

**INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL**

**Bulletin — Boletín
Vol. 11, No. 3**

**STUDIES ON THE JAPANESE LONG-LINE FISHERY FOR TUNA
AND MARLIN IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC
OCEAN DURING 1963**

**ESTUDIOS SOBRE LA PESQUERIA PALANGRERA JAPONESA
DEL ATUN Y EL MARLIN, EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL TROPICAL DURANTE 1963**

**by — por
Susumu Kume and/y Milner B. Schaefer**

**La Jolla, California
1966**

CONTENTS — INDICE
ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

| | Page |
|--|------|
| INTRODUCTION..... | 103 |
| ACKNOWLEDGMENTS..... | 104 |
| SOURCES OF DATA..... | 104 |
| THE FISHERY DURING 1963..... | 105 |
| Effort and catch..... | 105 |
| Species composition by major areas..... | 107 |
| Geographical distribution by species by quarter of the year..... | 108 |
| Apparent abundance in 1963 and comparisons with earlier years..... | 110 |
| SEXUAL MATURITY OF YELLOWFIN TUNA..... | 112 |
| SIZE COMPOSITION OF YELLOWFIN TUNA..... | 114 |
| ————— | |
| FIGURES — FIGURAS..... | 117 |
| ————— | |
| TABLES — TABLAS..... | 146 |
| ————— | |

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

| | Página |
|--|--------|
| INTRODUCCION..... | 149 |
| RECONOCIMIENTO..... | 150 |
| ORIGEN DE LOS DATOS..... | 150 |
| LA PESQUERIA DURANTE 1963..... | 152 |
| Esfuerzo y captura..... | 152 |
| Composición de las especies por áreas principales..... | 154 |
| Distribución geográfica por especies y por trimestres del año..... | 155 |
| Abundancia aparente en 1963 y comparación con años anteriores..... | 156 |
| MADUREZ SEXUAL DEL ATUN ALETA AMARILLA..... | 159 |
| COMPOSICION DE TALLAS DEL ATUN ALETA AMARILLA..... | 161 |
| ————— | |
| LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA..... | 164 |
| ————— | |
| APPENDIX I — APENDICE I..... | 165 |
| APPENDIX II — APENDICE II..... | 166 |
| ————— | |

**STUDIES ON THE JAPANESE LONG-LINE FISHERY FOR TUNA
AND MARLIN IN THE EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN
DURING 1963**

by

Susumu Kume^{2, 3} and Milner B. Schaefer²

ABSTRACT

During 1963, the area of operation of the Japanese long-line fishery in the eastern Pacific further expanded, and total fishing effort increased. Charts are presented showing the distribution of effort and of catch-rates, by species, for major fishing areas; and showing catch-rates by species, by quarters of the year, by areas of one-degree of latitude and longitude. In the newly-exploited region north of 10°N, yellowfin and striped marlin are principal elements of the catch, while in the newly-fished region south of the former fishing areas, south of about 20°S, albacore dominate in the catch. Continued decline in catch rates of bigeye tuna, associated with increased fishing effort, indicates that there has been a real decrease in abundance of this species, and that it may have resulted from effects of the fishery on the stock. Changes in catch rates of yellowfin tuna seem to be associated with effects on the stock by both the long-line fishery and by the near-surface fishery by purse-seiners and bait-boats. Over the short series of years for which data are available, there are no discernible trends in apparent abundance of striped marlin or albacore. Information is presented concerning seasonal and geographical distributions of spawning yellowfin tuna, based on examination of gonads. Analysis of data on size composition of yellowfin tuna for 1958-1964 indicates that the long-line fishery is becoming increasingly dependent on the most recently recruited year class, further confirming the effect of the fishery on the stock. The long-line fishery now takes nearly all of its catch of yellowfin tuna from two year-classes each year, during their third and fourth years of life.

INTRODUCTION

The Japanese long-line fishery in the eastern Pacific, in the region to the eastward of 130°W, which was initiated at the western margin of this region in late 1956 and early 1957 and expanded fairly quickly eastward through 1962, is directed to the catch of tunas and marlins. A general review of the development of this fishery through the third quarter of 1962 has been published by Suda and Schaefer (1965a). The years 1961 and 1962, which Suda and Schaefer designated period III, saw a rapid eastward spread of the fishing grounds and increase in fishing effort. During 1963, which represents a still further development, there was an even larger increment in the fishing effort, a greater geographical extension of the

¹This research was supported by Atomic Energy Commission Contract AT(11-1)-34, Project 99, and by the Inter-American Tropical Tuna Commission.

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

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

fishery, and a continuation of the acceleration of the catch of albacore and striped marlin relative to bigeye and yellowfin tuna. In this paper we document and analyze these developments, and extend the analyses of Suda and Schaefer (1965a) concerning the changes in apparent abundance of bigeye and yellowfin tuna, and relationships thereof to intensity of fishing.

In addition, this report includes information relative to the sexual activity of the yellowfin tuna, based on gonad indices calculated from data obtained by researchers aboard exploratory and training vessels, and also presents information concerning the size composition of yellowfin tuna additional to that presented by Suda and Schaefer (1965b).

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to express our gratitude to Dr. H. Nakamura and Dr. Aiji Takashiba, the former and present directors, respectively, of the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, who kindly made the arrangements whereby the senior author was able to visit the Institute of Marine Resources of the University of California during 1964 and 1965 as a post-doctoral fellow, and for their permission to utilize the data collected by the staff of the Nankai Regional Fisheries Laboratory which are the basis of this paper. We also wish to thank Dr. J. L. Kask, Director of Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission, who provided additional support for this research.

Thanks are due to several members of the staff of the IATTC, especially C. J. Orange, who provided assistance in summarizing and processing catch-statistical data, as well as E. B. Davidoff and C. T. Psaropulos, who permitted us to use their computer programs for the summarization and processing of data respecting size frequencies of yellowfin tuna from the long-line fishery.

SOURCES OF DATA

The source and nature of data concerning fishing effort, catches, and their geographical distribution are essentially the same as in the case of the previous report by Suda and Schaefer (1965a), where a detailed description of the methods of collecting and processing log-book data from the Japanese long-line fishery is presented. In Appendix I are shown the estimated percentage coverage of log-book statistics for the years 1962 and 1963, and the average weight of each of the species, which is used to convert the numbers of fish caught to weight, together with estimates, for each quarter of each year, of number of vessel-days of fishing, number of hooks fished, and catch of each species by numbers and weight. These estimates were arrived at, as described by Suda and Schaefer, by applying to the data obtained from the log-books the appropriate correction factor for percentage of coverage.

It is to be noted that the estimates of total fishing effort and of total catch in Appendix I, and elsewhere, for 1962 differ from the estimates of

Suda and Schaefer. This is because it was necessary to revise these estimates due to the fact that the percentage of coverage during the first three quarters of 1962 was substantially smaller than the percentage estimated by Suda and Schaefer. Final tabulations of catch statistics of the tuna long-line fishery for 1962, which were completed at the Nankai Laboratory after the preparation of their publication, indicate that the coverage was relatively low during 1962, due to a special situation in that year, owing to the following circumstances: Some of the log-book data from large fishing companies and prefectural tuna fishing cooperative associations was not obtained. Data from these vessel operators had previously been sent directly to the Nankai Laboratory. It had been planned that these data would be sent to the Statistics and Survey Division of the Ministry of Agriculture and Forestry who would provide the statistics to the Nankai Laboratory. Unfortunately, this program was not actually put into effect, so that the amount of data available to the Nankai Laboratory for 1962 was less than anticipated. In addition, the number of long-line vessels, especially large vessels, unloading their catches directly to processing factories or at piers other than those of the fish markets, increased. Since most of the log-book data was obtained from vessels unloading at the fish markets, this resulted in a loss of information, decreasing the percentage of coverage.

For 1963, the system of collection of catch statistics resulted in better coverage, the preliminary estimate of coverage for the four quarters of that year being 45%, 45%, 40% and 40%, respectively.

Data on ovary weights and on lengths of fish from which they were collected, used for the calculation of the gonad index, were gathered by experimental and training long-line vessels under the Cooperative Tuna Research Program organized by the Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (Kikawa 1962). The ovaries were weighed to the nearest 10 grams, on a beam balance on board the vessel soon after the fish was caught. Data of this sort were obtained during the period July 1962 through March 1964 from 1,579 specimens of yellowfin tuna, ranging in length from 60 to 167 cm.

Data on the size composition of yellowfin tuna, presented and analyzed in this paper, were obtained in the course of this same cooperative research program, and cover also the period July 1962 through March 1964. These data, which overlap the series studied by Suda and Schaefer (1965b), were collected in essentially the same manner as their data, and were processed in the same fashion.

THE FISHERY DURING 1963

Effort and catch

Log-book data respecting effort and catch by quarters of the year, and by the same "major fishing areas" employed by Suda and Schaefer, are

summarized in Appendix II. For our studies we have, however, also designated two additional areas; these together with the areas used in the former study are shown in Figure 3. The area designated N' includes all of the region north of 10°N , that is, north of areas N-1, N-2 and N-3. The area designated S' includes the entire region south of the areas previously fished, that is, south of the southern boundaries of all of the areas shown by Suda and Schaefer in their Figure 10. The data in Appendix II continue the series of data for earlier periods published by Suda and Schaefer, and cover the period including the fourth quarter of 1962 through the fourth quarter of 1963.

The total number of hooks fished during 1963 in the entire region east of 130°W is estimated at approximately 50 million, which, as may be seen in Figure 2, is nearly as great as the accumulated effort from the beginning of the long-line fishery in this region through 1962. This very rapid increase in fishing effort is believed to have been due to decreased catch rates in other regions of the ocean, and also because of an increase in the number of large, long-range fishing vessels for which the distant-water fishery in the eastern Pacific is attractive.

Figures 1a-1d show the distribution of fishing effort by one-degree latitudinal bands within five-degree squares, by quarter of the year, during 1963. From these figures it is evident that much of the increased effort was directed to new fishing areas, that is, a further expansion of the fishery to the north, to the east, and to the south of the regions previously fished. The eastward extension of the fishery to the area off Ecuador, eastward of the Galapagos Islands, lasted throughout the year and was directed primarily at bigeye tuna and striped marlin. The southerly intensification of effort to areas south of 15°S , which is evident through most of the year, was directed primarily at albacore. The beginning of a northerly extension of the fishery, north of 10°N is evident, particularly in the second and third quarters of 1963. Good catches of striped marlin appear to be the principal motivation for this extension, although in 1963 the effort expended in this northerly region was relatively low. Incomplete data for 1964 indicate that the northern intensification of the fishery continued, with the participation of a great many more vessels.

Within regions previously fished, comparison of the distribution of fishing effort in previous years with that in 1963 shows some notable features. The concentration of fishing effort between the equator and 3°N in the zone between 90°W and 110°W , shown in the average chart for third quarter (Figure 3c of Suda and Schaefer 1965a) disappeared in 1963. Also, in areas E-1 and E-2 the concentration of effort in the fourth quarter was shifted during 1963 much closer to the equator than the previous average. During 1963, 35% of fishing effort was expended in major areas N-1, N-2 and N-3, compared with 50% in 1962; 41% of the 1963 effort was expended in areas E-1, E-2 and E-3, compared with 41% in 1962; 24% of effort was

expended in area S and further south during 1963, compared to only 9% in 1962. It is obvious that the intensified effort during 1963 was directed in large part to the more southerly grounds.

In Figure 2a are shown the data respecting total fishing effort and total catch, by species, for the period 1956 through 1963, the fishing effort being in terms of number of hooks fished, and the catch being in terms of total weight of each species. The increase of bigeye landings to 42,600 metric tons and of yellowfin landings to 12,600 metric tons in 1963 is proportionally much less than the increased amount of fishing effort expended. The percentage of bigeye tuna in the total catch of the long-line fishery of the eastern Pacific decreased from 60% in 1962 to 50% in 1963, while there was an increase, both in absolute and relative terms, in albacore and striped marlin. The albacore catch increased to 7,300 tons and the striped marlin catch increased to 8,200 tons, increases by factors of 3.4 and 2.1 respectively, over 1962. This is a result of the application of much of the increased effort to new grounds, as previously noted. The relative trends of fishing effort and landings of the various species are better shown in Figure 2b, where the same data as in Figure 2a are plotted on a logarithmic scale. It may be seen from this figure that the increase of landings of albacore and striped marlin from 1960 to 1963 approximates the rate of increase of total fishing effort. The rate of increase of landings of blue marlin is somewhat less. The rate of increase of yellowfin and bigeye landings is notably smaller than the increase of effort. Changes of catch-per-unit-effort in relation to fishing effort for bigeye and yellowfin tuna will be examined in more detail below.

The average catch-per-day during 1963, for all species and areas combined, decreased to 3.5 metric tons as compared with 4.4 metric tons in 1962, and about 7 metric tons in the early years through 1960.

Estimated total fishing effort and total catch, and average catch rates, both in numbers of fish per hundred hooks and in metric tons per day, during 1962 and 1963, were as follows:

| Year | Hooks (in 1000's) | Days | Numbers (in 100's) | Catch Weight (in metric tons) | Hook- rate | Catch/day (in metric tons) |
|------|----------------------|--------|-----------------------|--|---------------|----------------------------------|
| 1962 | 26,519 | 12,783 | 9,592 | 56,243 | 3.62 | 4.4 |
| 1963 | 50,573 | 23,621 | 16,470 | 82,253 | 3.26 | 3.5 |

Species composition by major areas

In Figure 3 are shown, for each of the major fishing areas, the total number of hooks fished during 1963 and, for the same areas, the hook-rate* subdivided by species. It is evident from this figure, as it was from the data presented by Suda and Schaefer, that among areas N-1, N-2 and N-3

*In this paper, the hook-rate is the catch, in numbers of fish, per 100 hooks, except where otherwise specified.

bigeye tuna increase in abundance from westward to eastward, whereas yellowfin tuna decrease in abundance. Yellowfin tuna are also apparently replaced to some degree by striped marlin, which are more abundant than yellowfin tuna in area N-3. In areas E-1, E-2 and E-3, bigeye tuna is the dominant species in each area, but yellowfin tuna decrease in abundance going from westward to eastward, whereas albacore and striped marlin tend to increase. In area E-3 albacore or striped marlin replace yellowfin as the second most abundant species. In the region north of 10°N , where, however, insufficient fishing was done during 1963 to support reliable conclusions on species composition, it appears that yellowfin tuna and striped marlin may dominate the catches. The hook-rate for striped marlin, from the few data available, was particularly high. In areas S and S', albacore is the outstandingly dominant species, the hook-rates of that species in those areas being much higher than elsewhere in the region considered.

Geographical distribution by species by quarters of the year

In Figures 4a through 4p we present charts showing, by one-degree squares, the catch rates (in terms of numbers of fish per 1000 hooks) for bigeye tuna, yellowfin tuna, albacore and striped marlin, for each of the four quarters of 1963. These may be compared with Figures 12a through 12p of Suda and Schaefer (1965a) showing the average catch rates for the period 1956 through 1962.

The data summarized in these figures exhibit additional information on the distribution of the various species, resulting from the above-noted expansion of the fishery, and also indicate certain changes in the distribution of species concentrations during 1963 within the region previously fished.

The eastward intensification of the fishery is represented primarily in the area, bounded by the Galapagos Islands and the American coast, between 5°N and 5°S . The catch from this area reveals that during 1963 bigeye were encountered in good abundance throughout the year, with the lowest average hook-rate of about 2.10 occurring in the fourth quarter. Striped marlin were also encountered in fair abundance, especially during the last two quarters, when the average hook-rates for this species were 1.08 and 0.72, respectively. On the other hand, the yellowfin tuna in this area were insignificant in the catches throughout the year, the quarterly average hook-rates being in the range 0.03 to 0.06. The near-surface fishery, both off the mainland and in the vicinity of the Galapagos Islands is quite successful in this area, employing purse-seines and live bait fishing, while, at the same time, yellowfin are apparently effectively unavailable to the subsurface fishery.

The expansion of the fisheries southerly during 1963 provides additional information on the distribution of albacore and striped marlin. The easterly extension of the fishery in the zone between 10° and 20°S encountered good concentrations of albacore in the second quarter. During

the third quarter, the eastern edge of the distribution where the hook-rate is greater than 2.10 (for a 1° area) reaches as far east as 95°W in this zone. During the second quarter, a concentration of albacore was also found near 30°S , so that, during this quarter, the albacore were distributed in two zonal bands. It is believed that the more northerly concentration between 15°S and 20°S , is a group of maturing fish, perhaps an extension of the maturing group occurring in the mid-south Pacific, whereas the more southerly concentration, between 25°S and 32°S , is believed to be a feeding group. These suppositions are based on the fact that specimens from the *Shoyu Maru* cruises of 1962 through 1964, which covered this same region, exhibited higher gonad indices among specimens in the more northerly zone.

Additional information resulting from the expanded fishery in these southern grounds also indicates that the area of concentrated distribution of striped marlin moves southwesterly from the fourth and first quarters through the second and third quarters, reaching to about 115°W between 12°S and 20°S during the third quarter.

In the newly-fished region north of 10°N , good catch rates of striped marlin appear in the vicinity of the Revillagigedos Islands in the second and third quarters, and near the Mexican mainland in the second quarter. Catch rates of other species in these same localities were small. Good catch rates of yellowfin tuna were encountered in the third quarter near Clipperton Island, but other species are hardly represented in catches. The paucity of data from this newly-fished region during 1963 precludes further conclusions.

In the previously-fished regions, certain differences between 1963 and previous years may be noted. Most remarkably, the concentration of bigeye tuna observed in the data of Suda and Schaefer in the area bounded by 95°W to 115°W , 0° to 3°N , in the third quarter, disappeared in 1963. During the fourth quarter of 1963, in the area just south of the equator (0° to 3°S) between 95°W and 120°W , previously a poor area for bigeye, good hook-rates were obtained. At the same time, in the zone further to the south in areas E-1 and E-2, where formerly good concentrations of bigeye were encountered (Figure 12b of Suda and Schaefer), catch rates in 1963 were low. It appears, then, that during 1963 there was an equatorward concentration of bigeye tuna. Surface water temperature averages from observations by fishing vessels, fishing between 0° and 3°S in December, were 24.0 to 24.7 C at 100°W , 24.3 to 24.5 C at 110°W , and 25.0 to 25.4 C at 120°W . These values are 2 C to 3 C higher than the average sea surface temperatures shown by Wyrтки (1965). This suggests that, during the latter part of 1963, surface temperatures were warmer than normal along the equator, and that there was a corresponding equatorward shift in the distribution of the bigeye tuna.

Apparent abundance in 1963 and comparisons with earlier years

The apparent abundance of commercial fish species, that is, the abundance as observed by the fishermen, is measured by the catch-per-unit-of-effort, which in the long-line fishery is the hook-rate. This, however, does not necessarily measure the true abundance, even in a relative fashion, because the hook-rate is influenced not only by the true abundance, but also by the degree to which, at the same abundance, the fish are available to capture. In addition, in a mixed-species fishery such as the long-line fishery, time changes in the average hook-rate for an entire fishing region, for a given species, can be affected by changes in the distribution of the fishing effort in relation to the distribution of the various species. The latter factor can be discounted to a large degree by comparing the hook-rates at different times within individual fishing areas. Also, by comparing trends of apparent abundance within a given fishing area, variations in availability within the area may be, to some degree, averaged out, so that we may make some useful inferences as to real changes in the abundance of the fish.

We have already seen from Figures 2a and 2b that, considering the entire eastern Pacific, the long-line catches of bigeye and yellowfin tuna have increased less rapidly than the fishing effort, implying a decrease in apparent abundance. However, this could be, at least in part, due to a tendency for the fishing fleet to concentrate its efforts less on the areas where these species are most abundant and more on areas where other species are abundant. For this reason, we need to look at changes in the hook-rates of these species in individual areas. As shown by Suda and Schaefer (1965a) in their Table 7 and elsewhere, major fishing areas E-1, E-2 and N-1 were first exploited by the Japanese long-line fishery, whereas area S did not receive much attention until 1959, and areas E-3, N-2 and N-3 began to be substantially exploited only in 1961. We have, therefore, examined separately in Figures 5a and 5b the series of hook-rates for areas E-1, E-2 and N-1 and the remaining areas. In addition to the series for yellowfin and bigeye tuna, we have also plotted the series for striped marlin in areas N-3 and E-3 and for albacore in areas E-3 and S, where they constitute an important share of the catch.

In Figure 5a the time series of hook-rates of bigeye and yellowfin tuna are shown for the three "older" major fishing areas; this figure is an extension through 1963 of the data presented in Figure 16 of Suda and Schaefer (1965a). With respect to bigeye tuna, it may be seen from this figure that the decline in apparent abundance which first became evident in 1962 continued through 1963. The data in Figure 5b indicate that the decline in apparent abundance of bigeye tuna from 1961 through 1963 is also to be observed not only in the "older" areas, but also in the major fishing areas more recently exploited. The similarity of the changes in apparent abundance of bigeye tuna in all fishing areas supports a hypothesis that the members of this species in the eastern Pacific belong to a

single population which mixes among the areas, rather than consisting of independent populations. Suda and Schaefer noted the decrease in bigeye hook-rate in 1962, but observed that it could not be stated with confidence that this actually represents any real change in the abundance of this species, since it could be due simply to changes in availability. The continued decline through 1963, associated with increased fishing effort, tends to indicate that there has been a real decline in the abundance of bigeye tuna, and that it may very well have resulted from the effects of the fishery on the stock. With respect to yellowfin tuna, it may be seen from Figure 5a that the apparent abundance was about the same in 1963 as in 1962 in each of the three older fishing areas. At the same time, Figure 5b indicates a decline in apparent abundance in this species from 1961 through 1962, and a leveling-off during 1963, similar to the changes observed in the older fishing areas. Here again, this may indicate that we are dealing with a single species population in the eastern Pacific region. It is further indicated that, despite the increase in fishing effort by the long-line fishery, the apparent abundance of yellowfin in the long-line catches did not decrease further from 1962 to 1963. This may be attributable to the fact that there was some decrease in both effort and catch by the purse-seine and the baitboat fisheries during 1962 and a further decrease during 1963 (Inter-American Tropical Tuna Commission 1963).

The time series for striped marlin in areas N-3 and E-3, and the time series for albacore in areas E-3 and S, for the period 1961 through 1963, exhibit no discernible trends of apparent abundance.

In Figure 6, we examine the relationship between number of hooks fished and hook-rate for bigeye and yellowfin tuna on the basis of data from areas E-1, E-2 and N-1 combined. In this figure are plotted the average annual hook-rates of each of the two species against the numbers of hooks fished. The series for yellowfin tuna (open circles) shows, as did the data of Suda and Schaefer, that there is apparently a significant relationship between the amount of fishing by the long-line fishery and the average annual hook-rate. It is again, however, to be noted that the decline in abundance of yellowfin tuna associated with the increase of effort in the long-line fishery involves more than the direct effects of the long-line fishery on the yellowfin population, because this species is also captured by the near-surface fishery in the same general region of the ocean. Thus, the changes in abundance associated with the long-line fishery may also be affected by concomitant changes in effort of the near-surface fishery. Indeed, as we have noted above, the lack of change of apparent abundance between 1962 and 1963 is possibly attributable to the decrease in the near-surface fishery, despite an increase in the long-line fishery.

It was observed by Suda and Schaefer that the apparent abundance of bigeye tuna declined sharply in 1963, and that this decline was associated with an increase in fishing effort. However, the inverse relationship be-

tween abundance and fishing effort for this species, based on their series of data, was not significant statistically. This same situation is reflected by the six points for bigeye tuna to the left of our Figure 6. With the addition of a seventh point, for 1963, the relationship becomes statistically significant. It would appear that the increase in fishing effort on bigeye tuna has been sufficient to have a measurable effect on the abundance of the population. We have observed above, however, that some rather notable changes in the distribution of the concentrations of bigeye tuna were observable in 1963, and that these seem to be related to oceanographic conditions. The possibility still remains, therefore, that the observed changes in apparent abundance are due to variations in environmental factors rather than to the effects of the fishery. Additional data will be required before we can definitely assert an effect of the fishery on the bigeye population.

SEXUAL MATURITY OF YELLOWFIN TUNA

Spawning of tunas in the eastern tropical Pacific has been studied by Orange and Schaefer (1956), Orange (1961), and Kikawa (1962). These authors used the "gonad index," which is defined as the weight of the ovaries divided by the cube of the length of the fish, as an indication of the degree of maturity. The first two studies dealt with yellowfin and skipjack caught by the surface fishery in near-coastal waters, and the last was concerned with bigeye and yellowfin caught by the subsurface fishery in the central Pacific Ocean, and included but few data east of 130°W. The data presented here are for a region lying generally between the areas examined in the previous studies.

The gonad index employed in this paper, like that of Kikawa, is the weight of both ovaries, in grams, divided by the cube of the fish length, in centimeters, and the result multiplied by 10^4 , represented by the formula:

$$G. I. = (W/L^3) 10^4.$$

Data respecting the gonad index of yellowfin tuna employed in this study are summarized in Table 1 and in Figure 7. In Table 1 we show, for each quarter of the year, for each of the major fishing areas defined in Figure 3, and for each five-degree fishing area, the number of fish examined, the number having gonad indices of 2.1 or greater (in parenthesis) and the mean gonad index of all specimens examined. In Figure 7 the data are summarized graphically. In each vertical bar in this figure, the height of the bar indicates the mean gonad index, and the shadings show the percentage of specimens examined having gonad indices above (solid shading) and below 2.0 (stippled). Numbers of fish examined are indicated at the top of each bar. The small number in the upper right-hand corner of each 5° square represents the code number of that square.

Kikawa (1962) concluded that the maturing group about to spawn could be separated from the immature group, including fish in the

resting stage of sexual activity, by the gonad index of 2.1 or greater. Orange (1961) arrived at a similar conclusion. In this paper, we will follow the standard of Kikawa and consider specimens having a gonad index of 2.1 or greater in the spawning group.

Among the fish employed in these studies, yellowfin smaller than 100 cm in length constituted only 3.7% of the total. Therefore, nearly all of the yellowfin tuna examined were large enough to be mature.

It may be seen from Figure 7 that south of 10°S there were essentially no specimens in the spawning group. Between 10°S and 10°N some yellowfin in the spawning group were encountered at some time during the year in nearly all of the five-degree areas for which data are available. However, there appears to be some seasonal difference in the time of occurrence of fish in the spawning group associated with different geographical regions. In the offshore area south of the equator, the occurrence of fish in the spawning group is limited to the first half of the year, when the water is warmer than in the second half. North of the equator, offshore from about 95°W, members of the spawning group are generally encountered during the first three quarters of the year, but seldom in the fourth quarter. During the fourth quarter, of 150 fish examined from this region, only 4 were in the spawning group. Further inshore, however, near the South American mainland, of 6 females observed, 4 were mature. Two of these mature fish occurred in the third quarter in the region between Galapagos and Cocos Island, and two of the mature females occurred in the fourth quarter in the area off Ecuador. These data are too fragmentary to draw any definite conclusions, but they suggest that there may be a spawning group in this near-shore region during the latter part of the year which is not observed further offshore.

Since there are observed modes in the size composition of catches of yellowfin tuna, which may be followed through successive time intervals, and the modal progressions can be identified as year classes, as has been shown by Suda and Schaefer (1965b) and other authors cited by them, it is presumed that spawning is most intense at a particular season of the year, giving rise to the year-class mode. Our data would seem to indicate that most spawning takes place during the first three quarters of the year, with a general cessation during the latter part of the year in the offshore equatorial region.

Another approach to determining the spawning seasons and areas has been based on the occurrence of larvae and juveniles (Klawe 1963, and Matsumoto 1958). Klawe notes that his data show only very infrequent occurrences of yellowfin larvae in offshore locations south of 5°N. However, this may be due to lack of material from this region throughout the year. In particular, data are almost entirely lacking during the first quarter. A program of collection of larval fishes throughout the year in this offshore region appears highly desirable.

SIZE COMPOSITION OF YELLOWFIN TUNA

In this section we present the analysis of data on size composition of yellowfin tuna, for the period July 1962 through March 1964, which overlap and extend the series studied by Suda and Schaefer (1965b).

The numbers of fish measured, by major fishing areas and by half-years, are shown in the following table:

| Season | | Major Area | | | | | | |
|--------|-----------|------------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| Year | Half-year | N-1 | N-2 | N-3 | E-1 | E-2 | E-3 | S |
| 1962 | 2nd | 359 | 175 | 144 | 311 | 530 | 0 | 231 |
| 1963 | 1st | 1667 | 62 | 0 | 1337 | 0 | 0 | 543 |
| | 2nd | 1721 | 1015 | 194 | 547 | 210 | 0 | 683 |
| 1964 | 1st | 237 | 80 | 40 | 890 | 329 | 0 | 33 |

In the foregoing tabulation, and in the following analyses, the data for the second half of 1962 includes the data employed by Suda and Schaefer plus additional data on 242 specimens. The data for 1964, as will be seen subsequently, include only the first quarter of that year.

Figure 8a exhibits the size frequencies by quarters of the year from the third quarter of 1962 through the first quarter of 1964, for the region north of the equator, including major areas N-1, N-2 and N-3. Similarly, Figure 8b shows the size frequencies for these same quarters for the region south of the equator, including major fishing areas E-1, E-2 and S. In Figure 8c the size frequencies are combined for the entire region of the eastern Pacific east of 130°W. In these figures the major modes, presumably corresponding to year classes, are designated in the same manner as employed by Suda and Schaefer. The year class S-4 is believed to have originated from spawning in 1958, and year class S-5 to have originated from spawning in 1959. The next year class, S-6, which enters the fishery in the first and second quarters of 1963, is presumed to have originated from spawning in 1960.

Figure 8a reveals that the fishery in the northern area during 1963 was essentially dependent on two age groups, S-5 and S-6, the latter group newly-entering the long-line fishery in the first quarter of 1963. In the first quarter of 1964, in these northern grounds, one also sees the initial entry of the next age group, although its modal position is difficult to determine. This group, following the same notation, is S-7.

The progression of the modes of these age groups S-5 and S-6 may also be seen for the southern region in Figure 8b. However, in this region group S-6 did not enter the fishery substantially until the second quarter of 1963. Also, it constitutes a relatively smaller portion of the catches, at least through the third quarter of 1963, than it constitutes in the northern area.

Its modal position in the southern region in the fourth quarter of 1963 cannot be located precisely. The new age group S-7 does not clearly appear in the southern region as it does in the northern region. In general, however, the progression of modes is quite similar in the two regions. Thus, the combined data for the entire area in Figure 8c indicate rather more clearly the modal progressions than the data of either region alone.

In Table 2 the modal positions of the several age groups are tabulated on a common time scale, so that the modal values appear in the quarters corresponding to the same age for each year class. It may be seen that the series S-5 and S-6 exhibit modal progressions essentially similar to those of the earlier year classes studied by Suda and Schaefer. Suda and Schaefer have already shown that these progressions agree with the growth curve of yellowfin tuna derived by Davidoff (1963) from modal progressions in the surface fishery. In Figure 9, we show the percentage length-frequency histograms for yellowfin tuna including all samples available from the long-line fishery for each year from 1958 through 1963. It is again evident from this figure that the fishery in 1963 substantially depended on two year classes. It is also evident that the trend toward decrease of the larger sizes of fish continued through 1963, with a corresponding increase in the relative representation of fish of the smallest substantially-recruited year class. In consequence, the average weight of yellowfin tuna represented by the size frequency samples exhibited a considerable decrease in 1963 to 45.5 kg, about 10 kg less than the average in 1962 (Table 3). Decreased average weight is exhibited both north and south of the equator and in both the first and second quarters of 1963.

Table 4 shows the percentage of catch and hook-rates for small, medium and large size categories of yellowfin, extending Table 5 (I-A) of Suda and Schaefer (1965b). A continued shift of the percentage of catch to smaller sizes is clearly evident. At the same time, there is a marked decrease in hook-rate of large fish.

It is evident that the long-line fishery in the eastern tropical Pacific is becoming increasingly dependent upon the most recently recruited year classes, which constitutes a further confirmation of the effect of the fishery on the stocks.

It is clearly apparent from the studies of Suda and Schaefer and this study that the abundance of yellowfin tuna of the sizes that are the object of capture by the long-line fishery has decreased during the last six or seven years, and that, at the same time, the age composition of the long-line catches has shifted more or less continuously toward the younger ages. These phenomena are undoubtedly due to the increased intensity of fishing on the yellowfin tuna population of the eastern Pacific. However, since both the long-line fishery and the surface fishery capture large yellowfin, although the surface fishery also captures large quantities of

yellowfin of smaller sizes than those available to the long-line fishery, these effects on the stock of sizes available to the long-line fishery are probably attributable to the combined effects of the two fisheries. It may also be noted that the recruitment to the population available to the long-line fishery is in large part dependent on the surface fishery, since the magnitude of a year class at entry into the long-line fishery is in large part determined by the mortality which has been imposed earlier by the surface fishery.

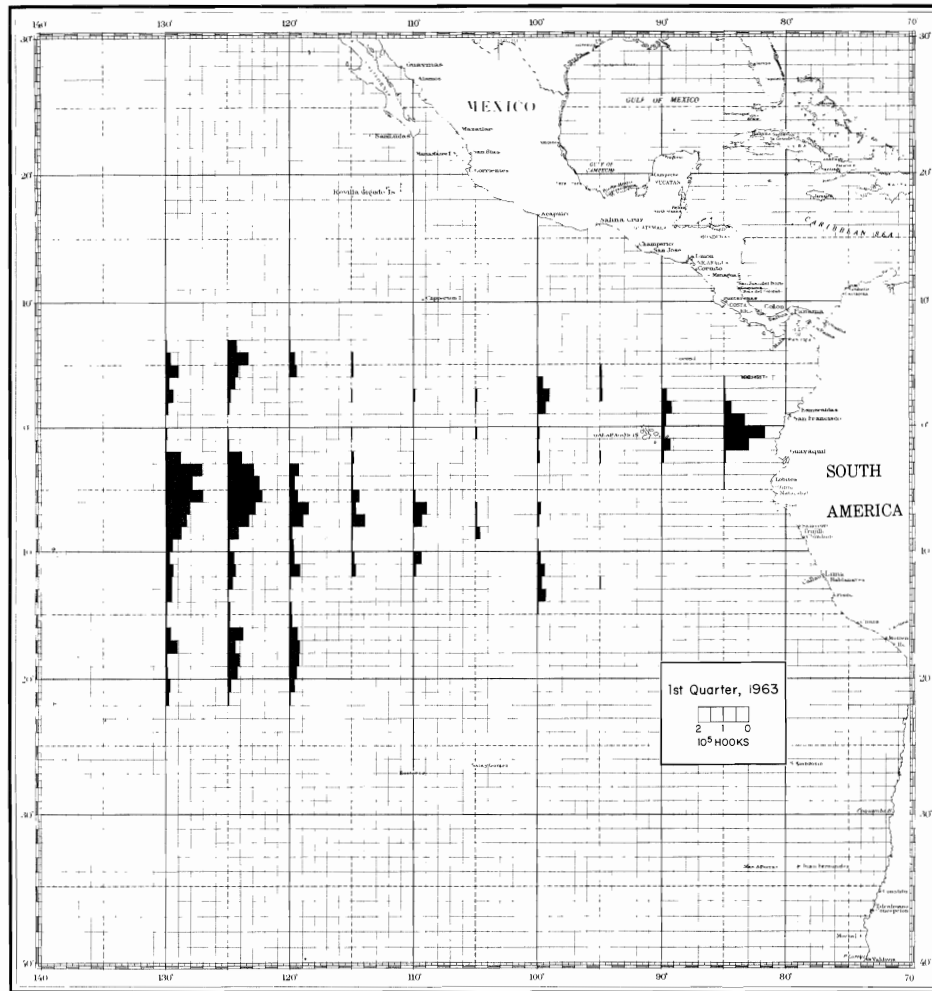


FIGURE 1a. Quarterly distribution of fishing effort, by 1° latitudinal zones within 5° areas, 1963.
FIGURA 1a. Distribución trimestral del esfuerzo de pesca por zonas latitudinales de 1° dentro de áreas de 5°, 1963.

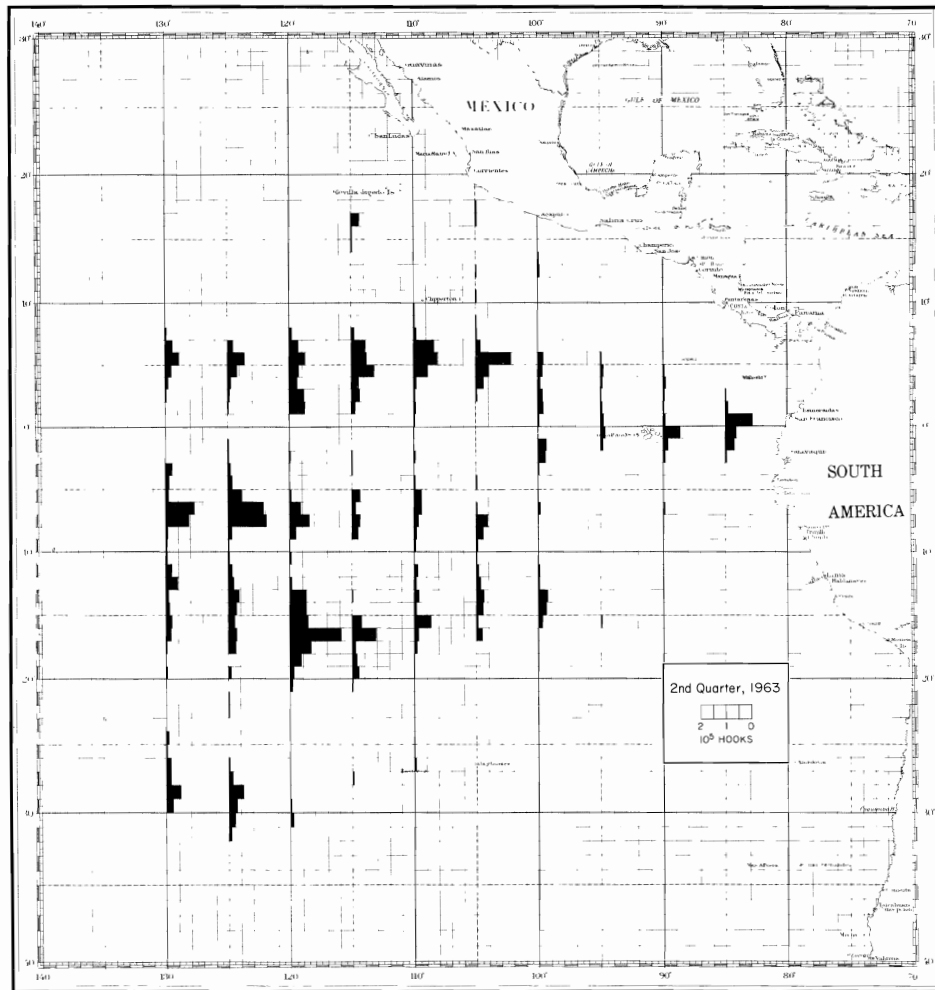


Figure 1b — Figura 1b

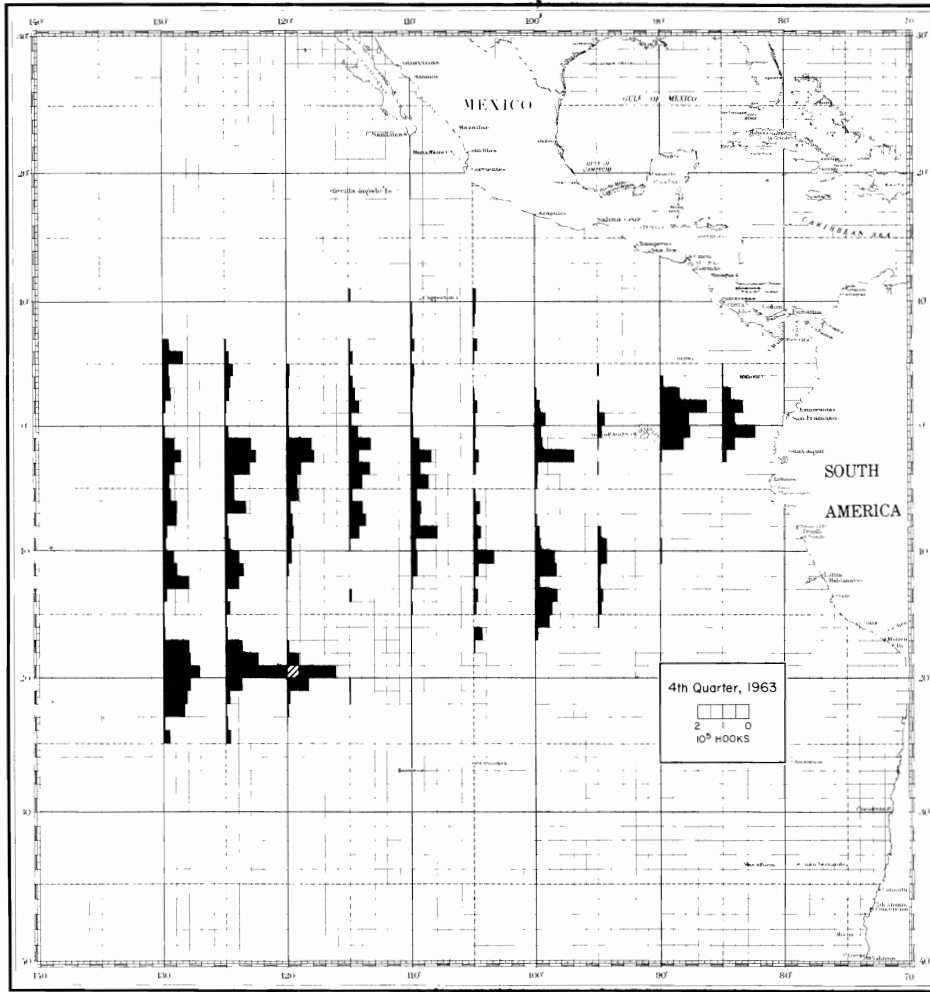


Figure 1d — Figura 1d

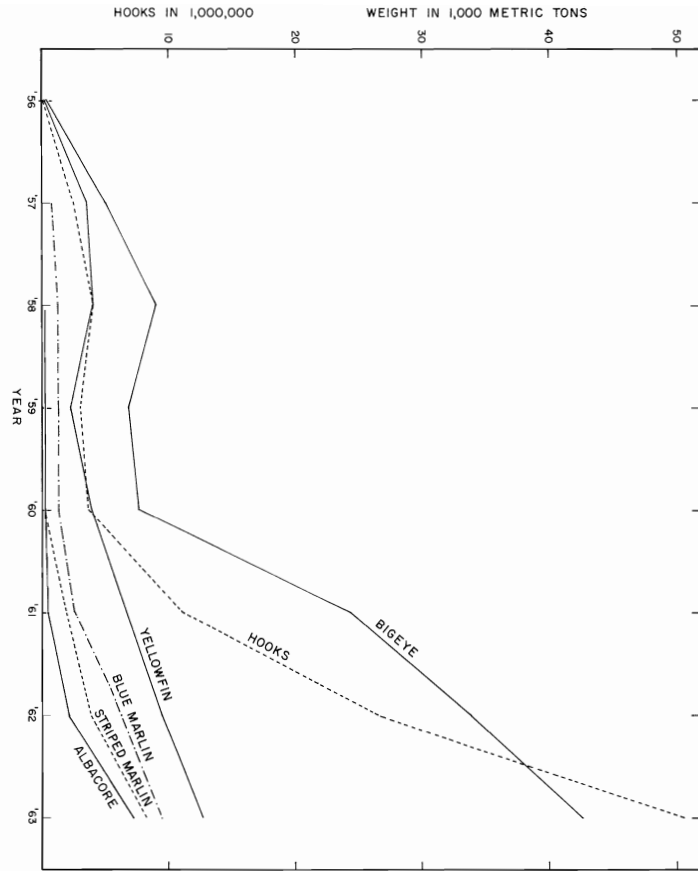


FIGURE 2a. Estimated annual total fishing effort and total catch by species, 1956-1963 (arithmetic scale).
 FIGURA 2a. Estimación del esfuerzo total anual de pesca y de la captura global por especies, 1956-1963 (escala logarífmica).

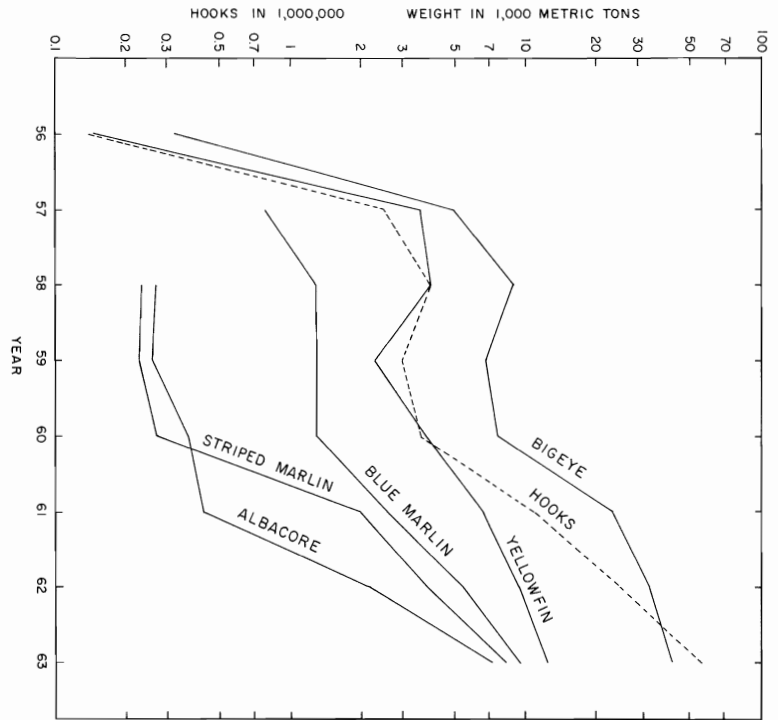


FIGURE 2b. Estimated annual total fishing effort and total catch by species, 1956-1963 (logarithmic scale).
 FIGURA 2b. Estimación del esfuerzo total anual de pesca y de la captura global por especies, 1956-1963 (escala logarífmica).

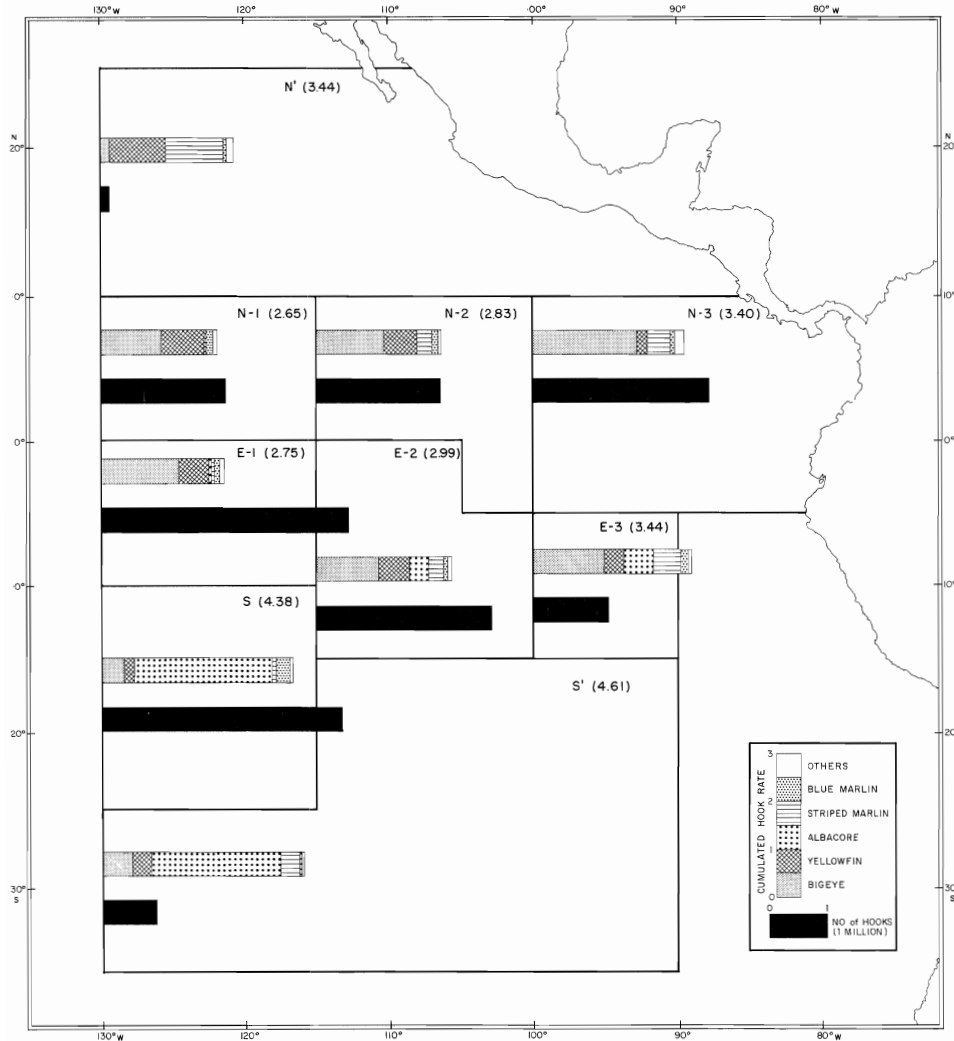


FIGURE 3. Species composition of catch (hook-rate by species) and fishing effort by major fishing areas, 1963. Numbers in parenthesis indicate hook-rate for all species combined.
FIGURA 3. Composición de especies en la captura (tasa de captura por especies) y esfuerzo de pesca por áreas principales de pesca, 1963. Las cifras entre paréntesis indican la tasa de captura correspondiente a todas las especies combinadas.

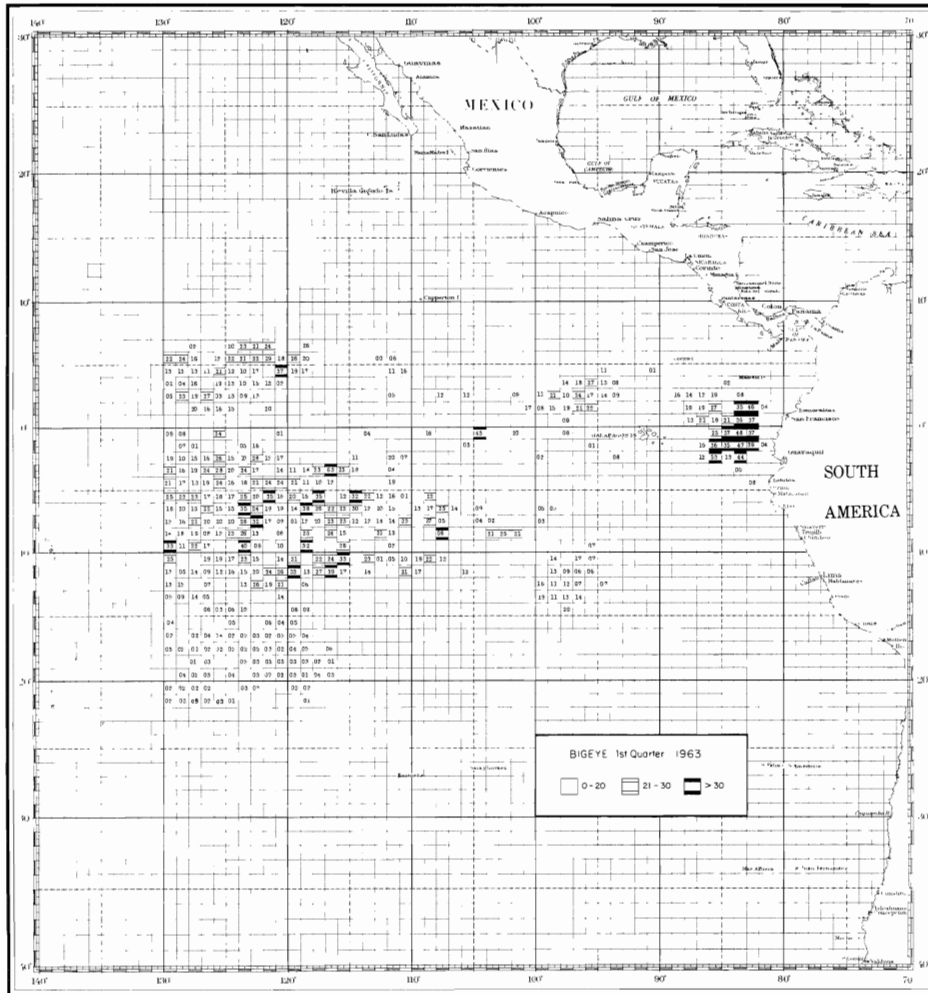


FIGURE 4a. Catch per 1000 hooks by species, quarter, and 1° areas for 1963.
 FIGURA 4a. Captura por cada 1000 anzuelos, por especies, trimestres y áreas de 1° correspondientes a 1963.

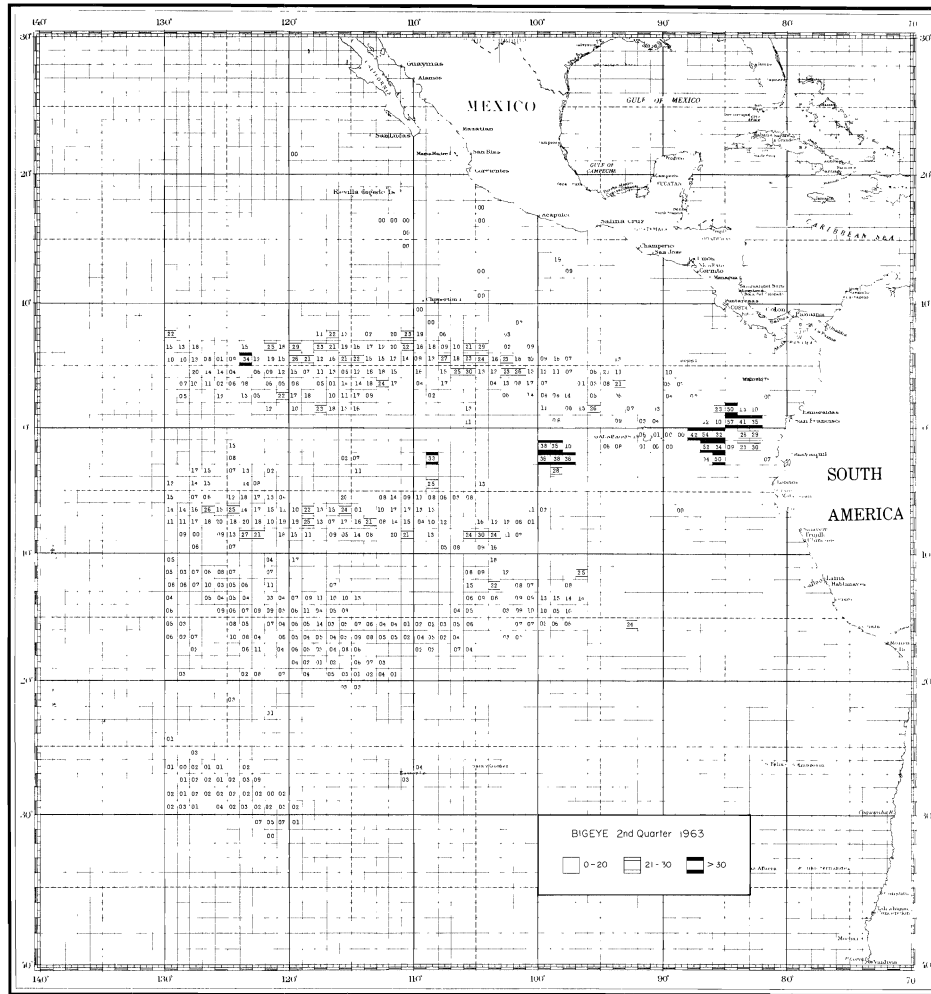


Figure 4b — Figura 4b

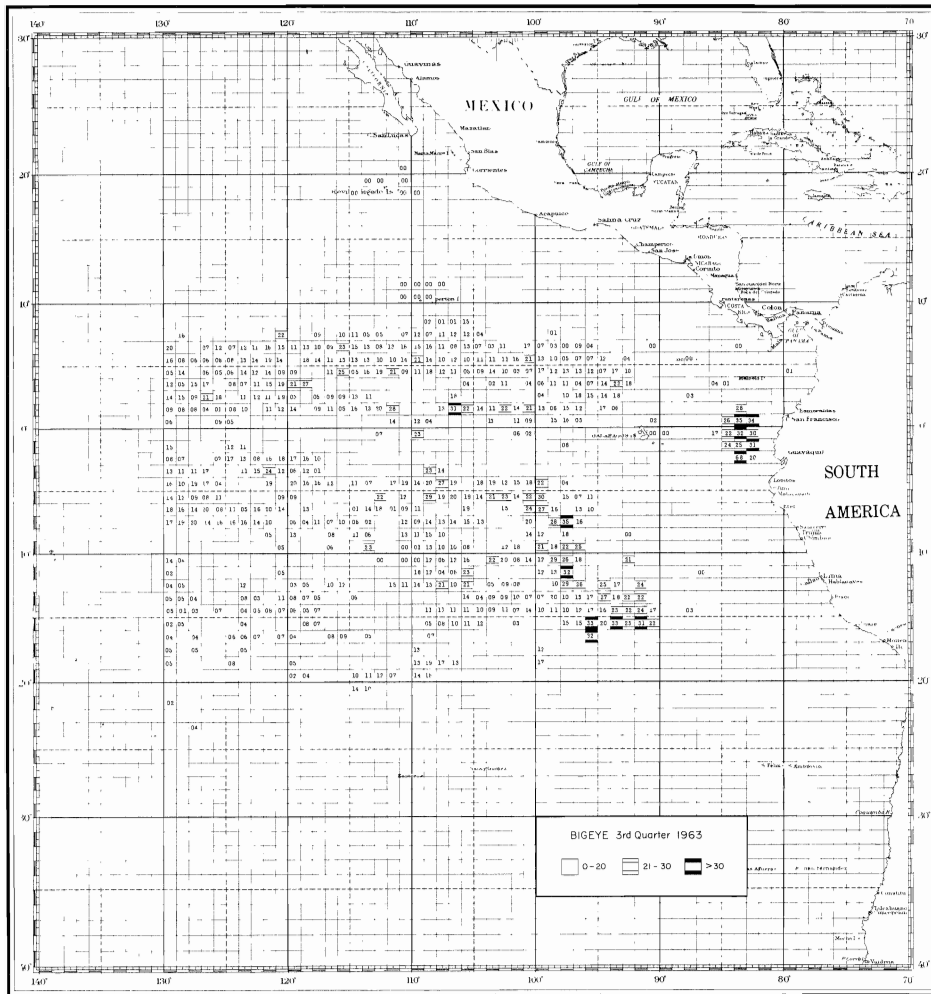


Figure 4c — Figura 4c

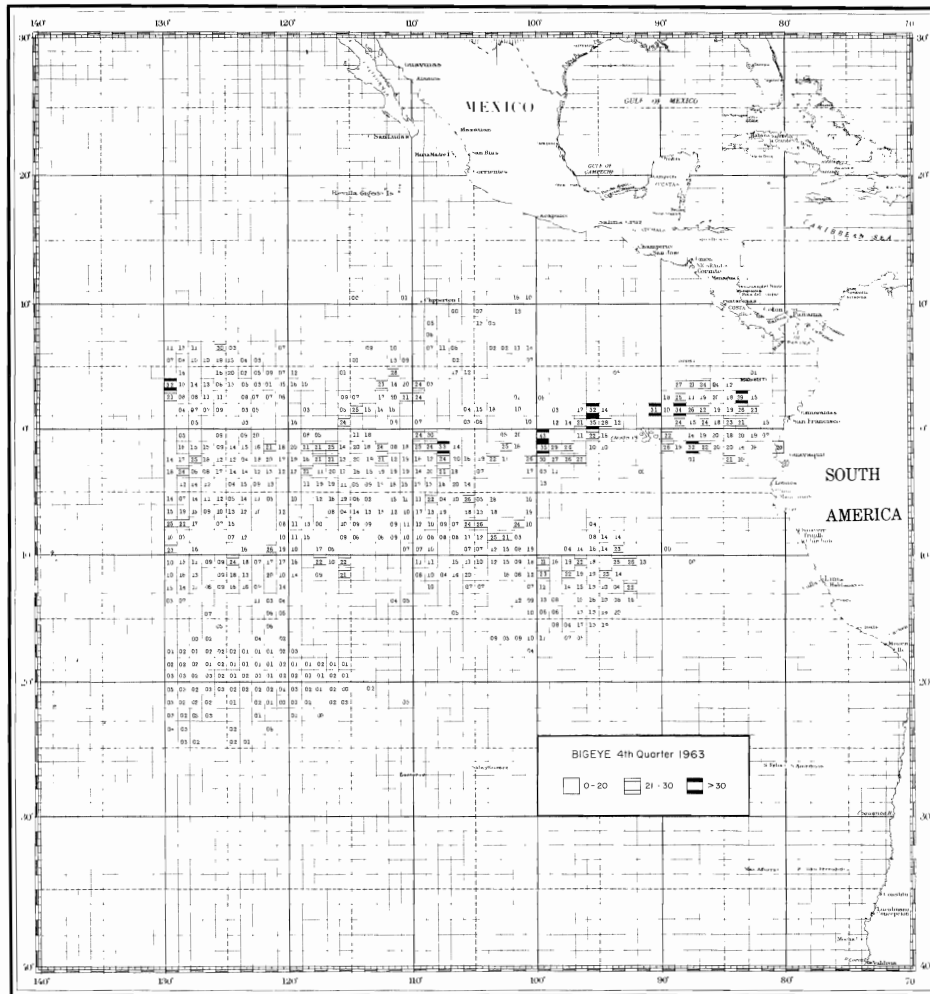


Figure 4d — Figura 4d

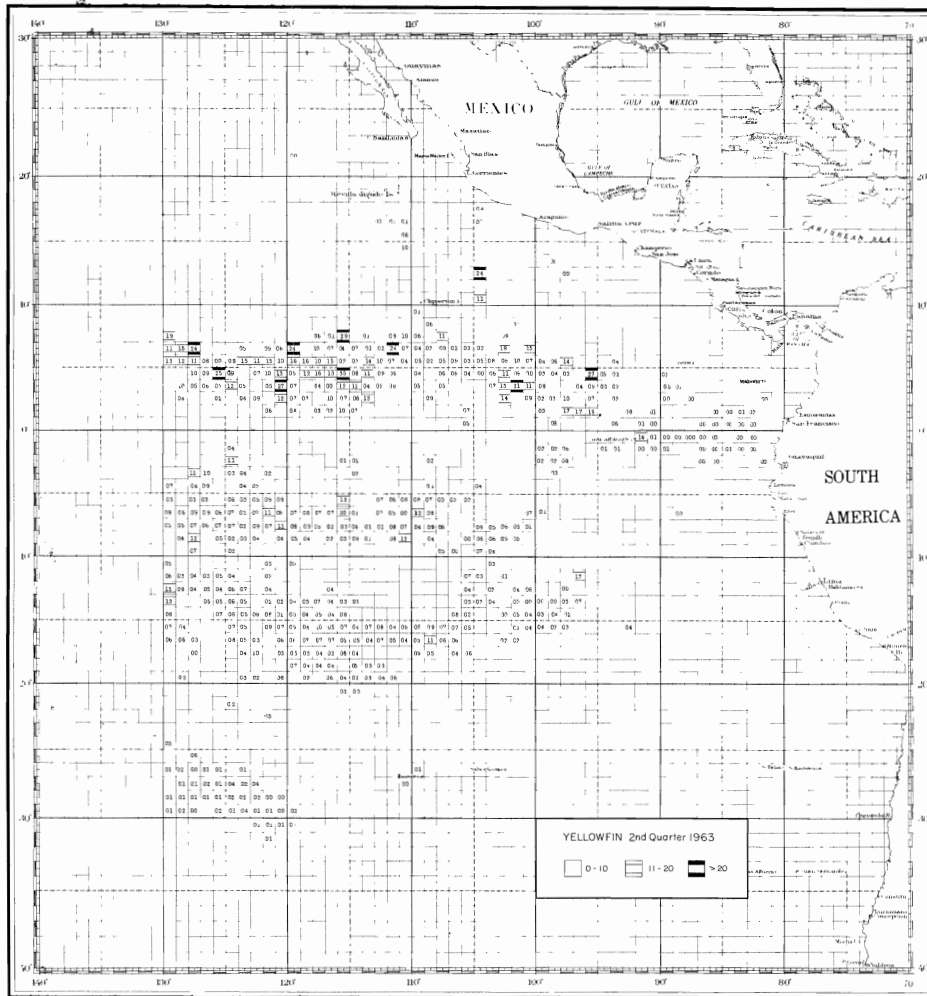


Figure 4f — Figura 4f

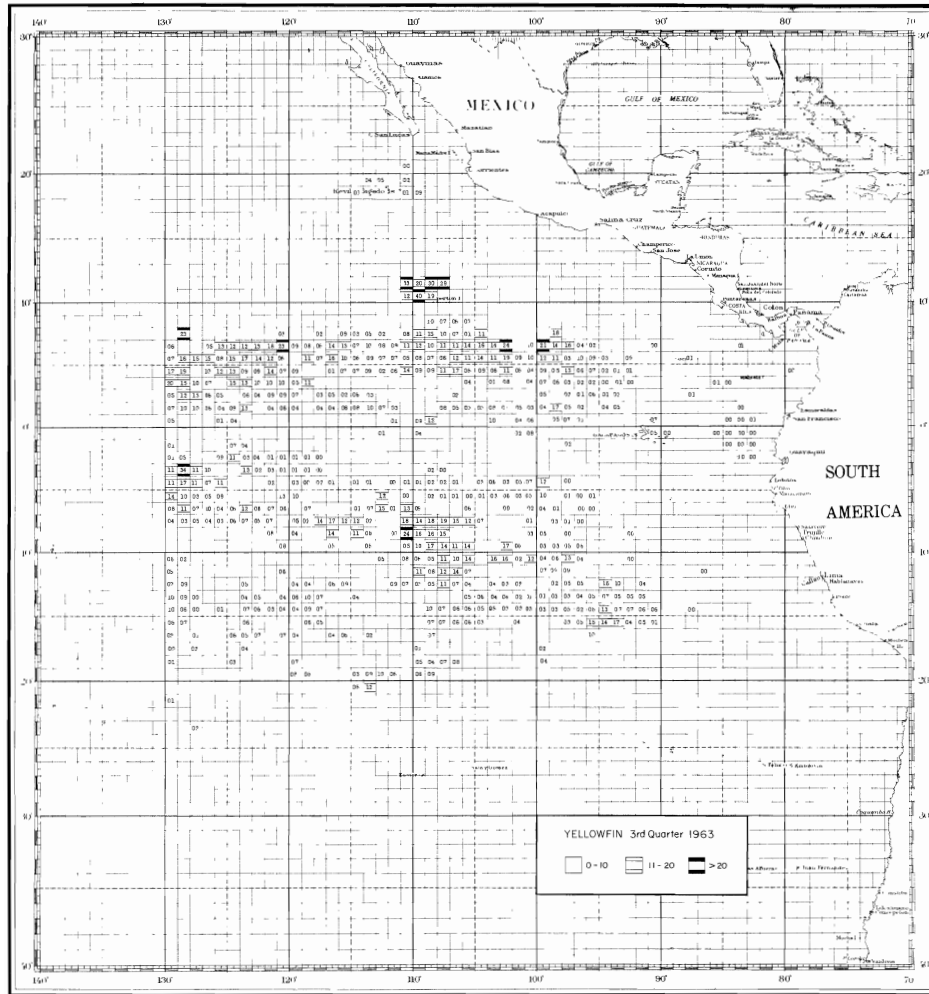


Figure 4g — Figura 4g

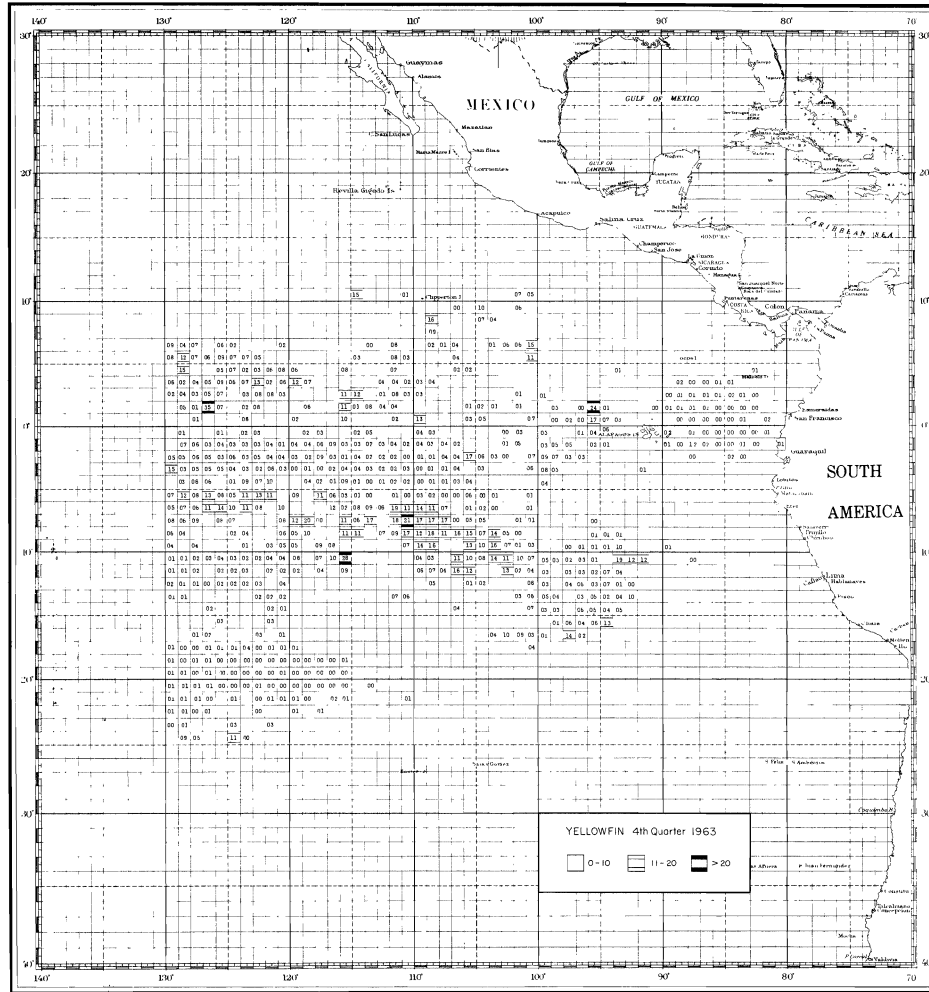


Figure 4h — Figura 4h

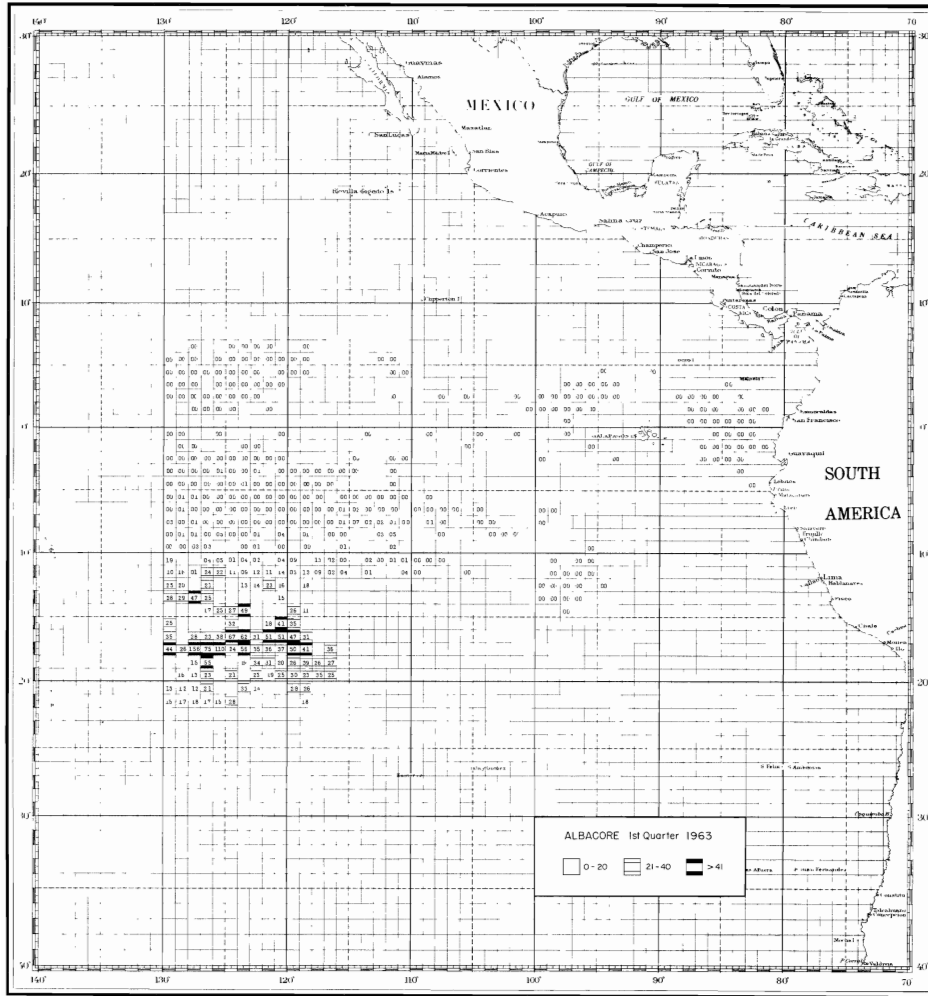


Figure 4i — Figura 4i

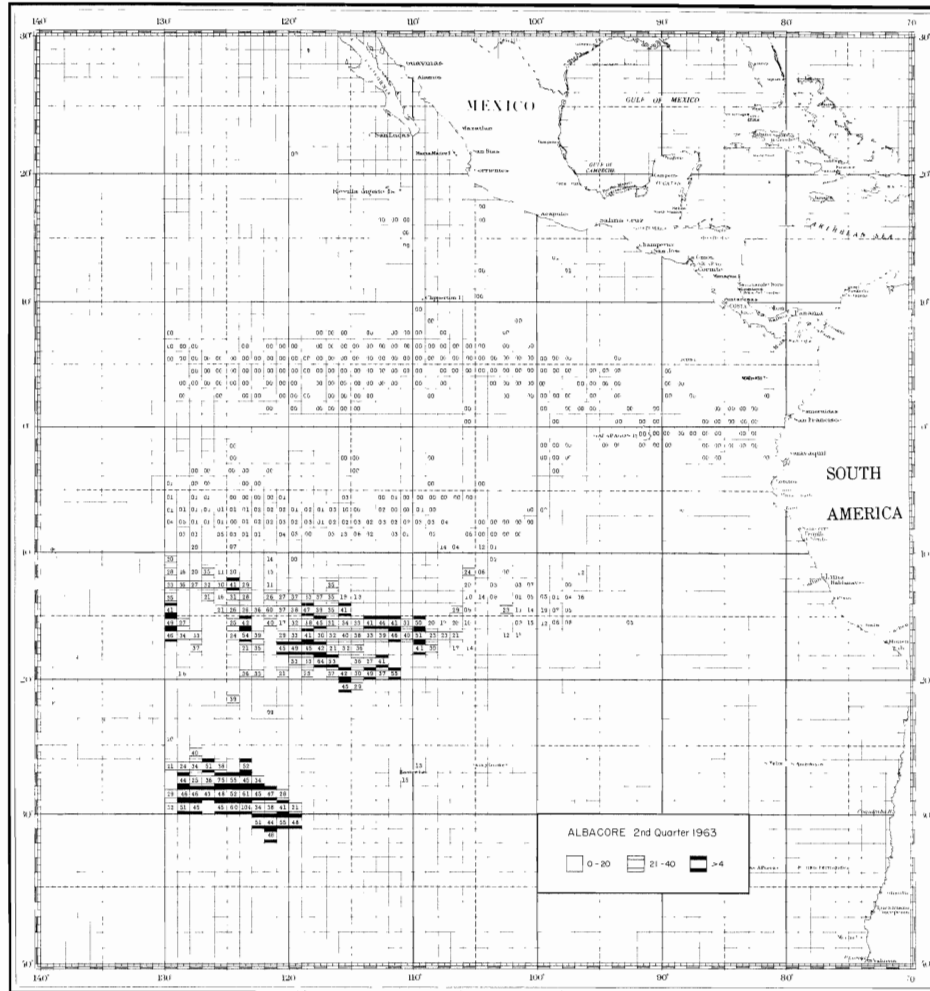


Figure 4j — Figura 4j

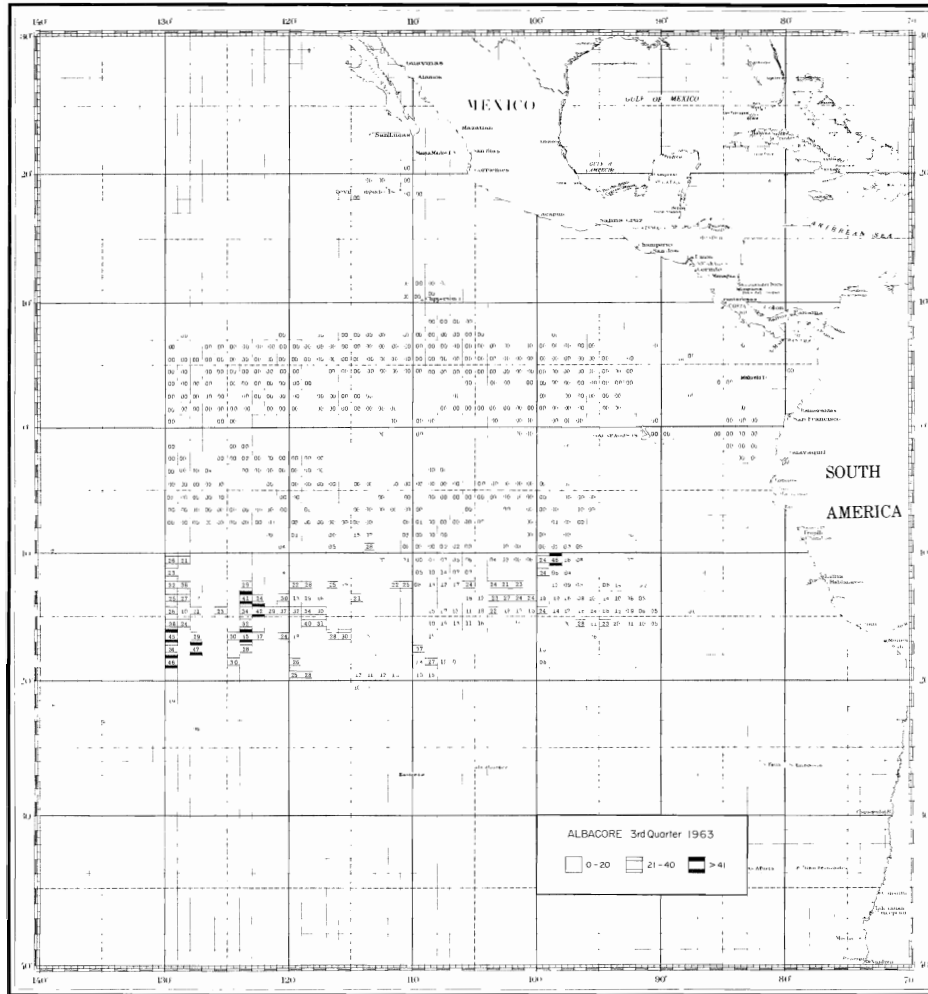


Figure 4k — Figura 4k

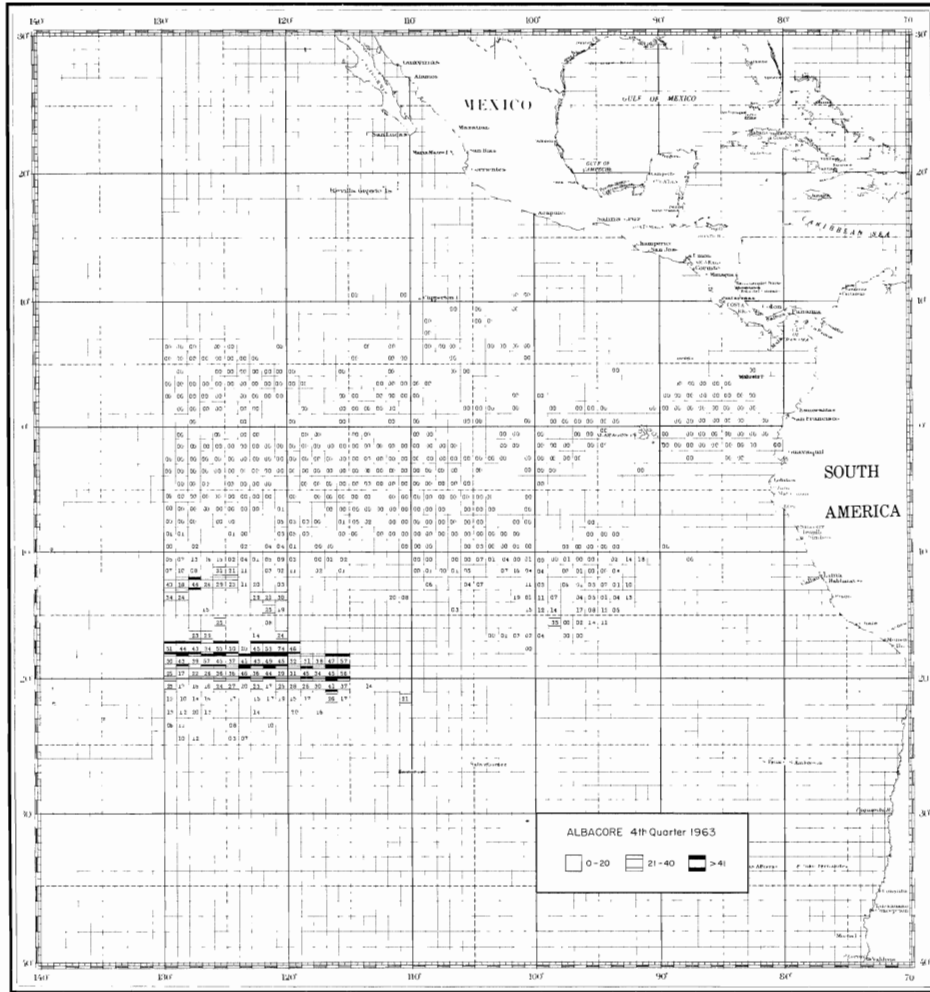


Figure 41 — Figura 41

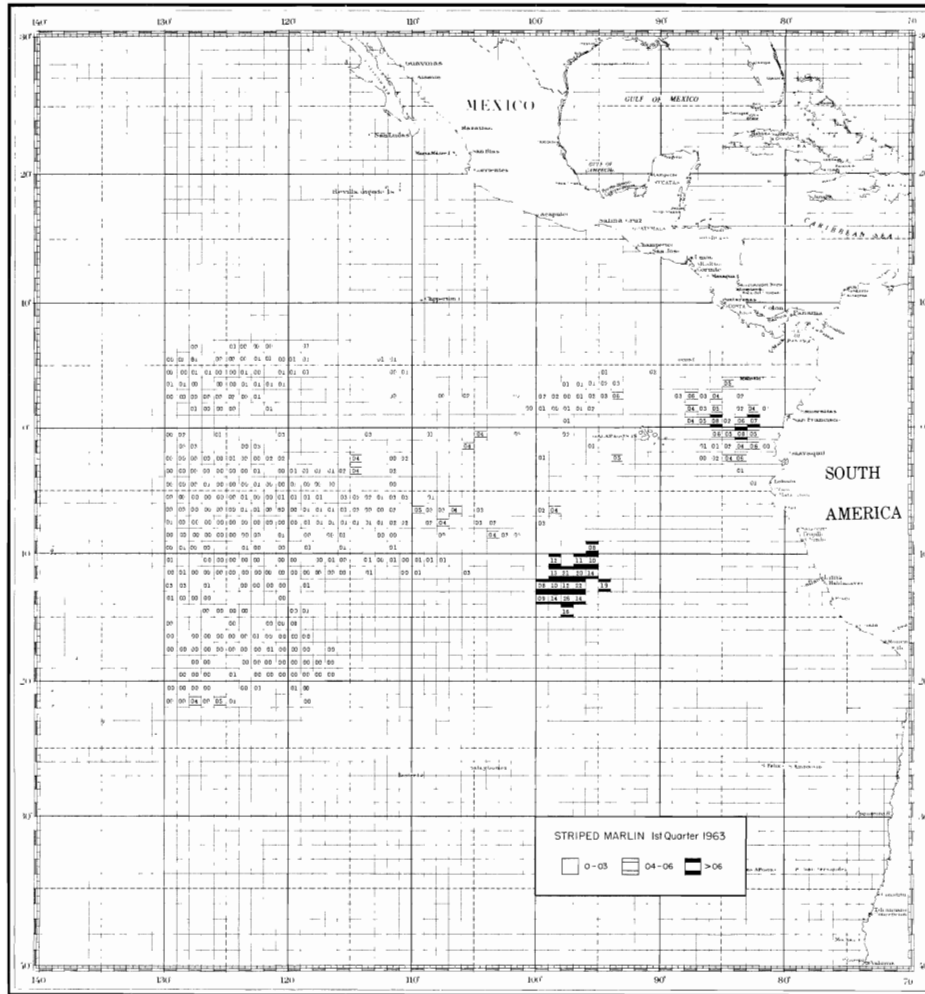


Figure 4m — Figura 4m

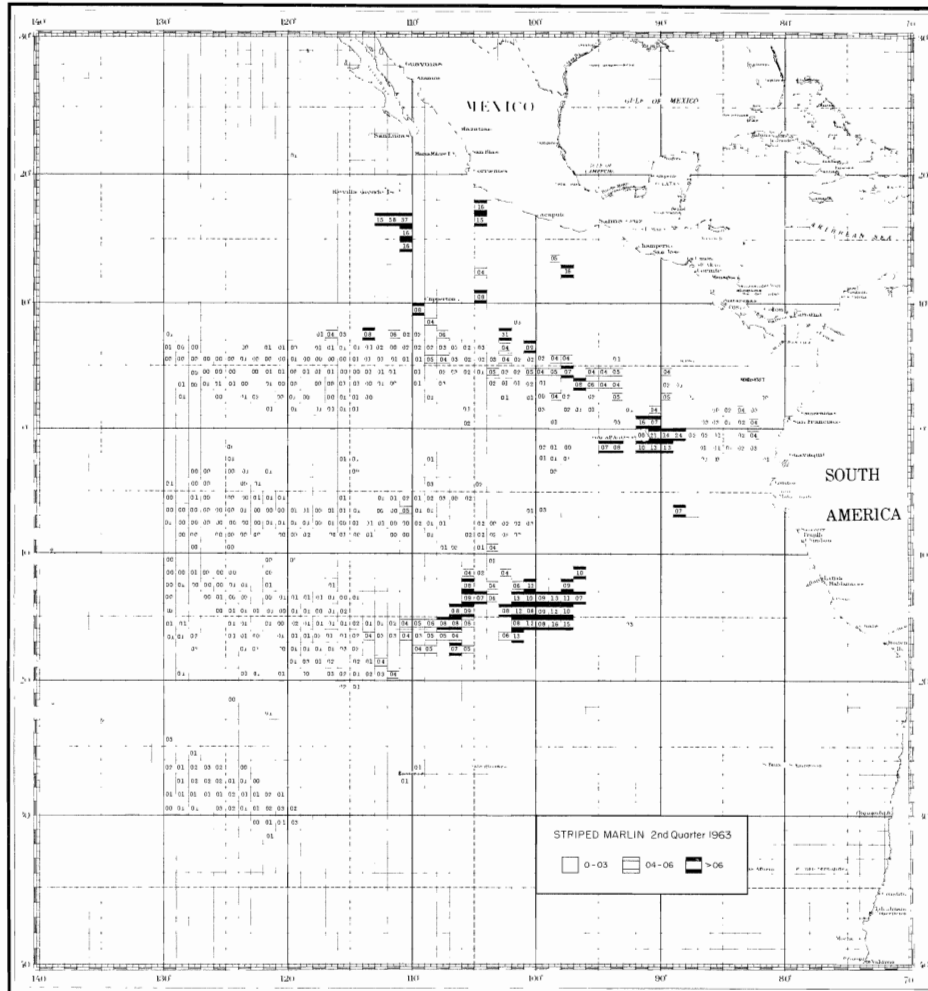


Figure 4n — Figura 4n

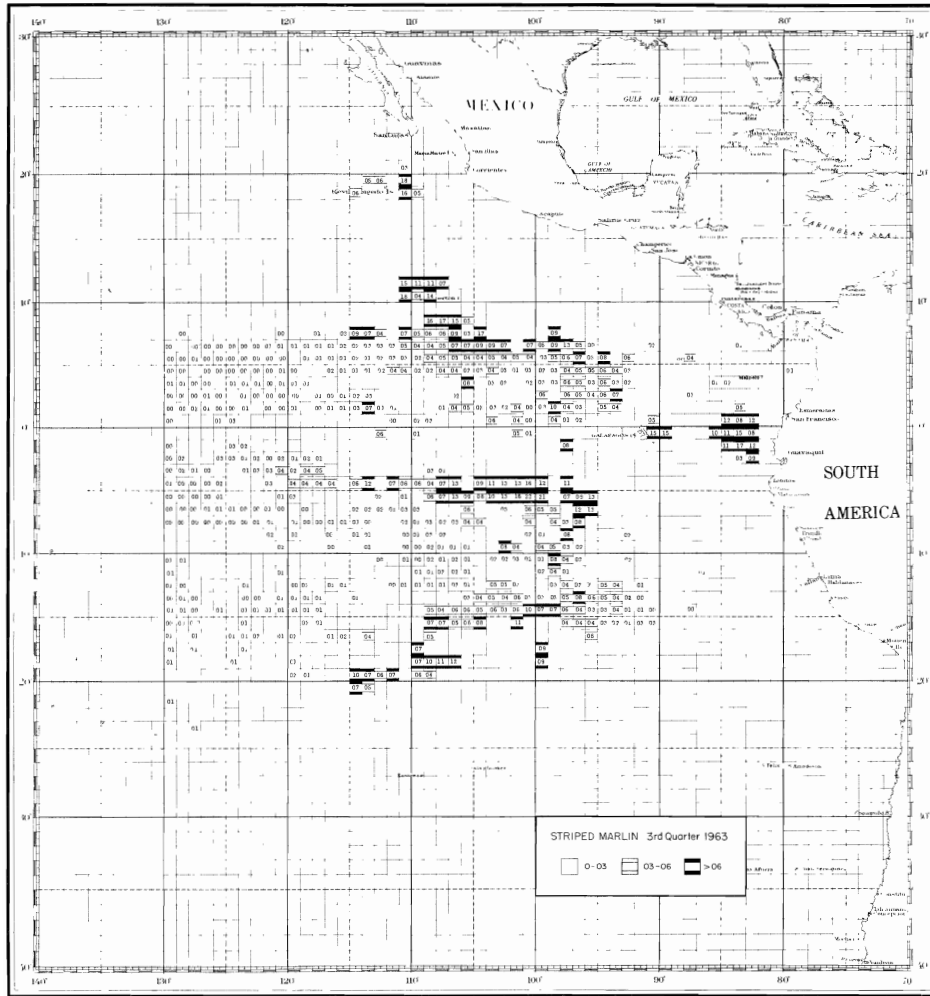


Figure 4o — Figura 4o

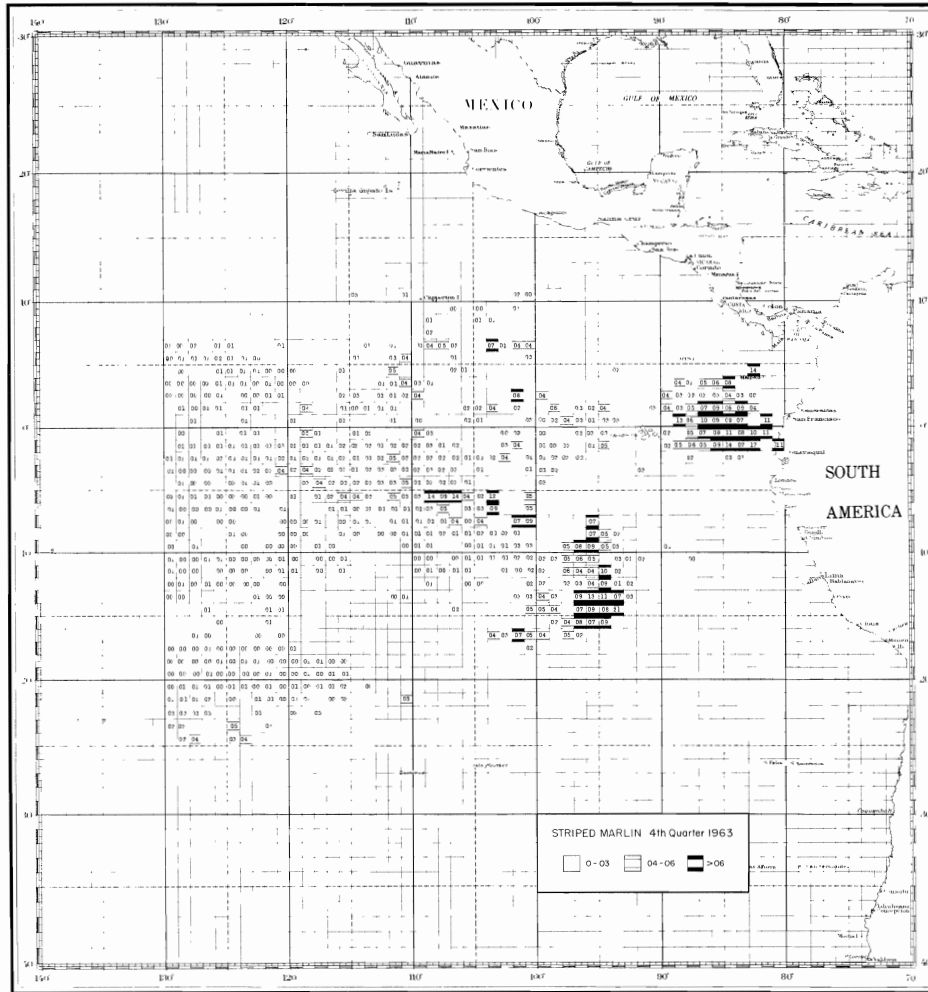


Figure 4p — Figura 4p

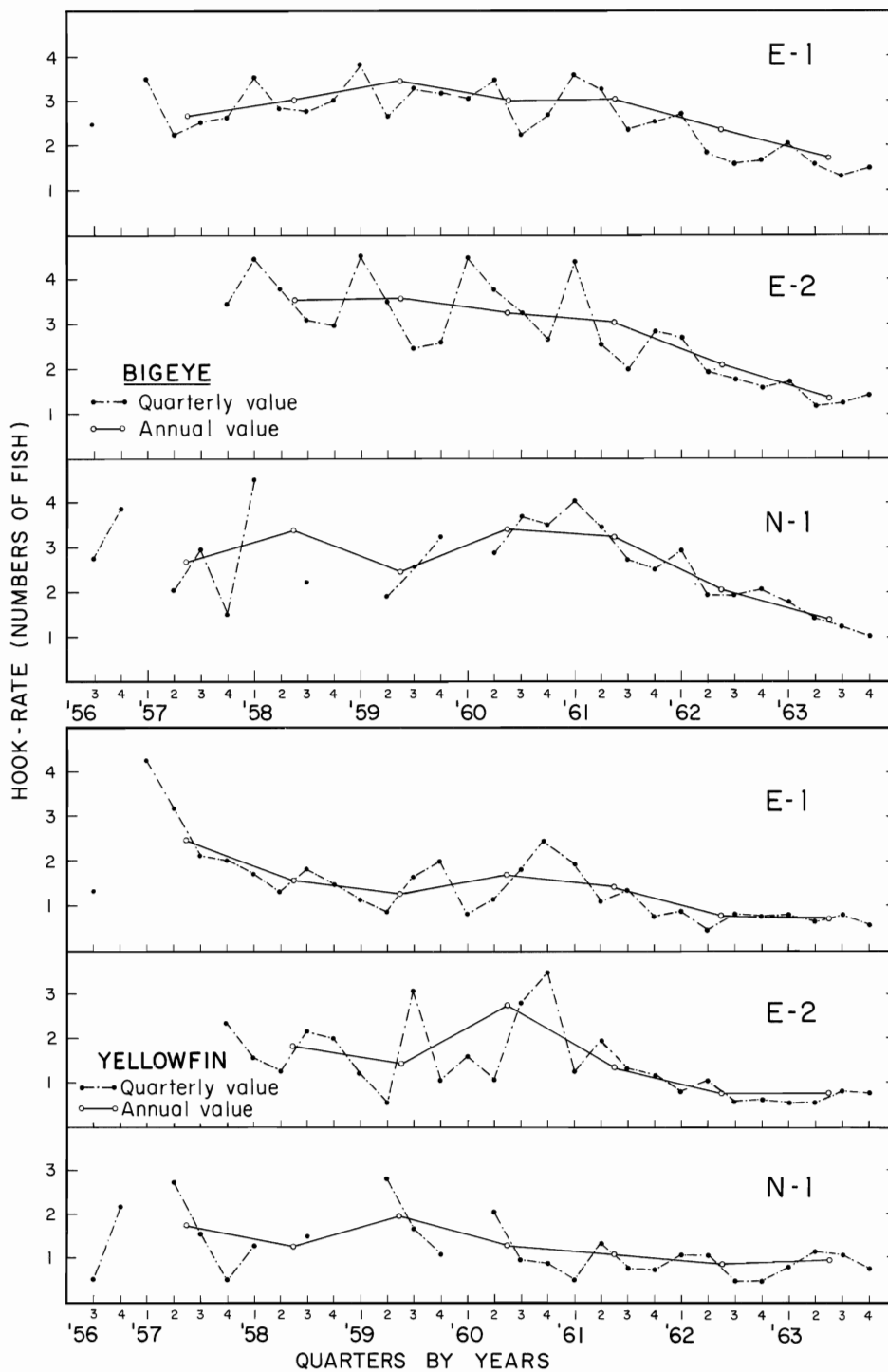


FIGURE 5a. Time series of hook-rates (quarterly and annual averages) for individual species by major fishing areas.
FIGURA 5a. Series de tiempo de las tasas de captura (promedios trimestrales y anuales) correspondientes a cada especie, por áreas principales de pesca.

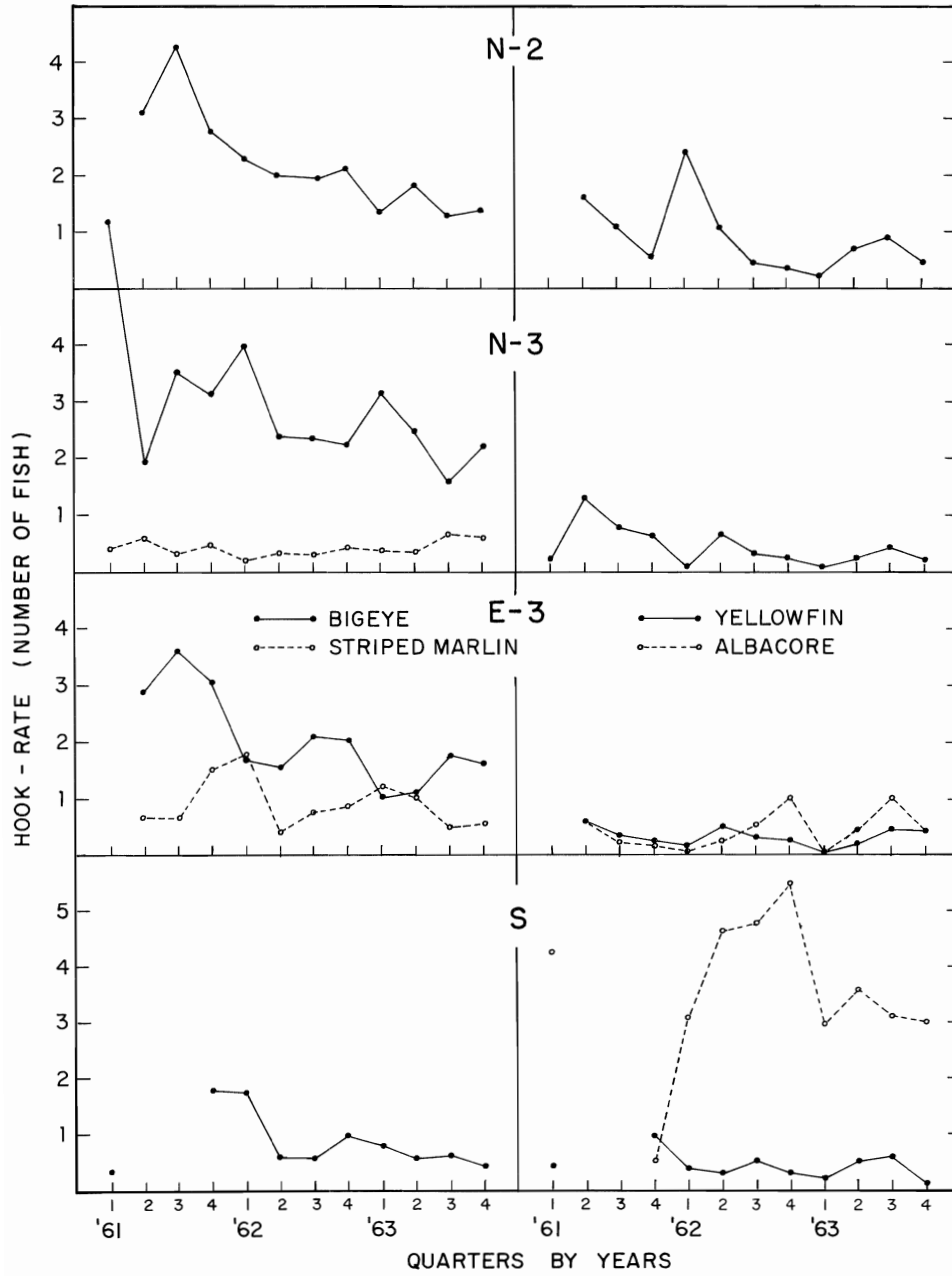


FIGURE 5b. Time series of hook-rates (quarterly and annual averages) for individual species by major fishing areas.

FIGURA 5b. Series de tiempo de las tasas de captura (promedios trimestrales y anuales) correspondientes a cada especie, por áreas principales de pesca.

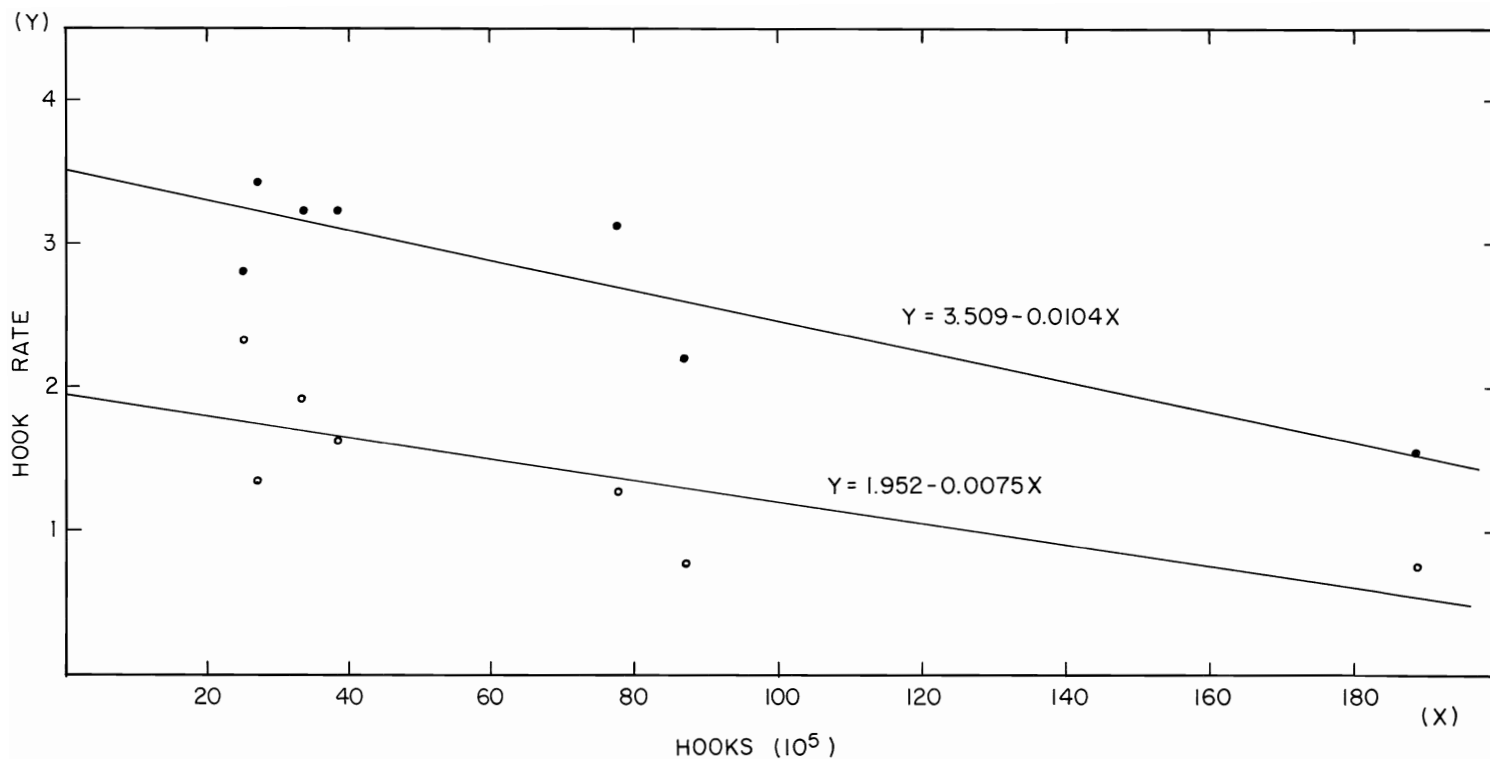


FIGURE 6. Relation between annual fishing effort and hook-rate for yellowfin tuna (open circles) and bigeye tuna for areas N-1, E-1 and E-2 combined.
 FIGURA 6. Relación entre el esfuerzo anual de pesca y la tasa de captura correspondientes al atún aleta amarilla (círculos blancos) y al patudo, en las áreas N-1, E-1 y E-2 combinadas.

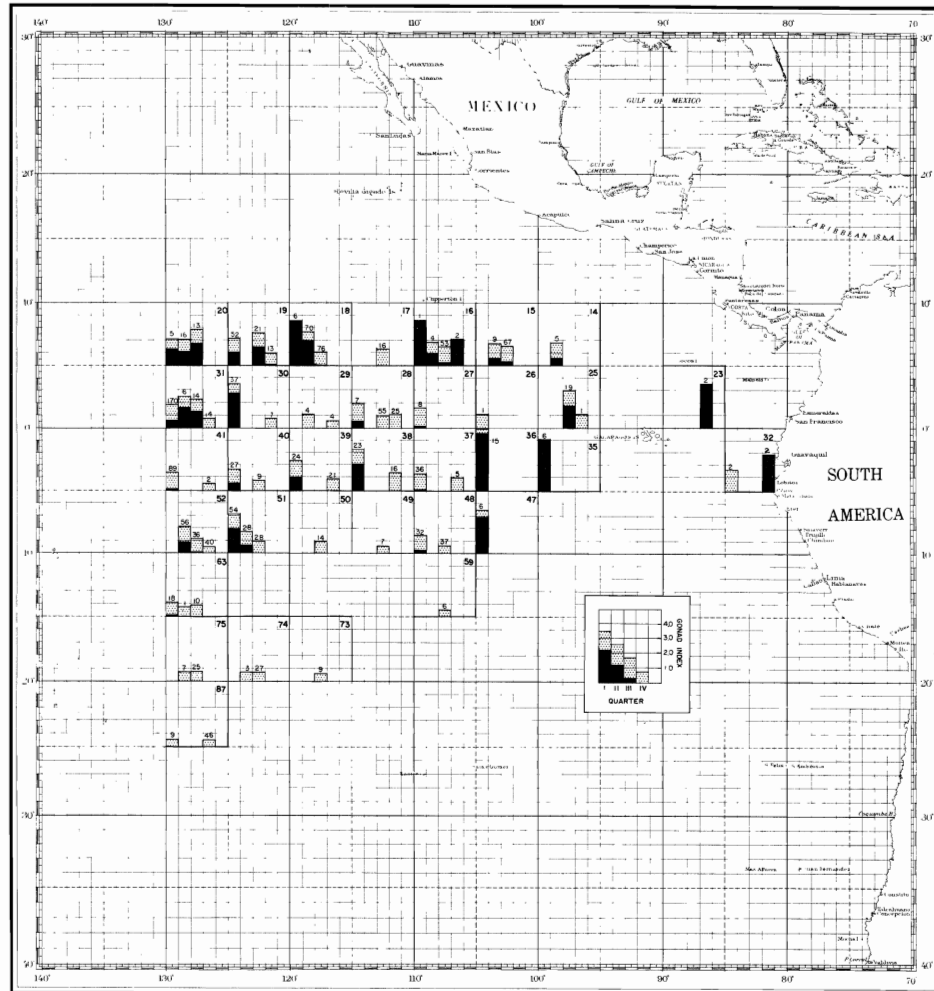


FIGURE 7. Data respecting gonad indices from samples in various geographical areas and quarters (see text for explanation).

FIGURA 7. Datos referentes a los índices de las gónadas de las muestras en diversos trimestres y áreas geográficas (véase el texto para su explicación).

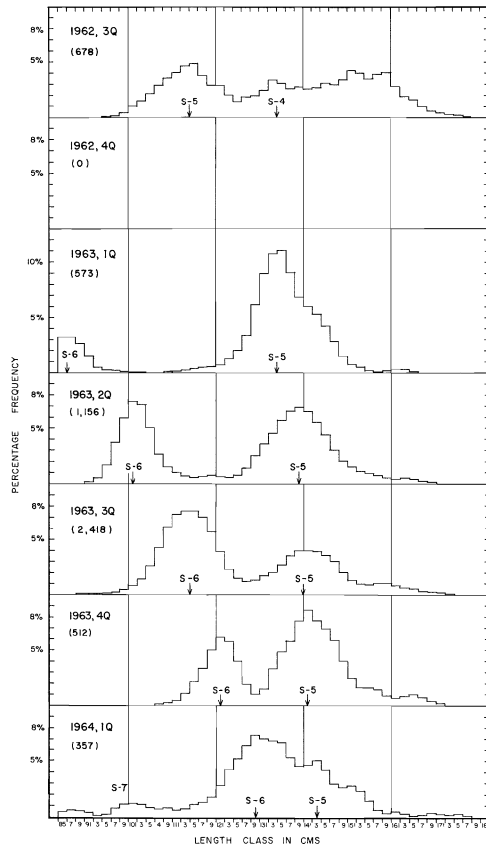


FIGURE 8a. Quarterly percentage length-frequency distributions of long-line-caught yellowfin tuna. (South of the equator, east of 130°W).

FIGURA 8a. Distribuciones trimestrales del porcentaje frecuencias-longitud del atún aleta amarilla capturado con palangre. (Al sur del ecuador y al este de los 130°W.)

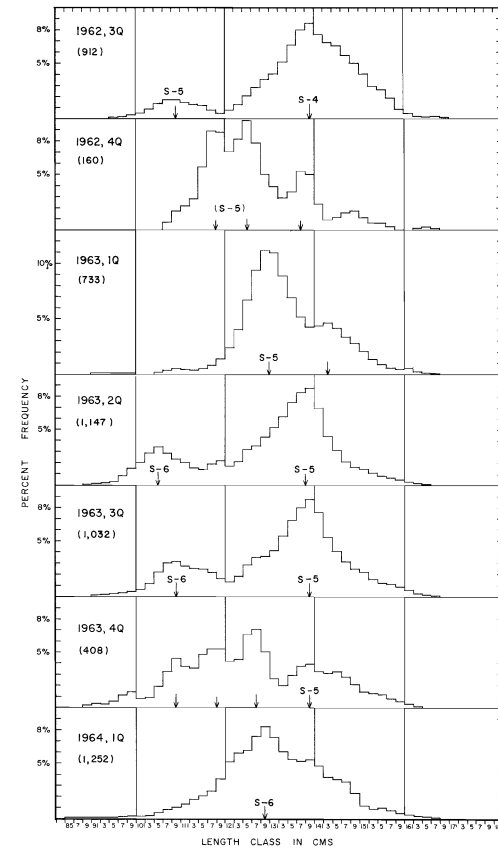


FIGURE 8b. Quarterly percentage length-frequency distributions of long-line-caught yellowfin tuna. (North of the equator, east of 130°W).

FIGURA 8b. Distribuciones trimestrales del porcentaje frecuencias-longitud del atún aleta amarilla capturado con palangre. (Al norte del ecuador y al este de los 130°W.)

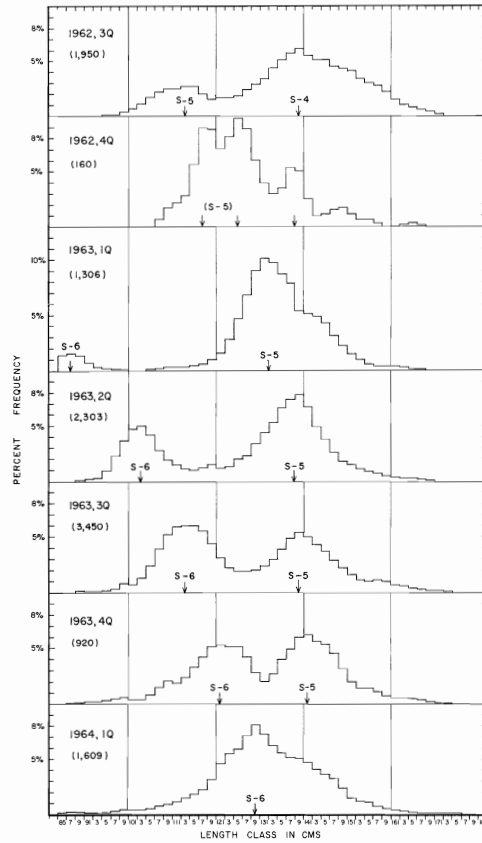


FIGURE 8c. Quarterly percentage length-frequency distributions of longline-caught yellowfin tuna. (Entire region east of 130°W .)
 FIGURA 8c. Distribuciones trimestrales del porcentaje frecuencias-longitud del atún aleta amarilla capturado con palangre. (En la región entera al este de los 130°W .)

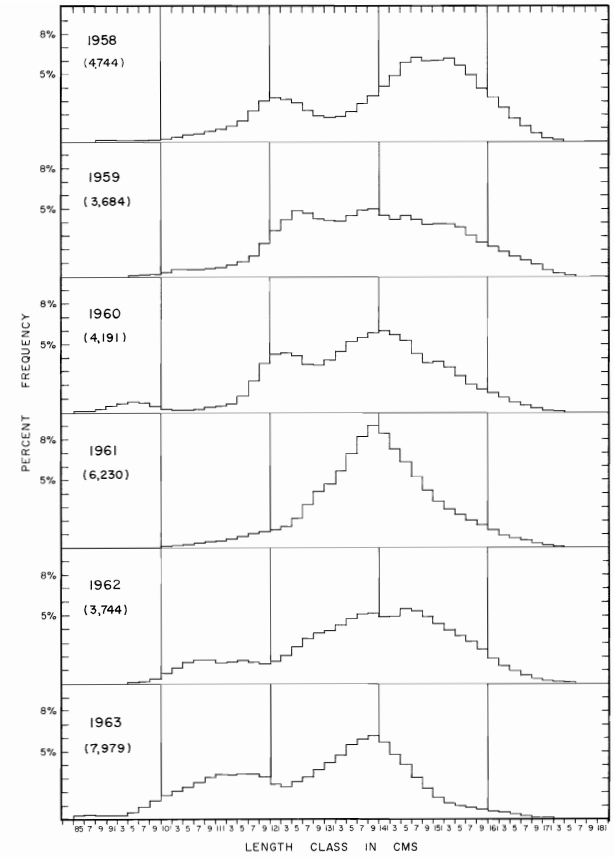


FIGURE 9. Annual percentage length-frequency distributions of longline-caught yellowfin tuna for the entire region east of 130°W , 1958-1963.
 FIGURA 9. Distribuciones anuales del porcentaje frecuencias-longitud del atún aleta amarilla capturado con palangre, correspondientes a la región entera al este de los 130°W , 1958-1963.

TABLE 1. Average gonad indices of yellowfin tuna by 5° areas and quarter of the year.

TABLA 1. Promedio de los índices de las gónadas del atún aleta amarilla, por áreas de 5° y trimestres del año.

| | 1st Quarter | | 2nd Quarter | | 3rd Quarter | | 4th Quarter | | |
|-----|----------------------------------|---------|---------------------------------|--------|----------------------------------|--------|---------------------------------|--------|------|
| | Number of fish | G.I. | Number of fish | G.I. | Number of fish | G.I. | Number of fish | G.I. | |
| | 1er Trimestre Número de peces | I.G. | 2º Trimestre Número de peces | I.G. | 3er Trimestre Número de peces | I.G. | 4º Trimestre Número de peces | I.G. | |
| N-1 | 18 | 6(6) | 3.48 | 70(50) | 2.67 | 76(3) | 1.02 | — | — |
| | 19 | 52(24) | 2.19 | — | — | 21(12) | 2.50 | 13(2) | 0.95 |
| | 20 | 5(3) | 2.12 | 16(8) | 2.08 | 13(8) | 2.83 | — | — |
| | 29 | — | — | 4(0) | 1.05 | — | — | 4(0) | 0.60 |
| | 30 | 37(30) | 3.41 | — | — | — | — | 7(0) | 0.74 |
| | 31 | 170(55) | 1.84 | 6(4) | 2.84 | 14(8) | 2.24 | 14(0) | 0.71 |
| N-2 | 15 | — | — | 9(3) | 1.77 | 67(11) | 1.52 | — | — |
| | 16 | 1(1) | 3.57 | 4(2) | 1.83 | 53(11) | 1.44 | 2(2) | 2.14 |
| | 17 | — | — | — | — | 16(0) | 1.32 | — | — |
| | 26 | 1(0) | 1.06 | — | — | — | — | — | — |
| | 27 | 8(1) | 1.68 | — | — | — | — | — | — |
| | 28 | 7(2) | 1.89 | — | — | 55(1) | 0.96 | 25(0) | 1.04 |
| | 36 | 15(14) | 5.00 | — | — | — | — | — | — |
| N-3 | 14 | — | — | 5(2) | 1.76 | — | — | — | — |
| | 23 | — | — | — | — | — | — | 2(2) | 3.55 |
| | 25 | — | — | — | — | 19(12) | 2.94 | 1(0) | 1.12 |
| | 32 | 2(0) | 1.65 | — | — | — | — | 2(2) | 2.85 |
| | 35 | 6(6) | 4.07 | — | — | — | — | — | — |
| E-1 | 39 | 24(10) | 2.32 | — | — | — | — | 21(0) | 0.77 |
| | 40 | 27(9) | 1.69 | — | — | 9(0) | 0.70 | — | — |
| | 41 | 89(9) | 1.39 | — | — | — | — | 2(0) | 0.55 |
| | 50 | — | — | — | — | 14(0) | 0.96 | — | — |
| | 51 | 54(32) | 3.18 | 28(10) | 1.73 | 28(0) | 0.96 | — | — |
| | 52 | — | — | 56(22) | 2.16 | 36(3) | 1.18 | 40(0) | 0.53 |
| E-2 | 37 | 36(3) | 1.25 | — | — | — | — | 5(0) | 0.88 |
| | 38 | 23(14) | 3.27 | — | — | — | — | 16(0) | 1.36 |
| | 47 | 6(5) | 3.46 | — | — | — | — | — | — |
| | 48 | 32(6) | 1.41 | — | — | 37(0) | 0.65 | — | — |
| | 49 | — | — | — | — | 7(0) | 0.59 | — | — |
| | 59 | — | — | — | — | 6(0) | 0.50 | — | — |
| S | 63 | 18(2) | 1.17 | 1(0) | 0.70 | 10(0) | 0.86 | — | — |
| | 73 | — | — | — | — | 9(0) | 0.61 | — | — |
| | 74 | — | — | 3(0) | 0.70 | 27(0) | 0.73 | — | — |
| | 75 | — | — | 7(0) | 0.70 | 25(0) | 0.76 | — | — |
| | 87 | 9(0) | 0.56 | — | — | — | — | 46(0) | 1.14 |

TABLE 2. Quarterly progressions of modal positions, in cm, of year classes in the catch of yellowfin by the long-line fishery.

TABLA 2. Progresiones trimestrales de posiciones modales, en cm, de las clases anuales en la captura del atún aleta amarilla por la pesquería palangrera.

| Year Año | Quarter Trimestre | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 |
|-------------|----------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| N | 1 | | | 91 | | | 87 |
| | 2 | | | 96 | | 105 | 103 |
| | 3 | 120* | 105 | 119* | 113 | 113 | 113 |
| | 4 | 122 | 120 | 121 | 119 | ? | 121 |
| N+1 | 1 | 125 | 125 | 130 | 127 | 132 | 129 |
| | 2 | — | — | 136 | 133 | 138 | |
| | 3 | 137 | 139* | 140 | 139 | 139 | |
| | 4 | | 137 | 139 | | 141 | |

*These are represented by samples in September only.
Estas están representadas solamente por las muestras de septiembre.

TABLE 3. Average weight, in kilograms, of yellowfin tuna. The data for years prior to 1962 were retabulated from Table 4 of Suda and Schaefer (1965b).

TABLA 3. Peso promedio en kilogramos del atún aleta amarilla. Los datos de los años anteriores a 1962 fueron retabulados según la Tabla 4 de Suda y Schaefer (1965b).

- a. Average for areas north of the equator (major areas N-1, N-2 and N-3 combined) and south of the equator (major areas E-1, E-2 and S combined) by half-year in 1962 and 1963.

Promedio correspondientes a las áreas al norte del ecuador (áreas principales N-1, N-2 y N-3 combinadas) y al sur del ecuador (áreas principales E-1, E-2 y S combinadas) por semestres en 1962 y 1963.

| Season Estación | North of the equator Norte del ecuador | South of the equator Sur del ecuador |
|--------------------|---|---|
| 1962 | 1st | 60.8 |
| | 2nd | 53.7 |
| 1963 | 1st | 44.1 |
| | 2nd | 44.5 |

- b. Average values for whole year and all major areas combined.
Valores promedio de años completos y de todas las áreas principales combinadas.

| | |
|------|------|
| 1958 | 60.5 |
| 1959 | 57.1 |
| 1960 | 57.0 |
| 1961 | 55.2 |
| 1962 | 55.2 |
| 1963 | 45.5 |

TABLE 4. Percentage and hook-rate of large, medium, and small categories of yellowfin for each half-year by areas north of the equator (areas N-1, N-2 and N-3) and south of the equator (areas E-1, E-2 and S), in 1962 and 1963. Large: over 150 cm; medium: 130-150 cm; small: below 130 cm.

TABLA 4. Porcentaje y tasa de captura por anzuelo de las categorías grande, mediana y pequeña correspondientes a cada semestre, por áreas al norte del ecuador (áreas N-1, N-2 y N-3) y al sur del ecuador (áreas E-1, E-2 y S), en 1962 y 1963. Categoría pequeña: menos de 130 cm; mediana: 130-150 cm; grande: sobrepasando los 150 cm.

| Area | Season | S | Percentage | | Hook-rate* | | | Total |
|---------------------------------------|----------|------|------------|------|------------|------------------|------|-------|
| | | | M | L | S | M | L | |
| Area | Estación | P | Porcentaje | G | P | Tasa de captura* | G | Total |
| | | | M | | M | | | |
| Northern area Area del norte | 1962 1st | 34.5 | 41.5 | 24.1 | 0.33 | 0.40 | 0.23 | 0.97 |
| | 2nd | 40.3 | 28.7 | 31.0 | 0.17 | 0.12 | 0.13 | 0.42 |
| | 1963 1st | 39.5 | 55.0 | 5.5 | 0.34 | 0.47 | 0.05 | 0.85 |
| | 2nd | 56.1 | 35.1 | 8.8 | 0.49 | 0.31 | 0.08 | 0.87 |
| Southern area Area del sur | 1962 1st | 15.5 | 56.6 | 27.9 | 0.11 | 0.41 | 0.20 | 0.73 |
| | 2nd | 22.5 | 64.0 | 13.5 | 0.12 | 0.35 | 0.07 | 0.54 |
| | 1963 1st | 39.6 | 54.8 | 5.6 | 0.36 | 0.50 | 0.05 | 0.91 |
| | 2nd | 44.2 | 48.3 | 7.4 | 0.23 | 0.25 | 0.04 | 0.52 |

*Hook-rates for 1963 were calculated from major areas N-1 and N-2 for the northern area and from major areas E-1 and E-2 for the southern area.

Las tasas de captura correspondientes a 1963 fueron calculadas según los datos de las áreas principales N-1 y N-2 del área del norte y según los datos de las áreas principales E-1 y E-2 del área del sur.

**ESTUDIOS SOBRE LA PESQUERIA PALANGRERA JAPONESA
DEL ATUN Y EL MARLIN, EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL TROPICAL DURANTE 1963¹**

por

Susumu Kume^{2, 3} y Milner B. Schaefer²

EXTRACTO

Durante 1963 el área de operación de la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental se extendió más y se incrementó el esfuerzo total de pesca. Se presentan cartas indicando la distribución del esfuerzo y las tasas de captura por especies, para las áreas principales de pesca; y se muestran las tasas de captura por especies y por trimestres del año en áreas de un grado de latitud y longitud. En la región recientemente explotada al norte de los 10°N, los principales elementos de la captura son el atún aleta amarilla y el marlín rayado, mientras aproximadamente al sur de los 20°S en la región recientemente pescada al sur de las primeras áreas de pesca la albacora predomina en la captura. La continua merma en las tasas de captura del patudo en asociación con el incremento en el esfuerzo de pesca, indica que ha habido una real reducción en la abundancia de esta especie y que puede ser el resultado de los efectos de la pesquería sobre el stock. Los cambios en las tasas de captura del atún aleta amarilla parecen estar asociados con los efectos sobre el stock tanto de la pesquería palangrera como de la pesca de superficie por barcos rederos y de carnada. No hay tendencias perceptibles en la abundancia aparente del marlín rayado o la albacora en el corto período de años de los que se disponen datos. Se presenta información referente a la distribución estacional y geográfica del desove del atún aleta amarilla basado en el examen de las gónadas. El análisis de los datos sobre la composición de tallas del atún aleta amarilla correspondiente a 1958-1964 indica que la pesca palangrera depende cada vez más de las clases anuales recientemente reclutadas, confirmando aún más el efecto que tiene la pesquería sobre el stock. La pesquería palangrera coge casi toda su pesca de atún aleta amarilla de dos clases anuales cada año, durante su tercer y cuarto año de vida.

INTRODUCCION

La pesquería palangrera japonesa en el Pacífico oriental, en la región al este de los 130°W, que fue comenzada en la margen occidental de esa región a fines de 1956 y principios de 1957, desarrollándose con bastante rapidez hacia el este hasta 1962, tiene por objeto la captura del atún y el marlín. Un análisis general del desarrollo de esta pesquería, hasta el tercer trimestre de 1962, ha sido publicado por Suda y Schaefer (1965a). Los

¹Esta investigación fue subvencionada por el Atomic Energy Commission, Contrato AT(11-1)-34, Proyecto 99, y por la Comisión Interamericana del Atún Tropical.

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

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

años de 1961 y 1962, que Suda y Schaefer designaron como Período III, vieron un rápido esparcimiento hacia el este, de las localidades de pesca, y un aumento en el esfuerzo de pesca. Durante 1963, año que representa un desarrollo todavía mayor, hubo un incremento aún más notorio en el esfuerzo de pesca, una extensión geográfica más amplia de la pesquería y una continuación de la aceleración en la pesca de la albacora y del marlín rayado relacionada con el patudo y el atún aleta amarilla. En el presente estudio documentamos y analizamos este desarrollo en la pesca y ampliamos el análisis de Suda y Schaefer (1965a) referente a los cambios en la abundancia aparente del patudo y del atún aleta amarilla y a su relación con la intensidad de pesca.

Además el presente estudio comprende una información relativa a la actividad sexual del atún aleta amarilla, basada sobre los índices de las gónadas, calculados según los datos obtenidos por investigadores a bordo de embarcaciones de exploración y entrenamiento, y también ofrece información adicional a la presentada por Suda y Schaefer (1965b), sobre la composición de tallas del atún aleta amarilla.

RECONOCIMIENTO

Deseamos expresar nuestra gratitud al Dr. Aiji Takashiba, Director actual del Nankai Regional Fisheries Research Laboratory y a su antecesor Dr. H. Nakamura, quienes gentilmente hicieron los arreglos para que el autor principal de este trabajo, pudiera visitar en calidad de becado después de su doctorado, el Institute of Marine Resources de la Universidad de California durante los años de 1964 y 1965, y por el permiso otorgado para utilizar los datos recolectados por el personal del Nankai Regional Fisheries Research Laboratory, que constituyen la base del presente trabajo. Deseamos también agradecer al Dr. J. L. Kask, Director de Investigaciones de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, la ayuda adicional que brindó a este estudio.

Debe agradecerse asimismo, a diversos miembros del personal de la CIAT, especialmente a C. J. Orange, quien proporcionó asistencia en la tarea de resumir y ordenar los datos estadísticos de pesca, lo mismo que a E. B. Davidoff y a C. T. Psaropulos, quienes nos permitieron usar sus programas de cómputo para el compendio y ordenamiento de los datos respectos a las frecuencias de tallas del atún aleta amarilla, obtenidos en la pesquería palangrera.

ORIGEN DE LOS DATOS

El origen y la naturaleza de los datos referentes al esfuerzo de pesca, a las capturas y a su distribución geográfica, son esencialmente los mismos que en el caso del informe anterior presentado por Suda y Schaefer (1965a), en el que se ofrece una descripción detallada de los métodos de recolección y ordenamiento de los datos de los cuadernos de bitácora de la pesquería

palangrera japonesa. En el Apéndice I se indica la inclusión del porcentaje estimado según las estadísticas de los cuadernos de bitácora correspondientes a los años 1962 y 1963, y el peso promedio de cada una de las especies, los que se usan para convertir las cantidades de peces capturados, a peso, junto con estimaciones para cada trimestre de cada año, del número de anzuelos utilizados y captura de cada especie en cantidad y peso. Se llegó a estas estimaciones, según lo describen Suda y Schaefer, al aplicar a los datos obtenidos de los cuadernos de bitácora, el factor de corrección apropiado para el porcentaje de inclusión.

Debe notarse que las estimaciones del esfuerzo total de pesca y de la captura total, en el Apéndice I y en cualquier otra parte de este estudio, correspondientes a 1962, difieren de las estimaciones de Suda y Schaefer. Por esto es que fue necesario revisar estas estimaciones, debido al hecho de que el porcentaje de inclusión durante los tres primeros trimestres de 1962 fue substancialmente menor que el porcentaje estimado por Suda y Schaefer. Las tabulaciones finales de las estadísticas de captura de la pesquería palangrera de atún de 1962, que fueron completadas en el laboratorio de Nankai después de preparar su publicación, indican que la inclusión fue relativamente baja durante 1962 debido a una situación especial en aquel año, que respondía a las siguientes circunstancias: Algunos de los datos de los cuadernos de bitácora de las grandes compañías pesqueras y de las asociaciones cooperativas prefecturales de la pesca de atún, no fueron obtenidos. Los datos de los operadores de estos barcos habían sido enviados previamente al Laboratorio de Nankai. Se había planeado que esos datos se enviarían a la División de Estadísticas e Investigación del Ministerio Forestal y de Agricultura que proporcionaría las estadísticas al Laboratorio de Nankai. Desafortunadamente este programa no fue cumplido realmente, por lo tanto la cantidad de datos de 1962 de que pudo disponer el Laboratorio de Nankai, fue menos que lo previsto. Además, aumentó el número de barcos palangreros, especialmente de grandes barcos que descargaban su pesca directamente en las fábricas o en otros muelles que no fueron los de los mercados de pescado. Como la mayoría de los datos de los cuadernos de bitácora fueron obtenidos de los barcos que descargaban en los mercados de pescado, el resultado fue una pérdida de información, lo que hizo disminuir el porcentaje de inclusión.

Con respecto a 1963, el sistema de recolección de las estadísticas de pesca tuvo como resultado una inclusión mejor; la estimación preliminar de la inclusión correspondiente a los cuatro trimestres de aquel año, fue de 45%, 45%, 40% y 40%, respectivamente.

Los datos sobre el peso de los ovarios y la longitud de los peces, de los que fueron recolectados, usados para el cálculo del índice gonosomático, fueron recogidos por barcos palangreros experimentales y de entrenamiento, bajo el Programa de Investigación Cooperativa del Atún, organizado por el Nankai Regional Fisheries Research Laboratory (Kikawa 1962). Se

pesaron los ovarios a los 10 gramos más próximos, sobre una balanza de cruz a bordo del barco, inmediatamente después de capturado el pez. Datos de esta clase fueron obtenidos de 1,579 especímenes de atún aleta amarilla cuya longitud varió de 60 a 167 cm, durante el período de julio de 1962 a marzo de 1964.

Los datos sobre la composición de tallas del atún aleta amarilla, presentados y analizados en el presente estudio, fueron obtenidos en el curso de este mismo programa de investigación cooperativa, y comprenden también el período de julio de 1962 a marzo de 1964. Estos datos, que traslapan la serie estudiada por Suda y Schaefer (1965b), fueron recolectados esencialmente de la misma manera que los datos de esos autores, y también fueron ordenados del mismo modo.

LA PESQUERIA DURANTE 1963

Esfuerzo y captura

Los datos de los cuadernos de bitácora respecto al esfuerzo y captura por trimestres del año y por las mismas "áreas principales de pesca" empleadas por Suda y Schaefer, han sido compendiados en el Apéndice II. Para nuestros estudios hemos, sin embargo, designado también, dos áreas adicionales; éstas junto con las áreas usadas en el estudio anterior se presentan en la Figura 3. El área designada N' incluye toda la región al norte de los 10°N, esto es, al norte de las áreas N-1, N-2 y N-3. El área designada S' comprende toda la región al sur de las áreas previamente explotadas por la pesca, esto es, al sur de los límites meridionales de todas las áreas presentadas por Suda y Schaefer en su Figura 10. Los datos en el Apéndice II continúan la serie de datos correspondiente a períodos anteriores publicada por Suda y Schaefer, y comprenden el período que incluye del cuarto trimestre de 1962 hasta el cuarto trimestre de 1963.

El número total de anzuelos utilizados durante 1963, en la región entera al este de los 130°W, es estimado en 50 millones, aproximadamente, lo que, como puede verse en la Figura 2, es casi tan grande como el esfuerzo acumulado desde el comienzo de la pesquería con palangre en esa región durante 1962. Se considera que este rápido aumento en el esfuerzo de pesca se debe a la disminución de las tasas de captura en otras regiones del océano, y también a un aumento en el número de barcos pesqueros grandes, de largo alcance, para los que es atractiva la pesquería en aguas distantes en el Pacífico oriental.

Las Figuras 1a-1d muestran la distribución del esfuerzo de pesca por bandas latitudinales de un grado dentro de los cuadrados de cinco grados, por trimestres del año, durante 1963. Según estas figuras, es evidente que una gran parte del aumento en el esfuerzo fue dirigido a nuevas áreas de pesca, o sea, un desarrollo mayor de la pesquería hacia el norte, el este y al sur de las regiones previamente explotadas por la pesca. La extensión de la pesquería al este, hacia el área frente al Ecuador, al este de las Islas

Galápagos, se mantuvo durante el año y se dirigió principalmente en busca del patudo y del marlín rayado. La intensificación del esfuerzo hacia el sur, a las áreas al sur de los 15°S , que fue evidente durante la mayor parte del año, tuvo como objetivo principal la albacora. El comienzo de una prolongación septentrional de la pesquería al norte de los 10°N , se hizo evidente, especialmente durante el segundo y el tercer trimestre de 1963. Las buenas capturas de marlín rayado parece que fueron el motivo principal de esta extensión, aun cuando en 1963 el esfuerzo empleado en esta región norteña fue relativamente bajo. Los datos incompletos de 1964 indican que la intensificación septentrional de la pesquería continuó, con la participación de gran número de otros barcos.

Dentro de las regiones previamente explotadas, la comparación de la distribución del esfuerzo de pesca en años anteriores con la de 1963 presenta algunas características notables. La concentración del esfuerzo de pesca entre el ecuador y los 3°N , en la zona entre los 90° y los 110°W , indicada en la carta corriente correspondiente al tercer trimestre (Figura 3c de Suda y Schaefer 1965a) desapareció en 1963. También en las áreas E-1 y E-2, la concentración del esfuerzo en el cuarto trimestre sufrió un cambio durante 1963, al llegar mucho más cerca del ecuador que el promedio anterior. Durante 1963, el 35% del esfuerzo de pesca fue empleado en las áreas principales N-1, N-2 y N-3, comparado con el 50% en 1962; el 41% del esfuerzo de 1963 fue aplicado en las áreas E-1, E-2 y E-3, comparado con el 41% en 1962; el 24% del esfuerzo fue empleado en el área S y más al sur, durante 1963, comparado con solamente el 9% en 1962. Es obvio que el esfuerzo intensificado durante 1963 fue dirigido en gran parte a las localidades más meridionales.

En la Figura 2a se presentan los datos referentes al esfuerzo total de pesca y a la captura total, por especies, en el período de 1956 a 1963, siendo expresado el esfuerzo de pesca por el número de anzuelos utilizados, y la captura por el peso total de cada especie. El aumento de los desembarques de patudo a 42,600 toneladas métricas, y de desembarques de atún aleta amarilla a 12,600 toneladas métricas, en 1963, es mucho menor proporcionalmente que el aumento del esfuerzo de pesca aplicado. El porcentaje del patudo en la captura total de la pesquería palangrera, en el Pacífico oriental, disminuyó del 60% en 1962, al 50% en 1963, mientras que hubo un aumento, tanto en términos absolutos como relativos, en la albacora y en el marlín rayado. La captura de albacora aumentó en 7,300 toneladas y la de marlín rayado a 8,200 toneladas, aumentos por los factores 3.4 y 2.1, respectivamente, sobre 1962. Este es el resultado de la aplicación de una gran parte del aumento en esfuerzo a las nuevas localidades, como previamente se hizo notar. Las tendencias relativas del esfuerzo de pesca y de los desembarques de las diversas especies se muestran mejor en la Figura 2b, en la que han sido graficados en escala logarítmica los mismos datos que en la Figura 2a. En esta figura puede observarse que el aumento de los desembarques de albacora y de marlín rayado, de 1960 a 1963 se aproxima

a la tasa de aumento del esfuerzo total de pesca. La tasa del aumento de los desembarques del marlín azul es algo menor. La tasa de aumento en los desembarques de atún aleta amarilla y del patudo es notablemente menor que el aumento en el esfuerzo. Los cambios en la captura por unidad de esfuerzo, con relación al esfuerzo de pesca del patudo y del atún aleta amarilla serán examinados luego más detalladamente.

El promedio de la captura por día durante 1963, para todas las especies y áreas combinadas, disminuyó a 3.5 toneladas métricas, lo que se compara con 4.4 toneladas métricas en 1962 y con unas 7 toneladas métricas en años anteriores, hasta 1960.

Las estimaciones del esfuerzo total de pesca, de la captura total y del promedio de las tasas de captura, tanto en cantidades de peces por cada cien anzuelos, como en toneladas métricas por día, durante 1962 y 1963 son las siguientes:

| Año | Anzuelos (en miles) | Días | Captura | | Tasa de captura | Captura/día (en toneladas métricas) |
|------|------------------------|--------|----------------------------|------------------------------------|--------------------|---|
| | | | Cantidades (en cientos) | Peso (en toneladas métricas) | | |
| 1962 | 26,519 | 12,783 | 9,592 | 56,243 | 3.62 | 4.4 |
| 1963 | 50,573 | 23,621 | 16,470 | 82,253 | 3.26 | 3.5 |

Composición de las especies por áreas principales

En la Figura 3 se presentan, en cada una de las áreas principales de pesca, el número total de anzuelos utilizados durante 1963 y, en cada una de dichas áreas, la tasa de captura por anzuelos* subdividida por especies. En esta figura es evidente, como lo fue según los datos presentados por Suda y Schaefer, que entre las áreas N-1, N-2 y N-3, el patudo aumentó en abundancia del oeste al este, mientras que el atún aleta amarilla disminuyó en abundancia. El atún aleta amarilla es también aparentemente reemplazado hasta cierto punto por el marlín rayado, que es más abundante que aquél en el área N-3. En las áreas E-1, E-2 y E-3, el patudo es la especie predominante en cada área, pero el atún aleta amarilla disminuye en abundancia, yendo del oeste al este, mientras que la albacora y el marlín rayado tienden a aumentar. En el área E-3, la albacora o el marlín rayado reemplazan al atún aleta amarilla como la segunda especie más abundante. En la región al norte de los 10°N, en la que, sin embargo, se pescó insuficientemente durante 1963, para apoyar conclusiones dignas de crédito sobre la composición de las especies, parece que el atún aleta amarilla y el marlín rayado podían dominar en las capturas. La tasa de captura del marlín rayado, según los pocos datos disponibles, fue particularmente alta. En las áreas S y S', la albacora es la especie trascendentalmente dominante, siendo las tasas de captura de esa especie, en aquellas áreas, mucho más altas que en cualquiera otra parte de la región estudiada.

*En el presente estudio, la tasa de captura por anzuelo es la captura, en cantidades de peces, por cada 100 anzuelos, excepto cuando se especifique de otra manera.

Distribución geográfica por especies y por trimestres del año

En las Figuras 4a y siguientes hasta la 4p inclusive, presentamos cartas que indican, por cuadrados de un grado, las tasas de captura (en cantidades de peces por cada 1000 anzuelos) del patudo, atún aleta amarilla, albacora y marlín rayado, para cada uno de los cuatro trimestres de 1963. Estas pueden ser comparadas con las Figuras 12a hasta la 12p inclusive, de Suda y Schaefer (1965a), que indican las tasas promedio de captura correspondientes al período de 1956 a 1962.

Los datos compendiados en estas figuras exhiben información adicional sobre la distribución de las diversas especies, resultante del desarrollo de la pesquería a que se ha hecho referencia anteriormente, y también indican ciertos cambios en la distribución de la concentración de las especies durante 1963, dentro de la región previamente explotada.

La intensificación hacia el este, de la pesquería, está representada principalmente en el área limitada por las Islas Galápagos y la costa americana, entre los 5°N y los 5°S. La captura procedente de esta área revela que durante 1963 el patudo fue encontrado en gran abundancia todo el tiempo, registrándose la tasa promedio de captura más baja, o sea de unos 2.10, en el cuarto trimestre. El marlín rayado fue encontrado también en regular abundancia, especialmente durante los dos últimos trimestres, cuando las tasas promedio de captura correspondiente a esta especie eran de 1.08 y de 0.72, respectivamente. Por otra parte, el atún aleta amarilla en esta área insignificante en las capturas durante el año, siendo el promedio trimestral de las tasas de captura en la amplitud de 0.03 a 0.06. La pesquería cerca a la superficie, tanto frente al continente como en la vecindad de las Islas Galápagos, tiene bastante éxito en esta área, al emplear redes de cerco y carnada viva, mientras que al mismo tiempo, el atún aleta amarilla se hace, al parecer, efectivamente difícil a la pesquería en aguas más profundas.

El desarrollo de las pesquerías hacia el sur durante 1963, proporciona información adicional sobre la distribución de la albacora y del marlín rayado. El prolongamiento hacia el este de la pesquería en la zona entre los 10° y los 20°S, encontró buenas concentraciones de albacora en el segundo trimestre. Durante el tercer trimestre, el límite oriental de la distribución, en donde la tasa de captura es superior a 2.10 (en una área de 1°), avanza tanto hacia el este como los 95°W en esta zona. Durante el segundo trimestre, fue encontrada también una concentración de albacora cerca a los 30°S, de modo que, durante este trimestre la albacora fue distribuida en dos bandas zonales. Se cree que en la concentración más hacia el norte entre los 15° y los 20°S, hay un grupo de peces maduros, tal vez una prolongación del grupo de peces maduros que aparece en medio del Pacífico sur, mientras que en la concentración más meridional, entre los 25° y 32°S parece que se encuentra un grupo alimentario. Estas suposiciones están basadas en el hecho de que los especímenes de los cruceros del *Shoyo Maru*

de 1962 a 1964, que abarcaron esta misma región, exhibieron índices gonosomátidos más altos entre los especímenes, en la zona más septentrional.

La información adicional que resultó de la expansión de la pesquería en estas localidades meridionales, indica también que el área de la distribución concentrada de marlín rayado se mueve hacia el sur en los trimestres cuarto y primero hasta los trimestres segundo y tercero, alcanzando aproximadamente los 115°W, entre los 12°S y los 20°S durante el tercer trimestre.

En la región explotada por la pesca, al norte de los 10°N, se registran buenas tasas de captura de marlín rayado en la vecindad de las Islas Revillagigedo, en los trimestres segundo y tercero, y cerca del litoral mexicano en el segundo trimestre. Las tasas de captura de otras especies, en estas mismas localidades, fueron pequeñas. Se encontraron buenas tasas de captura de atún aleta amarilla en el tercer trimestre, cerca de la Isla Clipperton, pero otras especies apenas si son representadas en las capturas. La escasez de datos durante 1963, de esta nueva región dificulta otras conclusiones.

En las regiones anteriormente explotadas, pueden notarse ciertas diferencias entre 1963 y los años precedentes. En forma muy remarcable, la concentración de patudo, observada en los datos de Suda y Schaefer en el área limitada por los 95° hasta los 115°W, los 0° hasta los 3°N, en el tercer trimestre, desapareció en 1963. Durante el cuarto trimestre de 1963, en el área justamente al sur del ecuador (de los 0° a los 3°S) entre los 95° y los 120°W, anteriormente una área en que escaseaba el patudo, fueron obtenidas buenas tasas de captura. Al mismo tiempo, en la zona más al sur, en las áreas E-1 y E-2, en las que se encontraron antes buenas concentraciones de patudo (Figura 12b de Suda y Schaefer), las tasas de captura fueron bajas en 1963. Parece, entonces, que durante 1963 hubo una concentración de patudo hacia el ecuador. Los promedios de temperatura de las aguas superficiales, según las observaciones de los barcos pesqueros que operaban entre los 0° y 3°S en diciembre, fueron de 24.0 a 24.7 C a los 100°W, de 24.3 a 24.5 C a los 110°W, y de 25.0 a 25.4 C a los 120°W. Estos valores son de 2 C a 3 C más altos que las temperaturas promedio de la superficie del mar señaladas por Wyrтки (1965). Esto sugiere que, durante la última parte de 1963, las temperaturas de superficie fueron más templadas que las normales a lo largo del ecuador, y que hubo un correspondiente cambio, con dirección al ecuador, en la distribución del patudo.

Abundancia aparente en 1963 y comparación con años anteriores

La abundancia aparente de las especies de peces comerciales, esto es, la abundancia según la observación de los pescadores, se mide por la captura por unidad de esfuerzo la que, en la pesquería con palangre, es la tasa de captura por anzuelos. Esta, sin embargo, no mide necesariamente la

verdadera abundancia, ni aun en forma relativa, porque la tasa de captura está influenciada no solo por la abundancia real, sino también por el grado en que, en la misma abundancia, los peces están disponibles a la captura. Además, en una pesquería de especies mixtas tal como la pesquería palangrera, los cambios de tiempo en la tasa promedio de captura correspondiente a una región entera de pesca, en cuanto a una especie dada, pueden ser afectados por los cambios en la distribución del esfuerzo de pesca en relación con la distribución de las diversas especies. El último factor puede descontarse en alto grado, al comparar las tasas de captura en diferentes épocas dentro de áreas individuales de pesca. También, al comparar las tendencias de la abundancia aparente dentro de una área de pesca dada, las variaciones en la disponibilidad dentro del área pueden ser, hasta cierto grado, promediadas, de modo que nos permiten hacer deducciones útiles en lo referente a los cambios reales en la abundancia de los peces.

Hemos visto ya por las Figuras 2a y 2b que, tomando en consideración el Pacífico oriental entero, las capturas palangreras de patudo y atún aleta amarilla han aumentado menos rápidamente que el esfuerzo de pesca, lo que implica una disminución en la abundancia aparente. Sin embargo, esto puede ser debido, por lo menos en parte, a una tendencia de la flota pesquera a concentrar menos sus esfuerzos en las áreas en que estas especies son más abundantes, y a intensificarlos en áreas en que otras especies son abundantes. Por esta razón necesitamos observar los cambios en las tasas de captura de estas especies en áreas individuales. Como lo demostraron Suda y Schaefer (1965a) en su Tabla 7 y en otras partes, las áreas principales E-1, E-2 y N-1 fueron explotadas primero por la pesquería palangrera japonesa, mientras que el área S no recibió mayor atención hasta 1959, y las áreas E-3, N-2 y N-3 no empezaron a ser explotadas substancialmente sino hasta 1961. En consecuencia, hemos examinado separadamente, en las Figuras 5a y 5b, las series de las tasas de captura correspondientes a las áreas E-1, E-3 y N-1 y las áreas restantes. Además de las series que corresponden a los atunes aleta amarilla y al patudo, también hemos graficado las series correspondientes al marlín rayado en las áreas N-3 y E-3, y a la albacora en las áreas E-3 y S, en las que constituyen una parte importante de la pesca.

En la Figura 5a, las series de tiempo de las tasas de captura del patudo y del atún aleta amarilla se presentan en las tres áreas principales de pesca "más antiguas"; esta figura es una prolongación, hasta 1963, de los datos presentados en la Figura 16 de Suda y Schaefer (1965a). Con respecto al patudo, puede verse en esta figura que la declinación en la abundancia aparente, que por primera vez vino a evidenciarse en 1962, continuó durante 1963. Los datos en la Figura 5b indican que la declinación en la abundancia aparente del patudo, de 1961 a 1963, debe también observarse no solo en las áreas "antiguas", sino también en las principales áreas de pesca explotadas más recientemente. La similitud de los cambios en la abundancia aparente del patudo, en todas las áreas de pesca, apoya la hipótesis de que los miem-

bros de esta especie en el Pacífico oriental pertenecen a una sola población que se mezcla entre las áreas, en vez de constituir poblaciones independientes. Suda y Schaefer anotaron la merma en la tasa de captura del patudo en 1962, pero observaron que no podría afirmarse con seguridad que esto represente actualmente ningún cambio real en la abundancia de esa especie, ya que la merma podría ser debida simplemente a cambios en la disponibilidad. La continua declinación durante 1963, junto con el aumento en el esfuerzo de pesca, tiende a indicar que ha habido una merma real en la abundancia del patudo, y que puede muy bien haber sido el resultado de los efectos de la pesquería sobre el stock. Con respecto al atún aleta amarilla, puede verse por la Figura 5a que la abundancia aparente fue más o menos la misma en 1963 que en 1962, en cada una de las tres áreas más antiguas de pesca. Al mismo tiempo, la Figura 5b indica una declinación en la abundancia aparente de esta especie, de 1961 a 1962, y una nivelación durante 1963, similar a los cambios observados en las áreas de pesca más antiguas. Una vez más esto puede indicar que estamos tratando con una población de una sola especie en la región del Pacífico oriental. Además se indica que, a pesar del aumento del esfuerzo de pesca por parte de la pesquería palangrera, la abundancia aparente del atún aleta amarilla en las capturas con palangre no disminuyó más de 1962 a 1963. Esto puede atribuirse al hecho de que hubo alguna disminución durante 1962, tanto en el esfuerzo como en la captura, por parte de la pesquería de los barcos rederos y de carnada, y una mayor disminución en 1963 (Comisión Interamericana del Atún Tropical 1963).

La serie de tiempo correspondiente al marlín rayado en las áreas N-3 y E-3, y la serie de tiempo correspondiente al albacora en las áreas E-3 y S, en el período de 1961 a 1963, no exhiben tendencias apreciables de abundancia aparente.

En la Figura 6 examinamos la relación entre el número de anzuelos ocupados y la tasa de captura correspondiente al patudo y al atún aleta amarilla, basados sobre los datos combinados de las áreas E-1, E-2 y N-1. En esta figura se han graficado las tasas de captura promedio anuales de cada una de las dos especies contra las cantidades de anzuelos ocupados. La serie que corresponde al atún aleta amarilla (círculos blancos) demuestra, como lo hicieron los datos de Suda y Schaefer, que aparentemente hay una relación significativa entre el volumen de pesca realizado por la pesquería palangrera y el promedio de la tasa anual de captura. Sin embargo, nuevamente debe observarse que la declinación en la abundancia del atún aleta amarilla, junto con el aumento del esfuerzo de la pesquería palangrera, implican más que los efectos directos de dicha pesquería sobre la población del atún aleta amarilla, porque esta especie también es capturada por la pesquería de superficie en la misma región general del océano. Así, los cambios en la abundancia asociados a la pesquería palangrera, pueden también ser afectados por los cambios concomitantes en el esfuerzo de la pesquería de superficie. Desde luego, como lo hemos dicho anteriormente,

la falta de cambios en la abundancia aparente, entre 1962 y 1963, es posiblemente atribuible a la disminución de la pesquería de superficie, a pesar de un aumento de la pesquería con palangre.

Fue observado por Suda y Schaefer que la abundancia aparente del patudo declinó bruscamente en 1963, y que esta declinación estuvo asociada con un aumento en el esfuerzo de pesca. Sin embargo, la relación inversa entre la abundancia y el esfuerzo para la pesca de esta especie, basada en las series de datos no fue estadísticamente significativa. Esta misma situación es reflejada por los seis puntos que corresponden al patudo a la izquierda de nuestra Figura 6. Con la adición de un séptimo punto para 1963, la relación viene a ser estadísticamente significativa. Parece que el aumento en el esfuerzo de pesca sobre el patudo ha sido suficiente como para tener un efecto mensurable en la abundancia de la población. Hemos hecho notar anteriormente, sin embargo, que algunos cambios bastante notables en la distribución de las concentraciones del patudo fueron observables en 1963, y que éstos parecen estar relacionados con condiciones oceanográficas. Permanece, sin embargo, la posibilidad de que los cambios observados en la abundancia aparente sean debidos más a variaciones en los factores ambientales que a los efectos de la pesquería. Se requerirán datos adicionales, antes de que podamos determinar en forma definitiva si existe un efecto de la pesquería sobre la población del patudo.

MADUREZ SEXUAL DEL ATUN ALETA AMARILLA

El desove de los atunes en el Pacífico oriental tropical ha sido estudiado por Orange y Schaefer (1956), Orange (1961) y Kikawa (1962). Estos autores emplearon el "índice gonosomático", que se define como el peso de los ovarios dividido por el cubo de longitud de los peces, como una indicación del grado de madurez. Los dos primeros estudios tratan del atún aleta amarilla y del barrilete capturados por la pesquería de superficie en aguas cercanas a la costa, y el último se refirió al patudo y al atún aleta amarilla capturados por la pesquería subsuperficial en el Océano Pacífico central, e incluye solamente pocos datos de las aguas al este de los 130°W. Los datos presentados en este estudio corresponden a una región situada generalmente entre las áreas examinadas en los estudios anteriores.

El índice gonosomático empleado en este trabajo, lo mismo que en el de Kikawa, es el peso de ambos ovarios, en gramos, dividido por el cubo de la longitud del pez, en centímetros, y el resultado multiplicado por 10⁴, representado por la fórmula:

$$I.G. = (P/L^3) 10^4$$

Los datos respecto al índice de las gónadas del atún aleta amarilla empleados en este estudio han sido resumidos en la Tabla 1 y en la Figura 7. En la Tabla 1 presentamos, para cada trimestre del año, correspondiente a cada área principal de pesca descrita en la Figura 3, y en cada área de pesca de cinco grados, el número de peces examinados, el número de los

que tienen índices de gónadas de 2.1 o mayor (en paréntesis) y el índice medio de las gónadas de todos los especímenes examinados. En la Figura 7 los datos son resumidos gráficamente. En cada barra vertical de esta figura, la altura de la barra indica el índice medio de las gónadas, y los espacios sombreados muestran el porcentaje de especímenes examinados que tienen índices de gónadas superiores (sombra densa) o inferiores de 2.0 (sombra punteada). Las cantidades de peces examinados se indican sobre cada barra. El número pequeño colocado al lado derecho de cada cuadrado de 5° representa el número del código de ese cuadrado.

Kikawa (1962) sacó en conclusión que el grupo en maduración próximo al desove podía ser separado del grupo no maduro, con inclusión de los peces en estado de descanso de la actividad sexual por el índice de las gónadas de 2.1 o mayor. Orange (1961) llegó a una conclusión similar. En el presente trabajo seguiremos el método estándar de Kikawa, y consideraremos los especímenes que tienen un índice de gónadas de 2.1 o mayor en el grupo del desove.

Entre los peces empleados en estos estudios, los atunes aleta amarilla menores de 100 cm en longitud constituyeron solamente el 3.7% del total. Consecuentemente, casi todos los atunes aleta amarilla examinados eran lo suficientemente grandes para estar maduros.

Puede verse en la Figura 7 que al sur de los 10°S no hubo esencialmente especímenes en el grupo de desove. Entre los 10°S y los 10°N fueron encontrados algunos atunes aleta amarilla, en el grupo de desove, alguna vez durante el año en casi todas las áreas de cinco grados de las que se tienen datos. Sin embargo, parece que hay alguna diferencia estacional en el tiempo en que presentan los peces en el grupo de desove, diferencia que está asociada con las diversas regiones geográficas. En el área frente a la costa, al sur del ecuador, la presencia de peces en el grupo de desove está limitada a la primera mitad del año, cuando el agua es más cálida que en la segunda mitad. Al norte del ecuador, frente a la costa, desde aproximadamente los 95°W se encuentran generalmente miembros del grupo de desove durante los tres primeros trimestres del año, pero pocas veces en el cuarto trimestre. Durante el cuarto trimestre, de 150 peces examinados procedentes de esta región, solamente 4 estaban en el grupo de desove. Sin embargo, más hacia la costa, cerca del litoral Sudamericano, de 6 hembras observadas, 4 estaban maduras. Dos de estos peces maduros se encontraron en el tercer trimestre, en la región entre las Galápagos y la Isla de Cocos, y dos de las hembras maduras se presentaron en el cuarto trimestre, en el área frente al Ecuador. Estos datos son demasiado fragmentarios como para sacar conclusiones definitivas, pero sugieren que puede haber un grupo de desove en esta región cercana a la costa, durante la última parte del año, lo que no se observa en aguas más afuera.

Como hay modos observados en la composición de tallas de las capturas de atún aleta amarilla, los cuales pueden ser seguidos al través de inter-

valos sucesivos de tiempo, y las progresiones modales pueden ser identificadas como clases anuales, según ha sido demostrado por Suda y Schaefer (1965b) y por otros autores citados por ellos, se presume que el desove alcanza su mayor intensidad en una estación determinada del año, confirmando el tamaño de la clase anual. Nuestros datos parecen indicar que casi todo el desove toma lugar durante los tres primeros trimestres del año, con una suspensión general durante la última parte del año, en la región ecuatorial mar afuera.

Otro enfoque para determinar las épocas y áreas de desove se ha basado en la presencia de larvas y juveniles (Klawe 1963, y Matsumoto 1958). Klawe hace notar que sus datos solo indican la presencia muy poco frecuente de larvas de atún aleta amarilla en localidades mar afuera, al sur de los 5°N. Sin embargo, esto puede ser debido a falta de material de esta región en todo el año. En particular, faltan casi por completo los datos durante el primer trimestre. Un programa de recolección de peces en estado larval en el curso del año, en esta región mar afuera, parece ser altamente deseable.

COMPOSICION DE TALLAS DEL ATUN ALETA AMARILLA

En esta sección presentamos el análisis de los datos sobre la composición de tallas del atún aleta amarilla, correspondientes al período de julio de 1962 a marzo de 1964, el cual traslapa y prolonga la serie estudiada por Suda y Schaefer (1965b).

Las cantidades de peces medidos, por áreas principales de pesca y por semestres se ofrecen en la siguiente tabla:

| Año | Estación | | Area principal | | | | | | |
|------|----------|--|----------------|------|-----|------|-----|-----|-----|
| | Semestre | | N-1 | N-2 | N-3 | E-1 | E-2 | E-3 | S |
| 1962 | 2° | | 359 | 175 | 144 | 311 | 530 | 0 | 231 |
| 1963 | 1° | | 1667 | 62 | 0 | 1337 | 0 | 0 | 543 |
| | 2° | | 1721 | 1015 | 194 | 547 | 210 | 0 | 683 |
| 1964 | 1° | | 237 | 80 | 40 | 890 | 329 | 0 | 33 |

En la tabulación anterior y en los siguientes análisis, los datos correspondientes al segundo semestre de 1962 incluyen los datos empleados por Suda y Schaefer, además de otros datos sobre 242 especímenes. Los datos de 1964, como se verá luego, incluyen solamente el primer trimestre de ese año.

La Figura 8a presenta las frecuencias de talla por trimestres del año, desde el tercer trimestre de 1962 al primer trimestre de 1964, para la región al norte del ecuador, incluidas las áreas principales N-1, N-2 y N-3. Similarmente la Figura 8b presenta las frecuencias de tallas correspondientes a estos mismos trimestres en la región al sur del ecuador, incluidas las áreas principales de pesca E-1, E-2 y S. En la Figura 8c las frecuencias de talla

han sido combinadas para la región entera del Pacífico oriental, al este de los 130°W. En estas figuras, los modos principales, presumiblemente correspondientes a las clases anuales, han sido designados de la misma manera en que lo hicieron Suda y Schaefer. La clase anual S-4 se cree que ha sido originada por el desove en 1958, y la clase anual S-5, por el desove en 1959. La clase anual siguiente, la S-6, que entra en la pesquería en los trimestres primero y segundo de 1963, se presume que tuvo su origen en el desove de 1960.

La Figura 8a revela que la pesquería en el área septentrional durante 1963 dependió esencialmente de dos grupos de edades, S-5 y S-6, habiendo este último grupo entrado por primera vez en la pesquería con palangre en el primer trimestre de 1963. En el primer trimestre de 1964, en estas localidades norteñas, se ve también la entrada inicial del siguiente grupo de edad, a pesar de que es difícil determinar su posición modal. Este grupo, que sigue la misma anotación, es el S-7.

La progresión de los modos de estos grupos de edades, S-5 y S-6, puede verse también en la región del sur en la Figura 8b. Sin embargo, en esta región el grupo S-6 no entró en la pesquería substancialmente sino hasta el segundo trimestre de 1963. Además, este grupo, constituye una porción relativamente más pequeña de las capturas, por lo menos durante el tercer trimestre de 1963, que la que constituye en el área del norte. Su posición modal en la región del sur, en el cuarto trimestre de 1963, no puede ser localizada con precisión. El nuevo grupo de edad, el S-7, no aparece claramente en la región del sur como aparece en la región del norte. En general, sin embargo, la progresión de los modos es bastante similar en las dos regiones. Así, los datos combinados que corresponden al área entera en la Figura 8c, indican más bien con bastante claridad las progresiones modales que los datos de cualquier región por sí sola.

En la Tabla 2, las posiciones modales de los diversos grupos de edades han sido tabulados en una escala común de tiempo, por lo que los valores modales aparecen en los trimestres correspondientes a la misma edad de cada clase anual. Puede observarse que las series S-5 y S-6 exhiben progresiones modales esencialmente similares a aquéllas de las primeras clases anuales estudiadas por Suda y Schaefer. Suda y Schaefer han demostrado ya que estas progresiones concuerdan con la curva de crecimiento del atún aleta amarilla, derivada por Davidoff (1963) de las progresiones modales en la pesquería de superficie. En la Figura 9 ofrecemos los histogramas del porcentaje de las frecuencias de longitud correspondientes al atún aleta amarilla, con inclusión de todas las muestras disponibles de la pesquería con palangre en cada año, de 1958 a 1963. Es evidente otra vez, según esta figura, que la pesquería en 1963 dependió substancialmente de dos clases anuales. Es evidente también que la tendencia hacia la disminución de las tallas mayores de peces continuó durante 1963, con el correspondiente aumento en la representación relativa de

peces de la clase anual más pequeña substancialmente reclutada. En consecuencia, el peso medio del atún aleta amarilla representado por las muestras de las frecuencias de talla, exhibió una disminución considerable en 1963, hasta 45.5 kg, más o menos 10 kg menos que el promedio en 1962 (Tabla 3). El peso promedio disminuido se mostró tanto al norte como al sur del Ecuador en ambos trimestres, primero y segundo de 1963.

La Tabla 4 ofrece el porcentaje de la captura y las tasas de captura por anzuelos correspondientes a las categorías pequeña, media y grande de atún aleta amarilla, lo que amplía la Tabla 5 (I-A) de Suda y Schaefer (1965b). Es claramente evidente un cambio continuado del porcentaje de captura hacia tamaños más pequeños. Al mismo tiempo hay una marcada disminución en la tasa de captura de los peces grandes.

Es evidente que la pesquería con palangre en el Pacífico oriental tropical está llegando a depender cada vez más de las clases anuales más recientemente reclutadas, lo que constituye una confirmación más del efecto de la pesquería sobre los stocks.

Es claramente aparente, según los estudios de Suda y Schaefer y por el presente estudio, que la abundancia del atún aleta amarilla de las tallas que son objeto de captura por la pesquería palangrera, ha disminuido durante los últimos seis o siete años y que, al mismo tiempo, la composición de edad de las capturas con palangre ha cambiado más o menos continuamente hacia edades menores. Estos fenómenos son debidos, indudablemente, al aumento en la intensidad de pesca sobre la población de atún aleta amarilla del Pacífico oriental. Sin embargo, como tanto la pesquería con palangre como la pesquería de superficie capturan grandes atunes aleta amarilla, a pesar de que la pesquería de superficie también captura grandes cantidades de atún aleta amarilla de tallas menores que las que son disponibles a la pesquería palangrera, estos efectos sobre el stock de tallas disponibles a la pesquería con palangre son atribuibles probablemente a los efectos combinados de las dos pesquerías. Puede también notarse que el reclutamiento de la población disponible a la pesquería con palangre depende, en gran parte, de la pesquería de superficie, ya que la magnitud de una clase anual a la entrada en la pesquería palangrera está determinada en gran parte por la mortalidad a que ha sido sometida anteriormente por la pesquería de superficie.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- 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):201-251.
- Inter-American Tropical Tuna Commission. 1964. Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1963 [in English and Spanish]. La Jolla, California, 89 p.
- Kikawa, S. 1962. Studies on the spawning activity of the Pacific tunas, *Parathunnus mebachi* and *Neothunnus macropterus*, by the gonad examination. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Occasional Rep., (1):43-56.
- Klawe, W. L. 1962. Observations on the spawning of four species of tuna (*Neothunnus macropterus*, *Katsuwonus pelamis*, *Auxis thazard* and *Euthynnus lineatus*) in the eastern Pacific Ocean, based on the distribution of their larvae and juveniles [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 6(9):449-540.
- Matsumoto, W. M. 1958. Description of larvae of four species of tuna and their distribution in central Pacific waters. U.S. Fish and Wildl. Serv., Fish. Bull., 58(128):31-72.
- 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 and skipjack in the waters of the eastern Pacific Ocean, by examination of gonads [in English and Spanish]. *Ibid.*, 1(6):281-349.
- Suda, A. and M. B. Schaefer. 1965a. General review of the Japanese tuna long-line fishery in the eastern tropical Pacific Ocean 1956-1962 [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 9(6):307-462.
-, and M. B. Schaefer, 1965b. Size-composition of catches of yellowfin tuna in the Japanese long-line fishery in the eastern tropical Pacific east of 130°W [in English and Spanish]. *Ibid.*, 19(4):267-331.
- Wyrтки, K. 1965. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. Deut. Hydrograph. Z., Ergänzungsheft, A6, 84 p.

APPENDIX I — APENDICE I

Quarterly estimates of fishing effort and catch by species in the area east of 130°W in 1962 and 1963.

Estimaciones trimestrales del esfuerzo de pesca y de la captura por especies en el área al este de los 130°W en 1962 y 1963.

a) Percentage of coverage is:

El porcentaje de abarcamiento es:

| | 1962 | 1963 |
|------------------------------------|------|------|
| first quarter — primer trimestre | 39% | 45% |
| second quarter — segundo trimestre | 28% | 45% |
| third quarter — tercer trimestre | 19% | 40% |
| fourth quarter — cuarto trimestre | 46% | 40% |

b) The average weight in kilograms of each species to convert the number of catch to the weight is as follows:

El peso promedio en kilogramos de cada especie para convertir la cantidad de captura a peso es como sigue:

| | 1962 | 1963 |
|---------------------------------|-------|-------|
| albacore — albacora | 16.9 | 16.9 |
| bigeye — patudo | 62.8 | 60.0 |
| yellowfin — atún aleta amarilla | 55.2 | 45.5 |
| striped marlin — marlín rayado | 65.0 | 65.0 |
| blue marlin — marlín azul | 125.0 | 125.0 |

c) Upper figures show the number of catch in 100's and lower figures show the weight in metric tons:

Las cifras superiores indican la cantidad de captura en cientos y las cifras inferiores indican el peso en toneladas métricas:

| Year | Quar- ter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin |
|-------|----------------|--------|---------------------|----------|--------|------------------------|-------------------|----------------|
| Año | Tri- mesire | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlín rayado | Marlín azul |
| 1962 | 1 | 2,579 | 5,279 | 358 | 1,330 | 388 | 99 | 119 |
| | | | | 605 | 8,351 | 2,143 | 646 | 1,491 |
| | 2 | 4,235 | 8,693 | 148 | 1,720 | 789 | 119 | 134 |
| | | | | 250 | 10,800 | 4,354 | 774 | 1,678 |
| 3 | 3,910 | 8,156 | 378 | 1,548 | 361 | 192 | 134 | |
| | | | | | | | | 639 |
| 4 | 2,060 | 4,392 | 398 | 814 | 174 | 183 | 51 | |
| | | | | | | | | 672 |
| Total | | 12,784 | 26,519 | 1,281 | 5,412 | 1,712 | 593 | 438 |
| | | | | 2,166 | 33,987 | 9,451 | 3,855 | 5,477 |
| 1963 | 1 | 4,122 | 8,750 | 520 | 1,669 | 444 | 129 | 162 |
| | | | | 879 | 10,014 | 2,020 | 839 | 2,025 |
| | 2 | 5,019 | 10,872 | 1,362 | 1,429 | 635 | 238 | 113 |
| | | | | 2,302 | 8,574 | 2,889 | 1,547 | 1,413 |
| 3 | 6,135 | 12,978 | 758 | 1,710 | 1,008 | 480 | 133 | |
| | | | | | | | | 1,281 |
| 4 | 8,345 | 17,973 | 1,685 | 2,300 | 690 | 420 | 345 | |
| | | | | | | | | 2,848 |
| Total | | 23,621 | 50,573 | 4,325 | 7,108 | 2,777 | 1,267 | 753 |
| | | | | 7,310 | 42,648 | 12,635 | 8,236 | 9,413 |

APPENDIX II — APENDICE II

1

Number of fishing days, number of hooks, number of fish caught and hook-rate of each species by major areas, recorded in the data collected at NRFRL, from fourth quarter of 1962 through fourth quarter of 1963 (each hook-rate is indicated in parenthesis)

Número de días en la pesca, número de anzuelos, número de peces capturados y tasa de captura de cada especie, por áreas principales, registrados en los datos recolectados por el NRFRL, desde el cuarto trimestre de 1962 hasta el cuarto trimestre de 1963 (cada tasa de captura por anzuelo está indicada entre paréntesis)

1) 1962

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|-------|-----------|------|---------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlin rayado | Marlin azul | Todas las especies |
| N-1 | 4 | 94 | 192 | 0 (0.00) | 3,997 (2.08) | 894 (0.47) | 256 (0.13) | 342 (0.18) | 5,722 (2.98) |
| N-2 | 4 | 103 | 213 | 0 (0.00) | 4,455 (2.09) | 809 (0.38) | 743 (0.35) | 311 (0.15) | 6,552 (3.08) |
| N-3 | 4 | 168 | 358 | 0 (0.00) | 7,860 (2.20) | 826 (0.23) | 1,451 (0.41) | 570 (0.16) | 11,420 (3.19) |
| N'* | 4 | 0 | 0 | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — |
| E-1 | 4 | 122 | 258 | 176 (0.07) | 4,452 (1.73) | 1,974 (0.77) | 208 (0.08) | 340 (0.13) | 7,250 (2.81) |
| E-2 | 4 | 122 | 267 | 503 (0.19) | 4,332 (1.62) | 1,493 (0.56) | 1,573 (0.59) | 229 (0.09) | 8,239 (3.08) |
| E-3 | 4 | 227 | 502 | 5,192 (1.03) | 10,169 (2.03) | 1,377 (0.27) | 4,035 (0.80) | 203 (0.04) | 21,162 (4.22) |
| S | 4 | 111 | 226 | 12,412 (5.49) | 2,164 (0.96) | 634 (0.28) | 124 (0.05) | 331 (0.15) | 15,816 (7.00) |
| S'* | 4 | 2 | 5 | 2 (0.04) | 16 (0.32) | 7 (0.14) | 16 (0.32) | 0 (0.00) | 41 (0.82) |
| Total | 4 | 949 | 2,020 | 18,285 (0.91) | 37,445 (1.85) | 8,014 (0.40) | 8,406 (0.42) | 2,326 (0.12) | 76,202 (3.77) |

JAPANESE EASTERN PACIFIC LONG-LINE FISHERY

APPENDIX II — APENDICE II
(Continued)

2

166

2) 1963

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|------|-----------|-------|---------------------|-------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlin rayado | Marlin azul | Todas las especies |
| N-1 | 1 | 187 | 388 | 0 (0.00) | 7,092 (1.83) | 3,141 (0.81) | 181 (0.05) | 402 (0.10) | 11,179 (2.88) |
| | 2 | 279 | 587 | 0 (0.00) | 8,505 (1.45) | 6,635 (1.13) | 288 (0.05) | 817 (0.14) | 16,744 (2.85) |
| | 3 | 408 | 844 | 1 (0.00) | 10,686 (1.27) | 8,704 (1.03) | 516 (0.06) | 1,277 (0.15) | 21,906 (2.59) |
| | 4 | 159 | 332 | 0 (0.00) | 3,487 (1.05) | 2,429 (0.73) | 182 (0.05) | 696 (0.21) | 7,134 (2.15) |
| | Total | 1,033 | 2,151 | 1 (0.00) | 29,770 (1.38) | 20,909 (0.97) | 1,167 (0.05) | 3,192 (0.15) | 56,963 (2.65) |
| N-2 | 1 | 13 | 27 | 0 (0.00) | 366 (1.36) | 57 (0.21) | 34 (0.13) | 23 (0.09) | 504 (1.87) |
| | 2 | 389 | 826 | 0 (0.00) | 14,877 (1.80) | 5,682 (0.69) | 1,678 (0.20) | 1,297 (0.16) | 24,217 (2.93) |
| | 3 | 486 | 1,034 | 0 (0.00) | 13,337 (1.29) | 9,284 (0.90) | 4,888 (0.47) | 1,562 (0.15) | 30,133 (2.91) |
| | 4 | 122 | 262 | 1 (0.00) | 3,647 (1.39) | 1,209 (0.46) | 540 (0.21) | 305 (0.12) | 5,926 (2.26) |
| | Total | 1,010 | 2,149 | 1 (0.00) | 32,227 (1.50) | 16,232 (0.76) | 7,140 (0.33) | 3,187 (0.15) | 60,780 (2.83) |

KUME and SCHAEFER

APPENDIX II — APENDICE II
(Continued)

3

2) 1963 (Continued)

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|------|-----------|-------|---------------------|-------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlín rayado | Marlín azul | Todas las especies |
| N-3 | 1 | 313 | 652 | 0 (0.00) | 20,462 (3.14) | 438 (0.07) | 2,720 (0.42) | 226 (0.03) | 24,662 (3.78) |
| | 2 | 265 | 560 | 0 (0.00) | 13,952 (2.49) | 1,412 (0.25) | 1,990 (0.36) | 324 (0.06) | 18,686 (3.34) |
| | 3 | 244 | 510 | 0 (0.00) | 8,072 (1.58) | 2,312 (0.45) | 3,259 (0.64) | 892 (0.17) | 15,995 (3.14) |
| | 4 | 595 | 1,312 | 6 (0.00) | 28,539 (2.18) | 2,710 (0.21) | 7,757 (0.59) | 1,100 (0.08) | 43,724 (3.31) |
| | Total | 1,417 | 3,034 | 6 (0.00) | 71,025 (2.34) | 6,872 (0.23) | 15,726 (0.52) | 2,542 (0.08) | 103,067 (3.40) |
| N' | 1 | 0 | 0 | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — | 0 — |
| | 2 | 26 | 50 | 5 (0.01) | 114 (0.23) | 138 (0.28) | 1,517 (3.03) | 32 (0.06) | 1,913 (3.83) |
| | 3 | 33 | 68 | 0 (0.00) | 1 (0.00) | 1,462 (2.15) | 740 (1.09) | 33 (0.05) | 2,331 (3.43) |
| | 4 | 6 | 13 | 1 (0.01) | 133 (1.02) | 87 (0.67) | 24 (0.18) | 9 (0.07) | 264 (1.99) |
| | Total | 65 | 131 | 6 (0.00) | 248 (0.19) | 1,687 (1.29) | 2,281 (1.74) | 74 (0.06) | 4,508 (3.44) |

JAPANESE EASTERN PACIFIC LONG-LINE FISHERY

167

APPENDIX II — APENDICE II
(Continued)

4

168

2) 1963 (Continued)

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|------|-----------|-------|---------------------|------------------|------------------|------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlin rayado | Marlin azul | Todas las especies |
| E-1 | 1 | 783 | 1,662 | 440 (0.03) | 34,393 (2.07) | 13,069 (0.79) | 626 (0.04) | 2,154 (0.13) | 51,700 (3.11) |
| | 2 | 380 | 816 | 1,224 (0.15) | 13,407 (1.64) | 5,559 (0.68) | 249 (0.03) | 1,063 (0.13) | 22,115 (2.71) |
| | 3 | 221 | 464 | 84 (0.02) | 6,324 (1.36) | 3,599 (0.78) | 516 (0.11) | 510 (0.11) | 11,522 (2.48) |
| | 4 | 645 | 1,350 | 195 (0.01) | 20,361 (1.51) | 7,318 (0.54) | 1,362 (0.10) | 1,793 (0.13) | 32,490 (2.41) |
| | Total | 2,029 | 4,292 | 1,943 (0.05) | 74,485 (1.74) | 29,545 (0.69) | 2,753 (0.06) | 5,520 (0.13) | 117,827 (2.75) |
| E-2 | 1 | 154 | 328 | 219 (0.07) | 5,736 (1.75) | 1,685 (0.51) | 621 (0.19) | 420 (0.13) | 8,794 (2.68) |
| | 2 | 193 | 423 | 1,830 (0.43) | 5,075 (1.20) | 2,168 (0.51) | 1,433 (0.34) | 470 (0.11) | 11,207 (2.65) |
| | 3 | 508 | 1,090 | 9,937 (0.91) | 14,014 (1.29) | 8,529 (0.78) | 4,427 (0.41) | 610 (0.06) | 38,970 (3.57) |
| | 4 | 554 | 1,195 | 875 (0.07) | 17,444 (1.46) | 8,776 (0.73) | 2,222 (0.19) | 1,260 (0.11) | 31,691 (2.65) |
| | Total | 1,409 | 3,036 | 12,861 (0.42) | 42,269 (1.39) | 21,158 (0.70) | 8,703 (0.29) | 2,760 (0.09) | 90,662 (2.99) |

KUME and SCHAEFFER

APPENDIX II — APENDICE II
(Continued)

5

2) 1963 (Continued)

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|------|-----------|-------|---------------------|-------------------|------------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleta amarilla | Marlín rayado | Marlín azul | Todas las especies |
| E-3 | 1 | 50 | 115 | 1 (0.00) | 1,194 (1.04) | 59 (0.05) | 1,406 (1.22) | 134 (0.12) | 2,808 (2.44) |
| | 2 | 35 | 74 | 344 (0.47) | 853 (1.15) | 142 (0.19) | 775 (1.05) | 60 (0.08) | 2,204 (2.98) |
| | 3 | 287 | 623 | 6,528 (1.05) | 11,001 (1.77) | 3,046 (0.49) | 3,197 (0.51) | 268 (0.04) | 24,346 (3.91) |
| | 4 | 227 | 499 | 2,046 (0.41) | 8,090 (1.62) | 2,298 (0.46) | 2,779 (0.56) | 157 (0.03) | 15,758 (3.16) |
| | Total | 599 | 1,311 | 8,919 (0.68) | 21,138 (1.61) | 5,545 (0.42) | 8,157 (0.62) | 619 (0.05) | 45,116 (3.44) |
| S | 1 | 355 | 767 | 22,768 (2.97) | 5,872 (0.77) | 1,596 (0.21) | 234 (0.03) | 3,896 (0.51) | 34,644 (4.52) |
| | 2 | 421 | 939 | 33,510 (3.57) | 5,197 (0.55) | 4,821 (0.51) | 840 (0.09) | 850 (0.09) | 46,128 (4.91) |
| | 3 | 174 | 368 | 11,406 (3.10) | 2,225 (0.60) | 2,193 (0.60) | 392 (0.11) | 99 (0.09) | 16,613 (4.51) |
| | 4 | 980 | 2,109 | 63,292 (3.00) | 9,058 (0.43) | 2,105 (0.10) | 1,252 (0.06) | 8,460 (0.40) | 85,642 (4.06) |
| | Total | 1,930 | 4,183 | 130,976 (3.13) | 22,352 (0.53) | 10,715 (0.26) | 2,718 (0.06) | 13,305 (0.32) | 183,027 (4.38) |

JAPANESE EASTERN PACIFIC LONG-LINE FISHERY

169

APPENDIX II — APENDICE II
(Continued)

6

170

2) 1963 (Continued)

| Area | Quarter | Days | Hooks (1,000) | Albacore | Bigeye | Yellow- fin | Striped Marlin | Blue Marlin | All Species |
|--------------------|-----------|-------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|
| Area | Trimestre | Días | Anzuelos (1,000) | Albacora | Patudo | Atún aleña amarilla | Marlín rayado | Marlín azul | Todas las especies |
| S' | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 2 | 271 | 618 | 24,392 (3.95) | 2,299 (0.37) | 2,075 (0.34) | 1,946 (0.31) | 195 (0.03) | 31,144 (5.07) |
| | 3 | 93 | 190 | 2,324 (1.22) | 2,762 (1.45) | 1,182 (0.62) | 1,264 (0.67) | 96 (0.05) | 7,813 (4.11) |
| | 4 | 50 | 117 | 985 (0.84) | 1,208 (1.08) | 674 (0.58) | 656 (0.56) | 42 (0.04) | 3,645 (3.12) |
| | Total | 414 | 925 | 27,701 (2.99) | 6,269 (0.68) | 3,931 (0.42) | 3,866 (0.42) | 333 (0.04) | 42,602 (4.61) |
| ALL AREAS | 1 | 1,855 | 3,938 | 23,428 (0.59) | 75,115 (1.91) | 20,045 (0.51) | 5,822 (0.15) | 7,255 (0.18) | 134,291 (3.41) |
| TODOS LOS AREAS | 2 | 2,259 | 4,893 | 61,305 (1.25) | 64,279 (1.31) | 28,632 (0.59) | 10,716 (0.22) | 5,108 (0.10) | 174,358 (3.56) |
| | 3 | 2,454 | 5,191 | 30,280 (0.58) | 68,422 (1.32) | 40,311 (0.78) | 19,199 (0.37) | 5,347 (0.10) | 169,629 (3.27) |
| | 4 | 3,338 | 7,189 | 67,401 (0.94) | 91,967 (1.28) | 27,606 (0.38) | 16,774 (0.23) | 13,822 (0.19) | 226,274 (3.15) |
| | Total | 9,906 | 21,212 | 182,414 (0.86) | 299,783 (1.41) | 116,594 (0.55) | 52,511 (0.25) | 31,532 (0.15) | 704,552 (3.32) |

*N' represents the area north of 10°N and S' represents more southern area than any other major area.
N' representa el área al norte de los 10°N y S' representa el área más al sur que cualquiera otra área principal.

KUME and SCHAEFFER