavía lo suficientemente abundante como para llegar a más de una conclusión provisional, nos parece que, siguiendo la remoción del stock acumulado de peces viejos, la pesquería con palangre depende de las clases anuales entrantes, cuya abundancia en dicha pesquería puede ser determinada en gran parte por las remociones que efectúa la pesquería de superficie, la cual comienza a operar sobre ellas un año antes o con más anterioridad a su disponibilidad substancial al sistema de palangre. La pesquería de atún aleta amarilla con palangre parece, pues, estar fuertemente influenciada por la pesquería de superficie que opera en los mismos peces a edades menores.

COMPARACION DE LA COMPOSICION DE TAMAÑOS DE LAS CAPTURAS EN LA PESQUERIA CON PALANGRE Y EN LA PESQUERIA CERCA DE LA SUPERFICIE EN AGUAS COSTERAS

Comparación de las frecuencias de tamaño en las capturas

Puede suponerse que la pesquería con palangre en el Pacífico oriental opera, por lo menos en gran parte, sobre la misma población de atún aleta

amarilla en que opera la pesquería cerca de la superficie, con barcos de carnada y rederos, en aguas más próximas a la costa. Es de interés, por lo tanto, comparar la composición de tamaños de las capturas de estas dos pesquerías. Con el propósito de hacer esta comparación, hemos usado la información sobre la composición de tamaños y los datos estadísticos de pesca de las áreas 05, 06 y 07 de la CIAT (véase Figura 1) que se encuentran inmediatamente adyacentes o traslapan parcialmente, la región de la pesquería de palangre de la que son tomados nuestros datos.

En la Figura 13 se presenta el porcentaje de la composición de tamaños de la pesca cerca a la superficie (por barcos de carnada y rederos) reflejada en las muestras tomadas para las mediciones en los mercados por la CIAT, junto con el porcentaje de la composición de tamaños de la pesca con palangre, según lo indican nuestros datos, correspondientes a cada año del período 1958-1962. Puede observarse que el mayor número de peces capturados por la pesquería cerca de la superficie está compuesto por tamaños más pequeños que aquellos que captura la pesquería con palangre, aun cuando algunos peces grandes, que abarcan la mayoría de los tamaños pescados con palangre, son también accesibles a la pesquería de superficie.

A causa de la gran diferencia en las cantidades totales de los peces capturados por la pesquería de superficie y por la pesquería con palangre, estos gráficos del porcentaje de frecuencias pueden ser engañosos; para obtener una representación mejor de la magnitud de las capturas de peces de más de 85 cm por ambas pesquerías, hemos, consecuentemente, presentado en la Figura 14, las frecuencias de tamaño en términos de las cantidades totales estimadas de peces capturados por la pesquería palangrera y por la pesquería de superficie en las áreas 05, 06 y 07 de la CIAT. Las cantidades estimadas, de peces de todos los tamaños capturados por la pesquería de superficie y por la pesquería con palangre, por categorías longitudinales de 10 cm, han sido también tabuladas en la Tabla 6. Las estimaciones correspondientes a la pesquería con palangre fueron hechas sobre la frecuencia de tamaños según nuestros datos y las estimaciones de la pesca global de Suda y Schaefer (1965). Estimaciones similares fueron hechas para la pesquería de superficie, con la amable ayuda del Sr. E. B. Davidoff, del personal de la CIAT, como sigue:

Se disponía ya del porcentaje de las frecuencias de longitud correspondiente a los barcos de carnada y a los rederos en cada una de las áreas 05, 06 y 07, para los trimestres de cada año, gracias al programa establecido por la CIAT de mediciones rutinarias en los mercados. La cantidad global de peces capturados por equipo, área y por trimestres del año fue estimada al dividir el peso total de la pesca por el peso promedio correspondiente a cada estrato, estimado según las muestras de las frecuencias de tamaño. (El peso total de la pesca fue estimado de acuerdo a los registros de los cuadernos de bitácora, corregido por factores de abarcamiento del 80%, 76%, 92%, 86% y 79%, para los años de 1958, 1959, 1960, 1961, y 1962, respectivamente.) El porcentaje de las frecuencias de longitud correspon-

diente a cada estrato fue ponderado según la pesca total, estimada en cantidades de peces, y sumados las de todos los estratos.

Puede apreciarse de los datos comparativos resultantes, que se indican en la Tabla 6 y en la Figura 14, que, aun cuando los peces de más de 85 cm constituyen una *parte* bastante reducida del número de peces capturados en la pesquería de superficie (como lo hemos visto en la Figura 13), esta pesquería toma mayores *cantidades globales* de peces de casi todos los tamaños, que la pesquería con palangre. Los rederos, sin embargo, tienden a capturar una parte más grande de los peces de mayores tamaños, que los barcos de carnada. Esto está reflejado en la Figura 14, en la que puede verse que, conforme ha aumentado la parte de la pesca de los rederos, las cantidades relativas de peces en la captura de la pesquería de superficie, ha generalmente aumentado. Durante 1958 y 1959 la pesquería de superficie, hecha en su mayor parte por barcos de carnada, tomó más peces de todos los tamaños hasta cerca de los 130 cm, que la pesquería de palangre. Desde entonces, la captura de superficie ha sido igual o mayor que la efectuada con palangre, en todos los tamaños.

Puede verse entonces, que el stock del atún aleta amarilla de tamaño grande es explotado tanto por la pesquería de superficie como por el sistema de pesca profunda con palangre, y que la pesquería de superficie captura los peces grandes, además de efectuar pescas mucho más numerosas de tamaños más pequeños. No puede en consecuencia, suponerse que la pesquería palangrera esté maniobrando sobre un componente del stock de tamaño completamente diferente al de la pesquería de superficie. Además es evidente que el atún aleta amarilla capturado con palangre no procede de un componente de tamaño confinado a capas de aguas más profundas. Parece que aún los atunes aleta amarilla más grandes se encuentran en las capas mezcladas del Océano Pacífico oriental tropical, y están disponibles en cantidades considerables tanto cerca de la superficie como en aguas más profundas.

Comparación de las series modales

Hemos demostrado anteriormente que las progresiones de las series modales S-1, S-2 etc., concuerdan bien con la curva de crecimiento del atún aleta amarilla del Pacífico oriental, desarrollada en estudios anteriores, y que estas series son evidentemente clases anuales que se originaron respectivamente, en 1955, 1956 etc.

La progresión de los modos principales de cada una de las clases anuales que aparecen en la pesquería cerca de la superficie, ha sido publicada por Davidoff (1963) para áreas individuales y para grupos de áreas. Es de interés ver hasta qué punto las series modales observadas en la pesquería con palangre pueden corresponder a las series modales en la pesquería de superficie.

En el recuadro superior de la Figura 15 han sido graficadas las progresiones de los modos principales identificados como serie X por Davidoff

para las áreas 01-04 y 08. En este mismo gráfico se han delineado las progresiones modales según nuestros datos sobre la pesca japonesa con palangre. Similarmente, en el recuadro inferior han sido graficadas las progresiones modales de la serie X en la pesquería de superficie para las áreas 05, 06 y 07, junto con las progresiones modales exhibidas por nuestros datos sobre la pesca japonesa con palangre.

Como se supone que nuestras series modales S-1, S-2 etc., se han originado respectivamente, en 1955, 1956 etc., deberán corresponder respectivamente, a las series X-56, X-57 etc. Puede observarse, en el recuadro superior de la Figura 15, que la concordancia de estos modos tanto en la pesquería de superficie como en la pesquería con palangre es muy pobre. Las series modales correspondientes a la pesquería con palangre, en general, caen entre las series de modos principales en la pesquería de superficie en estas áreas del norte, y siguen en tiempo a la aparición del modo principal de la pesquería de superficie, que se origina en el año en que el modo correspondiente a la pesquería con palangre se supone que fue originado. Los modos en la pesquería con palangre podrían, desde luego, ser identificados con los modos de la serie Y de Davidoff en estas áreas norteñas, los cuales caen en posición intermedia entre los modos de la serie X. Sin embargo, esto nos parece una explicación poco probable, ya que dejaría abierta la interrogación de por qué la pesquería con palangre captura solamente peces de modos subdominantes.

Aunque, desafortunadamente, las series modales en las áreas más al sur, 05, 06 y 07, desaparecen con demasiada rapidez como para traslaparse con los modos en la pesquería con palangre, la concordancia parece ser algo mejor. Nuestras series modales S-1 y S-2 parecen ser extrapolaciones razonables de las series modales de la pesquería de superficie X-56 y X-57, respectivamente. Nuestra serie S-3 concuerda bastante bien con la extrapolación de la serie modal X-58, con respecto a las áreas 06 y 07, a pesar de que no concuerda bien con esta serie en lo que respecta al área 05. Nuestra serie S-4 es también una extrapolación razonable de la serie modal X-59 de la pesquería de superficie. La concordancia entre S-5 y X-60 es, sin embargo, pobre.

Se pueden resumir estas observaciones, al decir que hay alguna certeza de que las series modales en la pesquería con palangre concuerdan con las series modales dominantes en la pesquería de superficie, en las áreas costeras adyacentes, pero que esta conclusión es incierta. Hay una gran variabilidad en el muestro, como se dijo antes, según nuestros datos correspondientes al sistema de pesca con palangre, debido tanto a la escasez de nuestras muestras, como a las gradientes en la composición de tamaños de las capturas en las diferentes regiones. También hay una considerable variabilidad en el muestreo de peces de tamaños mayores, según los datos procedentes de la pesquería de superficie. Será conveniente volver a examinar la posible concordancia de las series modales entre las dos pesquerías, cuando lleguen a ser disponibles datos más abundantes y más adecuados.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

Chatwin, B. M.

- 1959 The relationship between length and weight of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from the eastern tropical Pacific Ocean [in English and Spanish].
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **3** (7):305-352.

Davidoff, E. B.

- 1963 Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean, 1951-1961 [in English and Spanish].
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **8** (4):199-251.

Hennemuth, R. C.

- 1961 Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin in the eastern tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958 [in English and Spanish].
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **5** (1):1-112.

Iversen, E. S.

- 1956 Size variation of Central and Western Pacific yellowfin tuna.
U. S. Fish and Wildl. Serv., Spec. Scient. Rep. Fish., (174):1-23.

———, and H. O. Yoshida

- 1956 Longline fishing for tuna in the Central Equatorial Pacific 1954.
U. S. Fish and Wildl. Serv., Spec. Scient. Rep. Fish., (184):1-33.

Kamimura, T., and M. Honma

- 1963 Distribution of the yellowfin tuna in the tuna longline fishing ground of the Pacific Ocean.
Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (17):31-53.

Kenneth, F. M., and T. Jow

- 1960 Exploratory longline fishing for tunas in the eastern tropical Pacific, September 1955 to March 1956.
Calif. Fish and Game, Bull., **46** (2):117-150.

Murphy, G. I., and R. S. Shomura

- 1953 Longline fishing for deep swimming tunas in the Central Pacific January-June 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv., Spec. Scient. Rep. Fish., (108):1-32.

———, and R. S. Shomura

- 1955 Longline fishing for deep swimming tuna in the Central Pacific August-November 1952.
U. S. Fish and Wildl. Serv., Spec. Scient. Rep. Fish., (137):1-42.

Oka, M.

- 1954 Ecological studies on *Taius turmifrons* in the East China Sea by use of fisheries statistics—II. Growth of *Taius turmifrons*.
Univ. of Nagasaki, Res. Rep., (2):8-25.

Orange, C. J.

- 1961 Spawning of yellowfin tuna and skipjack in the eastern tropical Pacific, as inferred from studies of gonad development [in English and Spanish].
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., **5** (6):457-526.

———, and M. B. Schaefer

- 1956 Studies of the sexual development and spawning of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the three areas of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads [in English and Spanish].
Ibid., **1** (6):281-349.

Royce, W. F.

- 1964 A morphometric study of yellowfin tuna *Thunnus albacares* (Bonaterre).
U. S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull., **63** (2):395-443.

Suda, A., and M. B. Schaefer

- 1965 General review of the Japanese tuna longline fishery in the eastern tropical Pacific Ocean 1956-1962 [in English and Spanish].
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. **9** (6):305-462.

Wilson, R. C., and B. M. Shimada

- 1955 Tuna longlining: Results of a cruise to the eastern tropical Pacific Ocean.
Calif. Fish and Game, **41** (1):91-98.

Yabuta, Y., and M. Yukinawa

- 1957 Age and growth of yellowfin tuna in Japanese waters by size frequencies.
Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (5):127-133.

———, and M. Yukinawa

- 1958 Growth and age of yellowfin tuna in the Equatorial Pacific . . . Study of length frequency distribution I.
Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (11):77-87.

———, and M. Yukinawa

- 1959 The tuna longline fishing ground in the equatorial Pacific, p. 263-307.
In Nankai Reg. Fish. Lab. [ed.] Average year's fishing condition of tuna longline fisheries for 1958 [in Japanese]. Text.

———, Yukinawa, M., and Y. Warashina

- 1960 Growth and age of yellowfin tuna . . . II age determination (Scale method).
Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (12):63-74.

